



**Universidade de Brasília**  
**Graduação em Educação Física**

**Associação da resposta cronotrópica após o exercício com a  
atividade cardiovagal no repouso em mulheres e homens  
ativos fisicamente**

**Autor:** Gabriel Cartaxo Barbosa da Silva

**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Brasília-DF, 07 de maio de 2022**

**2º/2021**

ALUNO: Gabriel Cartaxo Barbosa da Silva  
ORIENTADOR: Prof. Dr. Guilherme Eckhardt Molina

**Associação da resposta cronotrópica após o exercício com a  
atividade cardiovagal no repouso em mulheres e homens  
ativos fisicamente**

**Brasília-DF, 07 de maio de 2022**

Gabriel Cartaxo Barbosa da Silva

**Associação da resposta cronotrópica após o exercício com a atividade cardiovagal no repouso em mulheres e homens ativos fisicamente**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de graduação em Educação Física da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de graduado em Educação Física (bacharelado).

Aprovado em: 11/05/2022

**BANCA EXAMINADORA**

**Guilherme Eckhardt Molina, Universidade de Brasília**

---

Prof. (Nome do professor)

[Instituição de vínculo do professor]

Presidente

**Giliard Lago Garcia**

---

Prof. (Nome do professor)

[Instituição de vínculo do professor]

Membro

**Lucia Kobayashi**

---

Prof. (Nome do professor)

[Instituição de vínculo do professor]

Membro

**Freddy Enrique Ramos Guimarães**

---

Prof. (Nome do professor)

[Instituição de vínculo do professor]

Membro

## **DEDICATÓRIA**

Muitas pessoas fizeram parte dessa intensa jornada da graduação aos quais simples palavras não bastam para expressar o seu significado na minha vida. Este trabalho é resultado do estímulo e apoio de várias pessoas as quais gostaria de expressar minha mais profunda gratidão. Em especial, gostaria de dedicar este trabalho aos meus pais, minha mãe Fabiana Xavier Cartaxo Salgado e ao meu pai Noriberto Barbosa da Silva, que estiveram ao meu lado durante todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus colegas e amigos da faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília, muito obrigado por todos os momentos de alegria e apoio durante estes anos de graduação.

Ao meu orientador e amigo Professor Dr. Guilherme Molina, muito obrigado por toda orientação durante estes anos, por acreditar no meu potencial e oportunizar diversas experiências que agregaram na minha formação profissional.

Aos meus pais, pai Noriberto Barbosa e minha mãe Fabiana Xavier Cartaxo Salgado, muito obrigado por sempre me apoiar, aconselhar, acreditar em mim, proteger, amar etc. Enfim, obrigado por tudo!

Aos meus irmãos e irmãs, Priscilla, Thiago, Patrícia, Thiessa e Lucas, muito obrigado por todos os momentos de apoio e alegria durante estes anos.

Aos meus familiares da Família Cartaxo e Barbosa, muito obrigado por todos os momentos de apoio e alegria durante estes anos.

Aos meus amigos, muito obrigado por toda parceria, pelos momentos de felicidade, pelas histórias e por toda amizade.

Aos professores Luiz Guilherme Grossi e Américo Pierangeli, muito obrigado por todos os conselhos e oportunidades que vocês me deram durante estes anos.

Aos membros do Grupo de Estudos em Fisiologia e Epidemiologia do Exercício e da Atividade Física (GEAFS), muito obrigado por todas as oportunidades que me foram dadas. Muito obrigado por todos os conselhos, amizade, companheirismo, momentos de apoio e felicidade durante estes anos.

Ao coordenador e professor Jonatas Costa, muito obrigado por todo apoio e amizade durante estes anos de graduação.

A minha grande amiga, Maria Clara Castro por ter sido uma grande companheira e apoiadora durante estes anos de graduação.

“É preciso sempre estar no limite. Fazer cada treinamento e jogar cada partida como se fossem os últimos. É preciso sempre estar no limite. Fazer cada treinamento e jogar cada partida como se fossem os últimos.” – Kobe Bryant

# **Associação da resposta cronotrópica após o exercício com a atividade cardiovagal no repouso em mulheres e homens ativos fisicamente**

Gabriel Cartaxo Barbosa da Silva<sup>1</sup>; Giliard Lago Garcia<sup>1</sup>; Lúcia Kobayashi<sup>1</sup>; Carlos J. G. da Cruz<sup>3</sup>; Freddy E. R. Guimarães<sup>1,2</sup>; Michelle T. Morlin<sup>1,4</sup>; Richard X. da Fonseca<sup>1</sup>; Luiz G. Grossi Porto<sup>1</sup>; Guilherme Eckhardt Molina<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade de Brasília, Faculdade de Educação Física, Laboratório de Fisiologia do Exercício. <sup>2</sup>Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos. <sup>3</sup>Centro Universitário Euro Americano-UNIEURO, Brasília-DF. <sup>4</sup>Laboratório de Função Cardiopulmonar da Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação (Unidade Brasília).

Nome: Gabriel Cartaxo Barbosa da Silva

Universidade de Brasília

Faculdade de Educação Física

Laboratório de Fisiologia do Exercício

E-mail: gabriel.cartaxo@hotmail.com



## Resumo

**Objetivo:** Correlacionar a frequência cardíaca de recuperação (FCR) durante 5 min após teste de esforço máximo (TE<sub>max</sub>) com atividade e reatividade parassimpática no repouso em homens e mulheres. **Métodos:** Foram avaliadas 34 mulheres (22,2±2,4 anos e índice de massa corporal (IMC) 22,6±2,1 kg/m<sup>2</sup>) e 30 homens (25,2±6,4 anos e IMC 23,6±2,1 kg/m<sup>2</sup>). No repouso foi realizada a gravação dos intervalos R-R (iRR) e posteriormente a análise do registro curto (5 min) da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) utilizando a *Plotagem de Poincaré* nas posições supina e ortostática e sua variação relativa após mudança postural ativa. Na sequência, os voluntários realizaram o TE<sub>max</sub> em esteira rolante e imediatamente após o teste, iniciou-se a fase de recuperação ativa com o registro da FCR no 1º, 3º e 5º min de recuperação. Para análise estatística, foi utilizado o *teste de correlação de Spearmam* ao nível de significância de  $p \leq 0,05$ . **Resultados:** Durante o repouso na posição supina a atividade parassimpática correlacionou positivamente com a FCR absoluta e relativa no 3º e 5 minutos de recuperação ( $r_s = 0.39-0.47$ ;  $p = 0.01 \leq 0.01$ ) e na posição ortostática correlacionou-se positivamente do 1º aos 5º minutos de recuperação ( $r_s = 0,34 - 0,47$ ;  $p = 0,02 \leq 0.01$ ) para as mulheres. Não foram observadas correlações entre atividade parassimpática no repouso (supino e ortostático) e a FCR nos homens ( $P > 0.05$ ). Contudo, após a mudança postural verificou-se correlação positiva da reatividade parassimpática com a FCR nos homens no 3º e 5º minutos de enquanto nas mulheres não foi observado correlação ( $P > 0.05$ ). **Conclusão:** A dinâmica da FCR parece estar associada com o grau de atividade parassimpática no repouso supino e ortostático em mulheres enquanto em homens, a dinâmica da FCR parece associada a reatividade (redução) parassimpática após mudança postural.

**Palavras-chave:** Variabilidade da frequência cardíaca, Frequência cardíaca de recuperação, Diferença de sexo, Reatividade vagal, Responsividade parassimpática.

## Abstract

**Purpose:** We correlated the post-exercise heart rate recovery (HRR) with parasympathetic activity at rest (supine and orthostatic) and its reactivity after the orthostatic test in men and women. **Methods:** We evaluated 64 individuals that were split into two groups composed of 34 women ( $22.2 \pm 2.4$  years and body mass index (BMI)  $22.6 \pm 2.1$  kg / m<sup>2</sup>) and 30 men ( $25.2 \pm 6.4$  years and BMI  $23.6 \pm 2.1$  kg / m<sup>2</sup>). HRR at 1<sup>st</sup>, 3<sup>rd</sup>, and 5<sup>th</sup> min following maximal cardiopulmonary treadmill exercise test was correlated with 5 min of Poincaré plot analysis of heart rate variability at rest (supine and orthostatic positions) and after the orthostatic stress test ( $\Delta\%$  SD1sup-ort). Statistical analysis employed Spearman's correlation test with a p-value set at 5%. **Results:** In women, HRR at 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> min and at 1<sup>st</sup>, 3<sup>rd</sup>, and 5<sup>th</sup> min correlated positively with parasympathetic activity in the supine position ( $r_s = 0.39-0.46$ ;  $p \leq 0.01$ ) and orthostatic position ( $r_s = 0.47-0.42$ ;  $p < 0.01$ ), respectively. We observed no correlation between HRR and parasympathetic responsiveness (reduction) after the postural change in women. On the other hand, in men, we observed a positive correlation between HRR and parasympathetic responsiveness (reduction) at the 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> min of recovery. No correlations were observed between HRR with parasympathetic activity at rest. **Conclusion:** HRR dynamics appear to be associated with parasympathetic activity in supine and orthostatic rest in women. In contrast, HRR dynamics appear to be associated with parasympathetic reactivity (reduction) after the postural change in men.

**Keywords:** Heart rate variability, Heart rate recovery, Gender difference, Parasympathetic modulation, Cardiovagal responsiveness

## 1. INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares são as maiores causadoras de mortalidade no Brasil e no mundo. Dentre as principais características dessas doenças, a disfunção autonômica cardíaca parece ser a principal (OMS, 2022).

A frequência cardíaca de recuperação (FCR) e a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) são consideradas poderosas e independentes preditoras de morbimortalidade cardiovascular e marcadoras do nível individual de treinamento físico na população em geral (COLE et al., 1999; FANG; WU; TSAI, 2020).

Neste contexto, a FCR e a VFC parecem ser variáveis-chaves para entendermos a dinâmica do funcionamento da função autonômica cardíaca. A FCR é considerada uma medida que expressa a capacidade de decremento cronotrópico imediatamente após um esforço físico para próximo aos níveis basais ou pré-esforço. Sabe-se que a capacidade de retorno da FCR está dependente simultaneamente da rápida reativação parassimpática e da progressiva retirada da atividade simpática no coração (GOLDBERGER et al., 2006; TULPPO et al., 2011).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um método válido e reprodutível para a avaliação da atividade autonômica cardíaca no nodo sinusal (MALIK, 1996). O mapa de Poincaré é um método geométrico não linear frequentemente utilizado para avaliar a VFC em diversas condições funcionais, como no exercício físico (PUMPRLA et al., 2002). Assim, a análise da dinâmica da VFC por meio do mapa de Poincaré é frequentemente utilizada na avaliação da modulação simpato-vagal em indivíduos em diferentes condições funcionais (HSU et al., 2012).

No contexto do ajuste autonômico cardíaco é razoável esperar que a capacidade de recuperação imediatamente após um estímulo estressante (exemplo: exercício físico) esteja na dependência da condição de repouso. Recentemente, estudos demonstraram a associação entre a FCR imediatamente após o exercício com o status autonômico parassimpático cardíaco durante o repouso em homens (CUNHA et al., 2015; JAE et al., 2011; JAVORKA et al., 2002; MOLINA et al., 2016; NUNAN et al., 2010). Por outro lado, outros estudos verificaram a ausência de associação entre a atividade autonômica cardíaca no repouso e FCR imediatamente após o esforço (BOSQUET; GAMELIN; BERTHOIN, 2007; CHEN et al., 2011; JAVORKA et al., 2002). Portanto, apesar dos diferentes estudos apresentados os resultados ainda são conflitantes e inconclusivos entre a associação da FCR imediatamente após o exercício com e da atividade parassimpática no repouso.

Outro aspecto que merece destaque é a quantidade de estudos que verificaram a hipótese de associação da FCR com a VFC no repouso entre os sexos. Nesse cenário, a maioria absoluta dos estudos avaliaram somente homens. Portanto, realçamos a escassez de estudos que verificaram a

hipótese de associação da FCR com a VFC no repouso somente com mulheres. Nesse cenário, os estudos que avaliaram, em ambos os sexos, a modulação autonômica cardíaca no repouso por meio da VFC, e avaliação da FCR de curto prazo pós-exercício, separadamente; foram (DART; DU; KINGWELL, 2002; KUO et al., 1999; MENDONCA et al., 2010; YOSHINO et al., 2007).

Portanto, levando em consideração as possíveis diferenças autonômicas entre homens e mulheres, até o presente momento, há escassez de estudos que verificam a hipótese de associação entre a FCR e a atividade autonômica cardíaca de repouso entre os gêneros.

Com isso, surgem as perguntas como: existe alguma relação entre a FCR após o esforço com VFC no repouso em homens ou mulheres, ou os mecanismos de ajuste da FCR após o esforço independem da VFC de repouso? Se sim, estes mecanismos estão relacionados com a nível de atividade parassimpática no repouso, ou com a responsividade após mudança postural?

As respostas para estas perguntas podem nos ajudar no avançar na compreensão dos mecanismos de repouso-esforço-recuperação em homens e mulheres, e verificar se existem possíveis diferenças na interrelação de diferentes condições fisiológicas entre os sexos.

Dessa forma, o objetivo do estudo foi verificar, em homens e mulheres aparentemente saudáveis, a hipótese de correlação entre a FCR durante 5 min após teste de esforço máximo e a modulação e reatividade parassimpática obtida no repouso, por meio da variabilidade da frequência cardíaca.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização da amostra e protocolo experimental**

Foi realizado um estudo transversal com amostra não probabilística por conveniência (n= 64). A amostra foi dividida por gênero, sendo 34 mulheres (22,2±2,4 anos e índice de massa corporal (IMC) 22,6±2,1 kg/m<sup>2</sup> e 30 homens (25,2±6,4 anos e IMC 23,6±2,1 kg/m<sup>2</sup>). A amostra utilizada na amostra foi retirada de um banco de dados de estudos já realizados (FONSECA, 2021; MOLINA et al., 2016)

Previamente ao protocolo experimental todos os voluntários foram orientados a não realizar atividade física, não consumir bebidas estimulantes, bebidas alcoólicas e medicamentos por um período mínimo de 24 horas antes dos testes e realizar um período de sono de pelo menos 6 horas na noite anterior aos testes. Todos os testes foram realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília em ambiente controlado, silencioso e com temperatura ambiente entre 21 e 24 °C no período da tarde entre 14h e 17h. Foram incluídas na pesquisa apenas mulheres que faziam uso de contraceptivo oral (autorrelato).

Observa-se que o índice de massa corporal (IMC) elevado afeta a modulação da função autonômica cardíaca (KLEIGER; STEIN; BIGGER JR., 2005). Dessa forma, adotou-se a faixa de normalidade do IMC para proceder à análise neste estudo.

Após todos os esclarecimentos sobre os procedimentos de pesquisa, todos os voluntários assinaram o TCLE voluntariamente, que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNIEURO, conforme o parecer n° 2.320.164/2018.

Após a assinatura do TCLE, foram coletadas informações clínicas pessoais e familiares. As medidas antropométricas foram registradas por meio da coleta da massa corporal, estatura e circunferência abdominal (balança analógica, da marca Welmy, com estadiômetro acoplado). Posteriormente, os participantes foram instruídos a ficarem 10 minutos na posição supina, em maca de exame, onde foi realizado o eletrocardiograma (ECG) com o registro de 12 derivações, mais o traçado longo da derivação DII para verificação de ritmo sinusal nos voluntários. O registro foi realizado em aparelho eletrocardiógrafo/ELITE, modelo ergo PC 13 da marca Micromed® (MALIK, 1996).

Após o registro do ECG, foi realizada a medida da pressão arterial no repouso supino para na sequência proceder a gravação dos intervalos R-R (iRR) de acordo com protocolo padronizado em nosso laboratório (MALIK, 1996; MOLINA, 2013) após a gravação de 5 minutos do iRR na posição supina, os voluntários foram orientados a adotar a postura ortostática, de forma ativa, à beira da maca (MOLINA et al., 2021).

Após a realização da mudança postural da posição supina para ortostática, manobra conhecida como, Estresse Ortostático Ativo (EOA), a pressão arterial foi medida novamente, pelo método auscultatório para verificar ausência de hipotensão com a mudança postural. Após 3 minutos na posição ortostática, uma nova série dos iRR (5 min) foi gravada nesta posição, para posterior análise.

Após completar todos os registros na condição basal, os participantes foram submetidos ao teste de esforço cardiopulmonar máximo em esteira rolante seguido, imediatamente, da fase de recuperação.

## **2.2 Análise da variabilidade da frequência cardíaca**

A gravação dos iRR no repouso e da FCR absoluta e relativa foram obtidos por meio do monitor cardíaco da marca Polar®, modelo RS800CX, fabricado pela Polar Electro (Finlândia). Esse dispositivo é considerado válido para a gravação dos intervalos RR e apresenta uma taxa de amostragem de 1000 Hz (HERNANDO et al., 2018). Em seguida, os dados foram processados e analisados utilizando o software Kubios® HRV.

Antes de proceder a análise da VFC, cada batimento cardíaco foi analisado visualmente dentro de cada série de iRR para validar presença de ritmo cardíaco normal, ou seja, ritmo sinusal ao longo de todos os registros, e identificação de batimentos não sinusais e ectópicos, artefatos e confiabilidade dos sinais. Batidas espúrias e eventuais *outliers* eram ocasionais e foram excluídas da série sem adicionar novos intervalos(PUMPRLA et al., 2002).

A variabilidade das series dos iRR foram investigadas e analisadas utilizando a Plotagem do mapa de Poincaré. O mapa de Poincaré tem como base para a análise do sinal o desenvolvimento de um diagrama no qual cada iRR é plotado contra o iRR prévio. Para a extração dos dados obtidos pelo método em questão, foi utilizada como padrão de análise nesse estudo, a reta de identidade com o percentil em  $\pm 10$ ms, retirando assim, a marcação para a regressão. Esse método não necessita de sinal estacionário para as análises dos iR-R (MOLINA, 2013) e, portanto, a VFC pode ser obtida em diferentes condições funcionas como repouso, esforço e recuperação após o esforço.

Nesta análise, foram empregados os índices de desvio vertical (SD1) na posição supina e na posição ortostática bem como a sua variação relativa ( $\Delta\%$ ) tomando como valor de referência a posição supina em relação a posição ortostática (SD1sup-ort) após EOA.

O índice SD1 representa a dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade e parece ser um índice de registro instantâneo da variabilidade batimento a batimento o qual expressa a atividade vagal amostral. Já a sua variação relativa indica a reatividade vagal amostral após o EOA (VANDERLEI et al., 2009).

### **2.3 Teste de esforço cardiopulmonar máximo**

Após as medidas obtidas na condição de repouso os voluntários foram submetidos ao teste cardiopulmonar máximo realizado em esteira rolante. Durante dois minutos iniciais, os voluntários permaneceram parados sobre a esteira rolante para os registros fisiológicos ventilatórios, cardiovasculares e metabólicos na condição de repouso previamente ao esforço.

Antes de iniciar o procedimento de esforço os participantes recebiam orientações prévias quanto ao protocolo experimental. Na sequência, iniciava-se o teste de esforço cardiopulmonar máximo. Todos os testes duraram entre 8-12 minutos iniciaram com a velocidade de 4 km/h e inclinação fixa de 2,5%. O incremento de carga (velocidade) foi realizado de acordo com o método de rampa ou protocolo de Harbor, citado por (WASSERMAN, 1987). As trocas gasosas foram obtidas por meio do analisador de gases CórteX (Biophysik, Leipzig, Germany).

Por meio do teste de esforço cardiopulmonar máximo foram obtidos os valores do consumo de oxigênio máximo ( $VO_2max$ ), reserva cronotrópica e frequência cardíaca máxima para caracterizar o condicionamento aeróbico dos voluntários.

O teste de esforço cardiopulmonar máximo foi interrompido quando o voluntário atingia pelo menos três dos critérios a seguir: quociente respiratório (QR)  $\geq 1.1$ , pontuação na escala de BORG  $\geq 17$  (amplitude 6 – 20), manutenção da frequência cardíaca com o aumento da carga de trabalho, o platô do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) com o aumento da carga de trabalho e a ocorrência de fadiga voluntária (ACSM, 2010).

Foi feita a classificação do nível de aptidão cardiopulmonar dos indivíduos, levando em consideração os valores de Classificação Nacional da Aptidão Cardiorrespiratória pelo  $VO_{2max}$ , com base no sexo e idade dos indivíduos (HERDY; CAIXETA, 2016). Após categorização, as mulheres foram classificadas como “aptidão fraca”, e os homens como “aptidão boa”.

Destacamos que neste estudo as variáveis dependentes foram controladas para as possíveis variáveis confundidoras. Neste sentido, foi utilizado o teste unilateral de Mann-Whitney para verificar a existência de diferença entre os grupos para as variáveis, idade,  $VO_{2max}$  e  $FC_{max}$ .

#### **2.4 Frequência cardíaca de recuperação**

Ao atingir o esforço máximo o teste era interrompido para dar início a fase de recuperação, a qual era composta de um período total de 5 minutos. Durante a recuperação a velocidade da esteira rolante foi reduzida para 2,4 km/h com a manutenção da inclinação em 2,5%, conforme o método descrito por (COLE et al., 1999). Este procedimento de recuperação ativa foi empregado considerando sua viabilidade técnica e reprodutibilidade e aplicação usual no ambiente clínico (MOLINA et al., 2016).

A frequência cardíaca de recuperação (FCR) foi monitorada, minuto a minuto ao longo dos 5 minutos de recuperação. Para a obtenção da FCR utilizou-se da subtração do valor da FC no primeiro (FCR1), terceiro (FCR3) e quinto minuto (FCR5) de recuperação com a FC máxima obtida no teste cardiopulmonar (EVRENGUL et al., 2006; GOMES, 2015; MOLINA et al., 2016; GARCIA et al., 2017). Destaca-se que a FCR foi registrada nos seus valores absolutos (bpm) e relativos (%).

#### **2.5 Análise estatística**

As variáveis testadas apresentaram distribuição não paramétrica pelo teste de Shapiro Wilk. Portanto para apresentação dos resultados empregou-se a estatística descritiva de posição: mediana, e de dispersão: quartil e valores extremos. Para verificar a correlação entre as variáveis utilizou-se o teste de correlação de Spearman ao nível de significância de 5%. Para a análise estatística utilizou o software Prism 4 para Windows (GraphPad Software, Inc., USA, 2005).

### 3. RESULTADOS

Na tabela 1, somente as variáveis Frequência Cardíaca máxima e  $SD1\Delta\%$  não apresentaram diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os gêneros. Porém, todas as outras variáveis apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os sexos ( $p<0,01$ ). As mulheres apresentaram valores maiores da frequência cardíaca na posição supina e ortostática comparativamente aos homens, e os homens maiores valores de  $VO_2max$ , reserva cronotrópica,  $SD1$  na posição supina e ortostática comparativamente as mulheres.

Após categorização do nível de aptidão cardiopulmonar dos indivíduos, as mulheres foram classificadas como “aptidão fraca”, e os homens como “aptidão boa”.

Na tabela 2, foram observadas diferenças significativas na frequência cardíaca de recuperação absoluta e relativa no 1º, 3º e 5º minutos entre homens e mulheres, no qual podemos verificar valores maiores para os homens.

Na tabela 3, observamos que o grupo das mulheres demonstrou positiva correlação entre a FCR absoluta e relativa no 3º e 5º minutos com a atividade parassimpática na posição supina ( $r_s=0.39$  - $0.46$ ;  $p=0.01$ - $<0.01$ ). Na posição ortostática, verificou-se correlação positiva entre a FCR absoluta e relativa no 1º, 3º e 5º minutos ( $r_s=0.38$  - $0.47$ ;  $p=0.02$ - $<0.01$ ). Por outro lado, não foram observadas correlações ( $P>0.05$ ) entre a FCR absoluta e relativa com a atividade parassimpática nas posições supina e ortostática no grupo dos homens.

Ainda na tabela 2, verificamos correlação positiva da FCR relativa no 3º e 5º minutos com reatividade parassimpática (redução) após mudança postural ativa no grupo dos homens ( $r_s=0.33$  - $0.42$ ;  $p=0.01$ - $0.04$ ). Não foram observadas associações ( $P<0.05$ ) entre a FCR e a reatividade do índice  $\Delta\% SD1$  no grupo de mulheres.

Após análise não foram observadas diferenças significativas entre os grupos para a idade e para  $FCmax$  ( $p>0.05$ ). Entretanto observou-se maiores valores de  $VO_2max$  para homens comparativamente as mulheres ( $p<0,01$ ), (tabela 1). As variáveis confundidoras antropométricas e fisiológicas, como a idade e o  $VO_2max$ , não influenciaram os resultados das correlações observadas entre a FCR no 1º, 3º e 5º minutos com a atividade parassimpática nas posições supina, ortostática e após a EOA ( $\Delta\%$ ) em ambos os grupos ( $r_s = 0,02 - 0,25$ ;  $p= 0,10 - 0,45$ ).

### 4. DISCUSSÃO



Novos e relevantes achados foram observados quando verificada a hipótese de associação entre a FCR imediatamente após teste cardiopulmonar máximo com a atividade parassimpática no repouso e sua resposta frente ao EOA em mulheres e em homens.

Os nossos resultados demonstraram que em mulheres, aparentemente saudáveis, a FCR absoluta e relativa se correlacionou positivamente com a atividade parassimpática registrada no repouso, nas posições supina e ortostática. Entretanto, não foram observadas associações da FCR com atividade parassimpática registrada durante o repouso em homens aparentemente saudáveis.

Por outro lado, os valores relativos da FCR apresentaram correlações positivas com a reatividade da atividade parassimpática registrada após EOA em homens aparentemente saudáveis. No entanto, as correlações foram nulas entre a FCR e a reatividade parassimpática com o grupo das mulheres.

Com relação a reatividade da atividade parassimpática previamente ao esforço máximo, os resultados do presente estudo demonstraram que a FCR relativa do 3º ao 5º correlacionaram-se positivamente com o grau de reatividade parassimpática (redução) após a mudança postural ativa no grupo dos homens. No entanto, as correlações foram nulas entre a FCR e a reatividade parassimpática com o grupo das mulheres.

Desta forma, para ambas as condições de análise no repouso, a FCR após o esforço associa-se positivamente com a atividade e a reatividade parassimpática. Entretanto as associações foram diferentes em termos da forma de análise do índice parassimpático quando comparamos os grupos.

A base funcional para as correlações observadas entre as medidas não é um fenômeno simples de estar completamente entendido, e todos os achados só podem ser conjecturados, considerando a complexidade de todos os mecanismos envolvidos na dinâmica da frequência cardíaca.

Considerando o grupo dos homens, o fenômeno talvez possa ser explicado atendendo o conceito de que a menor reatividade parassimpática no repouso, após o EOA, retarda a reativação parassimpática ou desacelera a inativação simpática) durante o período de recuperação (MOLINA et al., 2016, 2021).

Por outro lado, com relação ao grupo das mulheres, o fenômeno observado pode ser considerado tomando como base a teoria do tanque vagal (LABORDE; MOSLEY; MERTGEN, 2018) Portanto, a explicação para o nosso achado se assemelha a um tanque, ou seja, quanto maior atividade parassimpática no repouso nas posições supina e ortostática (maior reserva vagal), maior será a capacidade de reativação parassimpática durante a fase de recuperação.

Ainda, uma possível explicação para estes achados, seria que as mulheres parecem depender menos das vias simpáticas e parassimpáticas para o controle autonômico cardíaco, o que pode ser evidenciado pelo menor efeito que estas vias têm sobre os ajustes de regulação periférica em

mulheres em comparação com os homens, ajustes como: pressão arterial, resistência vascular periférica (vasoconstrição e vasodilatação), atividade barorreflexa (BARNES, 2017).

Além disso, certos hormônios parecem causar efeitos menores na circulação sanguínea das mulheres em comparação aos homens, como por exemplo: noradrenalina,  $\alpha$ -adrenérgicos que mediam a vasoconstrição, angiotensina II e estrogênio (LOEWEN et al., 2017). Fatores genéticos também podem ser importantes para esta dinâmica, como: alguns genes dos componentes do sistema renina-angiotensina, receptores simpáticos parassimpáticos nos músculos periféricos (LOEWEN et al., 2017). Por outro lado, a rotação do ventrículo esquerdo das mulheres depende menos da ação do sistema simpático e parassimpático quando comparado aos homens (WILLIAMS et al., 2018). Além disso, o ciclo sinusal das mulheres é mais curto, o que demonstra uma menor dependência das vias simpáticas e parassimpáticas, com isso elas tem um menor impacto na frequência cardíaca (MENDONCA et al., 2010).

Contrário aos nossos achados, estudos verificaram associação positiva entre os índices da VFC na posição supina com a FCR no 1º e 3º minutos de recuperação (NUNAN et al., 2010). Entre a FCR no 3º e 4º minutos e o registro de 24 horas da VFC (ANTELMÍ et al., 2008). Entre o registro da VFC na posição supina e o 4º minuto de recuperação (CHEN et al., 2011) em homens saudáveis.

Por outro lado, outros estudos vem demonstrando a não correlação entre a FCR no 1º e 2º minutos de recuperação, seguido do esforço máximo e submáximo com a VFC de curto prazo, na condição basal supino em homens e mulheres não atletas (CHEN et al., 2011; JAVORKA et al., 2002), e em homens atletas (BOSQUET; GAMELIN; BERTHOIN, 2007). No estudo de (ANTELMÍ et al., 2008), foi coletado o registro de 24 horas da VFC, os pesquisadores verificaram correlação nula entre o decremento da FCR no 1º e 2º minutos de recuperação após o esforço com os índices da VFC em uma amostra com grande número de indivíduos de ambos os sexos.

Diferentemente do nosso trabalho, no estudo de (MENDONCA et al., 2010), que usou o EOA, verificou uma maior reatividade parassimpática (redução) nas mulheres em comparação aos homens após mudança postural.

No contexto de sistema nervoso autônomo, as possíveis diferenças de ajuste do sistema nervoso autônomo entre os sexos podem estar relacionadas as diferentes formas de modulação do arco-reflexo autônomo. As potenciais diferenças de modulação, podem estar associadas aos diferentes tamanhos ou números de neurônios, variações no números de receptores, diferenças no conteúdo ou metabolismo dos neurotransmissores, bem como diferenças funcionais nos vários componentes do arco reflexo autônomo (DART; DU; KINGWELL, 2002).

Atualmente, existem duas teorias as quais explicam a ligação entre o controle vagal cardíaco e a sua autorregulação. A Teoria Polivagal (PORGES, 2007) e o Modelo

Integrativo Neurovisceral (SMITH et al., 2017; THAYER et al., 2009) fazem previsões claras sobre a recuperação do controle vagal cardíaco, como aspecto central para a adaptação do organismo (STANLEY; PEAKE; BUCHHEIT, 2013).

Atualmente, surgiu uma terceira teoria chamada de Teoria do Tanque Vagal (LABORDE; MOSLEY; MERTGEN, 2018), a qual leva em consideração o sistema de integração dos 3 “Rs”, ou seja, repouso, reatividade e recuperação. Essa teoria defende a condição de que quanto maior o controle vagal no repouso, melhor a autorregulação do organismo.

Apesar disso, se opõem a essa afirmação, pois pode ser problemática no contexto de mudanças e adaptações orgânicas e muitas vezes não se aplica à atividade física. Em esportes de resistência, por exemplo, uma atividade vagal cardíaca em repouso muito alta pode levar a reduções no desempenho. Nesse estado de sobrecarga não funcional, não apenas o desempenho físico, mas também a regulação motivacional e emocional pode ser limitada (MEEUSEN et al., 2013). Em alguns casos, exercícios extenuantes podem até induzir hiperatividade simpática cardiovascular (DALLA VECCHIA et al., 2019; MORLIN et al., 2020)

Como limitação do nosso estudo, destacamos que os dados não podem ser extrapolados para indivíduos idosos e ou indivíduos com diferentes condições clínica-funcional comparativamente aos voluntários do presente estudo. Além disso, realizamos a avaliação da FCR durante 5 minutos pós-exercício por meio do protocolo de recuperação ativa em esteira rolante, portanto os dados não podem ser extrapolados para diferentes protocolos de recuperação (exemplo: recuperação passiva) ou ergômetros (exemplo: ciclo ergômetro) onde os voluntários realizam a recuperação na posição sentada.

Por outro lado, nosso estudo surge como uma nova ferramenta para entendermos a diferença da associação entre a função autonômica cardíaca parassimpática e as diferentes formas de análise dessa variável no repouso com a capacidade de decremento da FC pós o exercício físico entre homens e mulheres. Por fim, o nosso estudo talvez seja o primeiro a demonstrar a correlação entre a FCR após teste de esforço e as diferentes formas de análise da atividade parassimpática de repouso, em homens e mulheres. Além disso, é o primeiro a mostrar que homens e mulheres apresentam dinâmicas diferentes entre repouso e recuperação, e por isso devem ser estudados em grupos separados.

Em adição, nosso trabalho talvez possa subsidiar novas pesquisas nos campos da fisiologia cardiovascular, fisiologia do exercício e na fisiologia clínica do exercício. O campo da fisiologia do exercício merece destaque especial, pois nosso estudo pode instigar o avanço de estudos na área de prescrição de treinamento, podendo proporcionar atualização de métodos já existentes ou o surgimento de novos métodos de treinamento aeróbico que levem em consideração a diferença na

relação da função autonômica cardíaca no repouso e a capacidade de recuperação pós exercício entre homens e mulheres.

## 5. CONCLUSÃO

Para ambos os gêneros a FCR absoluta e relativa se correlacionaram positivamente com a atividade/modulação parassimpática no repouso. Entretanto os mecanismos de associação da FCR com o status autonômico cardíaco no repouso em mulheres parecem ser distintos dos homens. Deste modo, a dinâmica da FCR em mulheres está positivamente correlacionada com grau de atividade parassimpática no repouso supino e ortostático. E a FCR está positivamente correlacionada com o grau de responsividade (redução) após mudança postural da posição supina para ortostática em homens.

## 6. Referências Bibliográficas

- ANTELMÍ, I. et al. Heart rate recovery after treadmill electrocardiographic exercise stress test and 24-hour heart rate variability in healthy individuals. **Arquivos Brasileiros De Cardiologia**, v. 90, n. 6, p. 380–385, jun. 2008.
- BARNES, J. N. Sex-specific factors regulating pressure and flow. **Experimental Physiology**, v. 102, n. 11, p. 1385–1392, 1 nov. 2017.
- BOSQUET, L.; GAMELIN, F.-X.; BERTHOIN, S. Is aerobic endurance a determinant of cardiac autonomic regulation? **European Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 3, p. 363–369, jun. 2007.
- CHEN, J.-Y. et al. Cardiac autonomic functions derived from short-term heart rate variability recordings associated with heart rate recovery after treadmill exercise test in young individuals. **Heart and Vessels**, v. 26, n. 3, p. 282–288, maio 2011.
- COLE, C. R. et al. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. **The New England Journal of Medicine**, v. 341, n. 18, p. 1351–1357, 28 out. 1999.
- CUNHA, F. A. et al. Parasympathetic reactivation after maximal CPET depends on exercise modality and resting vagal activity in healthy men. **SpringerPlus**, v. 4, 27 fev. 2015.
- DALLA VECCHIA, L. A. et al. Can strenuous exercise harm the heart? Insights from a study of cardiovascular neural regulation in amateur triathletes. **PloS One**, v. 14, n. 5, p. e0216567, 2019.
- DART, A. M.; DU, X.-J.; KINGWELL, B. A. Gender, sex hormones and autonomic nervous control of the cardiovascular system. **Cardiovascular Research**, v. 53, n. 3, p. 678–687, 15 fev. 2002.
- EVRENGUL, H. et al. The Relationship Between Heart Rate Recovery and Heart Rate Variability in Coronary Artery Disease. **Annals of noninvasive electrocardiology : the official journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc**, v. 11, p. 154–62, 1 abr. 2006.

FANG, S.-C.; WU, Y.-L.; TSAI, P.-S. Heart Rate Variability and Risk of All-Cause Death and Cardiovascular Events in Patients With Cardiovascular Disease: A Meta-Analysis of Cohort Studies. **Biological Research for Nursing**, v. 22, n. 1, p. 45–56, 2020.

FONSECA, R. X. DA. Relação entre a função autonômica cardíaca no repouso, supino e ortostático, e o decremento cronotrópico após teste de esforço máximo em mulheres jovens. 28 maio 2021.

GARCIA, G. L. et al. EFEITO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE RECUPERAÇÃO SOBRE A FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 1, p. 16–20, fev. 2017.

GOLDBERGER, J. J. et al. Assessment of parasympathetic reactivation after exercise. **American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology**, v. 290, n. 6, p. H2446-2452, jun. 2006.

GOMES, C. J. Dinâmica cronotrópica pós-esforço e função autonômica cardíaca de repouso em praticantes de dança de salão. 28 jul. 2015.

HERDY, A. H.; CAIXETA, A. Classificação Nacional da Aptidão Cardiorrespiratória pelo Consumo Máximo de Oxigênio. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 106, p. 389–395, maio 2016.

HERNANDO, D. et al. Validation of Heart Rate Monitor Polar RS800 for Heart Rate Variability Analysis During Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 3, p. 716–725, mar. 2018.

HOTTENROTT, L.; KETELHUT, S.; HOTTENROTT, K. Commentary: Vagal Tank Theory: The Three Rs of Cardiac Vagal Control Functioning – Resting, Reactivity, and Recovery. **Frontiers in Neuroscience**, v. 13, 2019.

HSU, C.-H. et al. Poincaré plot indexes of heart rate variability detect dynamic autonomic modulation during general anesthesia induction. **Acta Anaesthesiologica Taiwanica: Official Journal of the Taiwan Society of Anesthesiologists**, v. 50, n. 1, p. 12–18, mar. 2012.

JAE, S. Y. et al. Relation of heart rate recovery to heart rate variability in persons with paraplegia. **Clinical Autonomic Research: Official Journal of the Clinical Autonomic Research Society**, v. 21, n. 2, p. 111–116, abr. 2011.

JAVORKA, M. et al. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 35, n. 8, p. 991–1000, ago. 2002.

KLEIGER, R. E.; STEIN, P. K.; BIGGER JR., J. T. Heart Rate Variability: Measurement and Clinical Utility. **Annals of Noninvasive Electrocardiology**, v. 10, n. 1, p. 88–101, 2005.

KUO, T. B. et al. Effect of aging on gender differences in neural control of heart rate. **The American Journal of Physiology**, v. 277, n. 6, p. H2233-2239, 1999.

LABORDE, S.; MOSLEY, E.; MERTGEN, A. Vagal Tank Theory: The Three Rs of Cardiac Vagal Control Functioning – Resting, Reactivity, and Recovery. **Frontiers in Neuroscience**, v. 12, 10 jul. 2018.

LOEWEN, S. P. et al. Sex-specific differences in cardiovascular and metabolic hormones with integrated signalling in the paraventricular nucleus of the hypothalamus. **Experimental Physiology**, v. 102, n. 11, p. 1373–1379, 1 nov. 2017.

MALIK, M. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **Circulation**, v. 93, p. 1043–1065, 1 mar. 1996.

MEEUSEN, R. et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 1, p. 186–205, jan. 2013.

MENDONCA, G. V. et al. Sex differences in linear and nonlinear heart rate variability during early recovery from supramaximal exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme**, v. 35, n. 4, p. 439–446, ago. 2010.

MOLINA, G. E. Relação entre a modulação autonômica cardíaca no repouso supino e ortostático e o decremento cronotrópico após o teste de esforço máximo em indivíduos normais. 25 jul. 2013.

MOLINA, G. E. et al. Post-exercise heart-rate recovery correlates to resting heart-rate variability in healthy men. **Clinical Autonomic Research: Official Journal of the Clinical Autonomic Research Society**, v. 26, n. 6, p. 415–421, 2016.

MOLINA, G. E. et al. Post-exercise heart rate recovery and its speed are associated with cardiac autonomic responsiveness following orthostatic stress test in men. **Scandinavian cardiovascular journal: SCJ**, v. 55, n. 4, p. 220–226, ago. 2021.

MORLIN, M. T. et al. BRADYCARDIA IN ATHLETES: DOES THE TYPE OF SPORT MAKE ANY DIFFERENCE? – A SYSTEMATIC REVIEW. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, p. 449–453, 5 out. 2020.

NUNAN, D. et al. Resting autonomic modulations and the heart rate response to exercise. **Clinical Autonomic Research: Official Journal of the Clinical Autonomic Research Society**, v. 20, n. 4, p. 213–221, ago. 2010.

PORGES, S. W. The Polyvagal Perspective. **Biological psychology**, v. 74, n. 2, p. 116–143, fev. 2007.

PUMPRLA, J. et al. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **International Journal of Cardiology**, v. 84, n. 1, p. 1–14, jul. 2002.

SMITH, R. et al. The hierarchical basis of neurovisceral integration. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 75, p. 274–296, abr. 2017.

STANLEY, J.; PEAKE, J. M.; BUCHHEIT, M. Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: implications for training prescription. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 43, n. 12, p. 1259–1277, dez. 2013.

THAYER, J. F. et al. Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. **Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine**, v. 37, n. 2, p. 141–153, abr. 2009.



TULPPO, M. P. et al. Sympatho-vagal interaction in the recovery phase of exercise. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 31, n. 4, p. 272–281, jul. 2011.

VANDERLEI, L. C. M. et al. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 24, n. 2, p. 205–217, jun. 2009.

WASSERMAN, K. Determinants and detection of anaerobic threshold and consequences of exercise above it. **Circulation**, v. 76, n. 6 Pt 2, p. VI29-39, dez. 1987.

WILLIAMS, A. M. et al. Influence of vagal control on sex-related differences in left ventricular mechanics and hemodynamics. **American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology**, v. 315, n. 3, p. H687–H698, 1 set. 2018.

YOSHINO, K. et al. Modeling effects of age and sex on cardiovascular variability responses to aerobic ergometer exercise. **Medical & Biological Engineering & Computing**, v. 45, n. 11, p. 1085–1093, nov. 2007.

Tabela 1. Valores mediano (extremos) das variáveis fisiológicas e da função autonômica cardíaca no repouso (posição supina e ortostática) e sua variação da posição supina para a ortostática.

	Sexo		P
	Mulheres	Homens	Mulheres vs. Homens
FCsup (bpm·min)	69,5 (53-91)	57,5 (43-74)	<0,01
SD1sup	36,7 (11,4-117,3)	51,3 (19,4-111,1)	<0,01
FCort (bpm·min)	88 (66-106)	70,5 (50-101)	<0,01
SD1ort	16,2 (6-58)	22 (7,4-70)	<0,01
Δ% SD1	51,7 (4,4-84,6)	51,6 (0,6-79,2)	0,90
Reserva Cronotrópica (%)	80,5 (49-108)	130,5 (108-146)	<0,01
VO <sub>2</sub> max (mL/kg·min)	36,4 (27,8-49,8)	48,4 (38,5-55)	<0,01
FCmax (bpm·min)	192 (172-202)	189 (166-203)	0,30

Legenda: FC = Frequência cardíaca; Sup = Supino; Ort = Ortostático; SD1 = desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento-a-batimento; Reserva cronotrópica = coeficiente de recuperação da frequência cardíaca relativa; VO<sub>2</sub>max = Consumo máximo de oxigênio. Teste de correlação de Spearman; P<0,05.

Tabela 2. Valores medianos (extremos) da frequência cardíaca de recuperação (1° ao 5° minuto) absoluta e relativa em homens e mulheres.

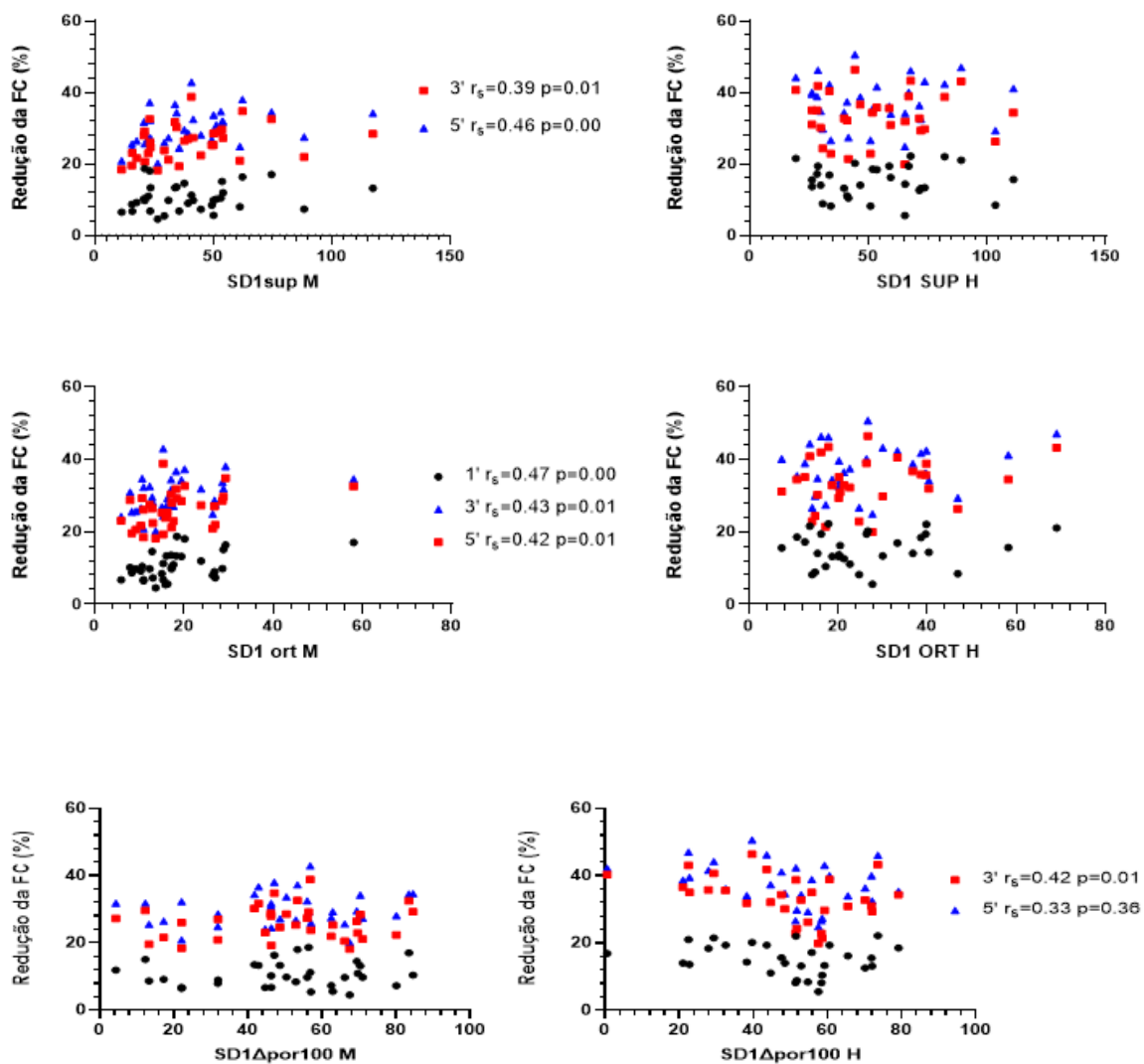
	Sexo		P
	Mulheres	Homens	Mulheres vs. Homens
FCR 1° min (batimentos ·min <sup>-1</sup> )	19 (9-34)	27,5 (11-42)	<0,01
FCR 3° min (batimentos ·min <sup>-1</sup> )	49 (36-76)	62 (40-78)	<0,01
FCR 5° min (batimentos ·min <sup>-1</sup> )	55 (40-84)	70,5 (49-86)	<0,01
Δ% FCR 1° min	9,8 (4,5-18,7)	14,9 (5,5-22,2)	<0,01
Δ% FCR 3° min	26,2 (18,2-38,8)	33,6 (19,9-46,4)	<0,01
Δ% FCR 5° min	29,2 (20,2-42,9)	38 (24,9-50,6)	<0,01

Legenda: FCR = Frequência cardíaca de recuperação. Teste de correlação de Spearman; P<0,05.

Tabela 3. Correlação entre o decremento absoluto e relativo da frequência cardíaca no 1<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> min de recuperação após TEmax com a modulação cardiovagal na posição supina, ortostática e sua variação relativa da posição supina para a ortostática em homens e mulheres.

	ΔabsFC				ΔabsFC				ΔabsFC			
	1min		Δ%FC 1 min		3min		Δ%FC 3min		5min		Δ%FC 5min	
	rs	p	rs	p	rs	p	rs	p	rs	p	rs	p
SD1sup												
H	0,08	0,33	0,45	0,40	0,16	0,47	0,34	0,43	0,05	0,39	0,00	0,50
SD1ort												
H	0,06	0,38	0,08	0,32	0,1	0,31	0,16	0,20	0,12	0,27	0,15	0,20
Δ% SD1												
H	0,13	0,25	0,35	0,3	0,28	0,60	<b>0,42*</b>	<b>0,01</b>	0,19	0,16	<b>0,33*</b>	<b>0,04</b>
SD1sup												
M	0,21	0,12	0,21	0,11	<b>0,43*</b>	<b>0,01</b>	<b>0,39*</b>	<b>0,01</b>	<b>0,47*</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,46*</b>	<b>&lt;0,01</b>
SD1ort												
M	<b>0,43*</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,47*</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,38*</b>	<b>0,01</b>	<b>0,43*</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>0,34*</b>	<b>0,02</b>	<b>0,42*</b>	<b>&lt;0,01</b>
Δ% SD1												
M	0,11	0,26	0,06	0,36	0,14	0,21	0,3	0,44	0,2	0,12	0,11	0,25

Legenda: SD1 = desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento-a-batimento; H = homem; M= mulher. Teste de correlação de Spearman; P<0,05.



**Figura 1.** Correlação entre a redução relativa da frequência cardíaca (FC) no 1º (círculo preto), 3º (círculo vermelho) e 5º (círculo azul) minutos de recuperação pós-esforço em esteira na posição ortostática e os índices de Poincaré da variabilidade da frequência cardíaca nas posturas supina (gráficos de cima), ortostática (gráficos do meio) e sua variação relativa da posição supina para a ortostática (gráficos de baixo) em homens e mulheres. Os coeficientes de correlação de Spearman e seus respectivos valores de p na postura ortostática no 1º, 3º e 5º minutos pós-esforço, quando não se mostraram significativos encontram-se na TABELA 3.

## Lista de Anexos

### Anexo 1:

#### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

O (a) Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar do projeto: **CONCORDÂNCIA ENTRE O PRIMEIRO LIMIAR VENTILATÓRIO E O LIMIAR DE VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM UM TESTE DE ESFORÇO CARDIOPULMONAR. UM ESTUDO COM INDIVÍDUOS JOVENS CLINICAMENTE SAUDÁVEIS**, sob responsabilidade do Prof. Carlos Janssen Gomes da Cruz.

O objetivo desta pesquisa é verificar a possibilidade de utilização da medida dos batimentos cardíacos durante um teste de esforço físico como estratégia para a determinação de suas capacidades físicas, por ser uma medida fácil e de baixo custo. Esta pesquisa justifica-se, pois a determinação das zonas funcionais do treinamento por meio de um teste cardiopulmonar envolve alto custo e a necessidade de um laboratório para sua realização.

O (a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a). O senhor(a) pode se recusar a responder qualquer questão (no caso da aplicação de um questionário) que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a).

A sua participação será da seguinte forma:

O protocolo geral da pesquisa prevê 3 visitas ao laboratório. Inicialmente o (a) senhor (a) será atendido (a) pelo pesquisador a fim de proceder a uma anamnese (entrevista sobre características e hábitos pessoais), medida de dados antropométricos (peso, altura, composição corporal, frequência cardíaca de repouso) e eletrocardiograma de repouso. Na segunda e terceira visita, será utilizado um frequencímetro para o registro da contagem do número de batimentos do coração (frequência cardíaca), na posição deitada, em cama de exame médico, e na posição de pé ao lado da cama. Em cada uma das situações de teste, a contagem dos batimentos do coração terá a duração de aproximadamente 5 minutos, com intervalo de alguns minutos entre uma situação e outra. Após estes procedimentos, o (a) senhor (a) será encaminhado (a) à esteira rolante onde será submetido (a) a um teste de esforço máximo. Ao final do teste de esforço ficará por 5 minutos caminhando na esteira para que a frequência cardíaca e pressão arterial retornem à valores próximos aos de repouso.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Instituição Centro Universitário UNIEURO, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador.

Considerando o fato de que a pesquisa envolve jovens saudáveis, os riscos de eventos cardiovasculares negativos associados ao teste de esforço (morte súbita ou infarto agudo do miocárdio) são considerados baixos.

De acordo com a literatura, a ocorrência é menor que 1% (6 eventos cardiovasculares para cada 10 mil testes). Os riscos serão ainda minimizados diante de avaliação clínica prévia realizada por médico cardiologista e a partir do monitoramento de variáveis fisiológicas durante o teste, como o eletrocardiograma, a fração expirada dos gases e os equivalentes ventilatórios, que permitem a identificação precoce de possíveis anormalidades fisiológicas e a consequente interrupção do teste. Em caso de intercorrências, O (a) Sr (a) será imediatamente conduzido (a) ao Hospital Universitário de Brasília pelo pesquisador responsável. Como benefícios de sua participação na pesquisa, destacamos a realização de avaliação do estado de saúde cardiovascular e da capacidade funcional sem custos. Caso o(a) Senhor(a) tenha qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Prof. Carlos Janssen Gomes da Cruz, na instituição Centro Universitário UNIEURO, telefone: 4020 7525 (Aceitaremos chamada à cobrar no telefone 99319-4006).

Todas as despesas que você (**você e seu acompanhante, quando necessário**) tiver (**tiverem**) relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa ou exames para realização da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável. Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados no Centro Universitário UNIEURO, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: (Carlos Janssen Gomes da Cruz, no Centro universitário UNIEURO, no telefone (61) 3445 5717 ou 99319-4006), disponível inclusive para ligação a cobrar (99319-4006), ou entrar em contato via e-mail ([janssengomes@gmail.com](mailto:janssengomes@gmail.com)).

Este projeto foi aprovado pelos Comitês de Ética em Pesquisa do Centro universitário UNIEURO e da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail [cepfs@unb.br](mailto:cepfs@unb.br) ou [cepfsunb@gmail.com](mailto:cepfsunb@gmail.com), horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte. Ou ainda, com o CEP do UNIEURO pelo telefone (61) 3445-5836 ou do e-mail [cep@unieuro.com.br](mailto:cep@unieuro.com.br), horário de atendimento de 08:00hs às 12:00hs e de 13:00hs às 17:00hs, de segunda a sexta-feira. O CEP-UNIEURO encontra-se no Centro Universitário UNIEURO, localizado na Avenida das nações, trecho O, Conjunto 5, Bloco B (2º andar)- Asa sul, Brasília-DF.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o Senhor (a).

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o voluntário da pesquisa.

---

Nome / assinatura

---

Pesquisador Responsável

Nome e assinatura

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.