



Universidade de Brasília
Faculdade de Educação Física
Graduação em Educação Física

PAULA BEATRIZ SILVESTRE MELO

**CORRELAÇÃO ENTRE A TAQUICARDIA DURANTE O ESTRESSE
ORTOSTÁTICO ATIVO E A RECUPERAÇÃO CRONOTRÓPICA APÓS TESTE
CARDIOPULMONAR MÁXIMO EM HOMENS JOVENS SAUDÁVEIS**

Brasília, 2018.

PAULA BEATRIZ SILVESTRE MELO

**CORRELAÇÃO ENTRE A TAQUICARDIA DURANTE O ESTRESSE
ORTOSTÁTICO ATIVO E A RECUPERAÇÃO CRONOTRÓPICA APÓS TESTE
CARDIOPULMONAR MÁXIMO EM HOMENS JOVENS SAUDÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à
Universidade de Brasília, como parte das exigências
para a obtenção do título de Bacharel em Educação
Física.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Eckhardt Molina

Brasília, 2018.

PAULA BEATRIZ SILVESTRE MELO

**CORRELAÇÃO ENTRE A TAQUICARDIA DURANTE O ESTRESSE
ORTOSTÁTICO ATIVO E A RECUPERAÇÃO CRONOTRÓPICA APÓS TESTE
CARDIOPULMONAR MÁXIMO EM HOMENS JOVENS SAUDÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
a Universidade de Brasília, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Bacharel em Educação Física.

Brasília, ____ de _____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Guilherme E. Molina
Professor Adjunto da Faculdade de Educação Física - UnB

Prof. Ms. Edgard M. K. V. K. Soares
Doutorando em Educação Física pela Faculdade de Educação Física - UnB

Prof. Ms. Giliard Lago Garcia
Doutorando em Educação Física pela Faculdade de Educação Física - UnB

Dedico á minha família pelo apoio e amor incondicionais. Aos meus amigos pelos momentos de paz. Ao meu amor pelo zelo, alegria e companheirismo constantes.

AGRADECIMENTOS

Minha gratidão a Deus, meu Pai de Amor, que tantas vezes me carregou nos braços em momentos difíceis. À Maria Santíssima, que sempre me cuida como filha e me ensinou a silenciar e confiar.

Agradeço aos meus pais, Angélica e Reinaldo, vocês são as minhas forças, meu amor por vocês me moveu até aqui e o amor de vocês me construiu para ser a mulher que eu sou, eu amo vocês! À minha madrinha Liana, pela amizade e presença constantes, te amo Lili.

Aos meus irmãos: Isabel, Fernando e Caio, agradeço todos os dias por ter vocês na minha vida, vocês são raios de luz e misericórdia no meu caminho, muito obrigada, eu amo vocês! Caio, obrigada por me ensinar tanto sobre mim! À minha afilhada Camila, pela sua amizade, amor e confiança em mim, eu te amo, espero ser um exemplo de pessoa e profissional para você.

Aos meus avós, vovó Alice, vovô Silvestre, vovó Nita e vovô Zé (*in memorian*), obrigada pelos exemplos de superação, pelo zelo por mim, por sempre terem um real, um abraço tão gostoso e os melhores conselhos, carrego todos os seus ensinamentos no meu coração! Vovô Zé, eu sei que do céu o senhor se orgulha da sua Bibi se formando, amo vocês!

Aos meus sogros Mãe Cláudia e Pairton, que me cuidam como filha e que com a Clara e a Clarice se tornaram minha segunda família! Ao meu amor, Arthur, carinhosamente Thuthu, obrigada por existir, por me escolher e reafirmar essa escolha todos os dias com tanto amor e cuidado, você é um sinal vivo do amor de Deus por mim. Obrigada Deus pelo meu Thuthu, eu te amo meu amor!

Aos meus amigos, obrigada pela amizade, risadas, abraços, saídas, comidas compartilhadas, refúgios e por todo o amor! Em especial a Waydson, meu irmãozinho, cupido, obrigada por ser esse amigo tão querido e presente. À Karen, pelos 20 anos com o título de Bext, obrigada pelo seu acolhimento, amo vocês! À Ana Souza (*in memorian*) gratidão pelo seu apoio quando eu escolhi Educação Física, essa conquista é pra você Aninha! À Júlia Lopes, Gustavo Mendes, Patrícia Caires, Betânia Sabino, Gabriella Corrêa, Pedro Henrique, Wellington Dornelas e Davi Alves, obrigada pela amizade de vocês, eu torço muito por vocês, meus queridos amigos!

Agradeço aos membros do GEAFS, do Laboratório de Fisiologia do Exercício da FEF, em especial aos professores Ms. Lúcia Kobayashi, Dra. Keila Fontana e Dr. Luiz Porto (por serem exemplos de professores e pesquisadores para mim), ao GESPORTE, em especial ao Professor Dr. Paulo Henrique e ao Projeto Viva Bem, em especial ao Professor Dr. Felipe Rodrigues, muito obrigada pelo conhecimento compartilhado com tanta disposição e pelos incontáveis auxílios nesses quatro anos. À Universidade de Brasília, pela oportunidade de estudar aqui. Finalmente, ao Professor Dr. Guilherme E. Molina pelas incontáveis conversas, não só sobre fisiologia, e por ser não só orientador, mas um grande amigo, obrigada pela sua confiança em mim e no meu trabalho e por sempre me incentivar a sonhar mais alto e mais longe! Um grande abraço, professor!

“Quem elegeu a busca não pode recusar a travessia”.

(Guimarães Rosa)

RESUMO

Introdução: A frequência cardíaca é modulada por variáveis intrínsecas e pelos ramos simpático e parassimpático do Sistema Nervoso Autônomo (SNA). Diversos ensaios clínicos demonstram que a avaliação da frequência cardíaca no repouso (FC) e da frequência cardíaca de recuperação (FCR) são consideradas importantes e independentes preditores de risco cardiovascular para mortalidade. Nesse cenário, é razoável esperar que a modulação autonômica cardíaca de repouso possa influenciar na capacidade de recuperação imediatamente após o esforço. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a correlação entre a taquicardia durante o teste de estresse ortostático ativo (EOA) com a FCR nos primeiros 5 minutos após teste cardiopulmonar máximo (TCmax) em homens jovens saudáveis.

Métodos: Foram avaliados 30 homens, com idade entre 18 e 40 anos e IMC entre 18,6 a 29,9 kg/m², saudáveis de acordo com avaliação clínica-cardiológica. A função autonômica cardíaca (FAC) no repouso foi avaliada durante o EOA por meio das variáveis velocidade de taquicardia (bpm/s) e reserva cronotrópica basal (RCB) (bpm). A FCR foi obtida por meio da diferença da frequência cardíaca máxima (FCmax), obtida no TCmax, com o registro da FC no 1º ao 5º minuto da recuperação ativa, segundo protocolo de Cole *et al.* (1999). Após avaliação da normalidade dos dados (Shapiro Wilk) utilizou-se a estatística descritiva mediana (extremos) e para a análise de correlação foi utilizado o teste de correlação de Spearman, ao nível de significância de 5%. Os dados foram processados pelo software estatístico Graph Pad, 6.0.

Resultados: Foram observadas correlações positiva entre a velocidade de taquicardia e a FCR no 1º $r_s = 0,36$ $p = 0,02$; 2º $r_s = 0,42$ $p = 0,01$; 3º $r_s = 0,45$ $p < 0,01$; 4º $r_s = 0,41$ $p = 0,01$ e 5º $r_s = 0,56$ $p < 0,01$ minutos de recuperação e correlação positiva entre a reserva cronotrópica basal (RCB) após EOA com a FCR 1º $r_s = 0,27$ $p = 0,07$; 2º $r_s = 0,31$ $p = 0,05$; 3º $r_s = 0,36$ $p = 0,02$; 4º $r_s = 0,32$ $p = 0,04$ e 5º $r_s = 0,49$ $p < 0,01$ minutos de recuperação.

Discussão / Conclusão: O principal achado do trabalho foi verificar que a velocidade de taquicardia se correlaciona positivamente com a FCR, %FCR e CFCR e que a RCB se correlaciona positivamente com a FCR, %FCR e CFCR. Portanto, os achados sugerem que quanto maior a taquicardia durante o EOA (retirada parassimpática) maior a FCR. Conclui-se que quanto maior a retirada parassimpática durante o EOA maior será a FCR após TCmax, indicando que o comportamento FC durante o EOA pode influenciar a FCR.

Palavras-chave: Sistema Nervoso Autônomo, Sistema Parassimpático, Recuperação, Estresse Ortostático, Frequência Cardíaca.

ABSTRACT

Introduction: The heart rate is modulated by intrinsic variables and by the sympathetic and parasympathetic branches of the Autonomic Nervous System (ANS). Several clinical trials have shown that resting heart rate (HR) and heart rate recovery (HRR) are considered important and independent predictors of cardiovascular risk for mortality. In this scenario, it is reasonable to expect that autonomic cardiac modulation at rest may influence recovery capacity immediately after exertion. Therefore, the objective of this study was to evaluate the correlation between tachycardia during the active orthostatic stress test (OAE) and HRR in the first 5 minutes after maximal cardiopulmonary test (CTmax) in healthy young men. **Methods:** We evaluated 30 men, aged between 18 and 40 years with BMI between 18.6 and 29.9 kg/m², healthy according to clinical and cardiological evaluation. The cardiac autonomic function (CAF) at rest was evaluated during the OAE by means of tachycardia velocity (bpm/s) and basal chronotropic reserve (BCR) (bpm). The HRR was calculated by means of the difference in maximal heart rate (HRmax), obtained in the CTmax, with HR recording at the 1st to 5th minute of the active recovery, according to Cole et al. (1999). After the normality of the data (Shapiro Wilk), we used the median descriptive statistics (extremes) and for the correlation analysis the Spearman correlation test was used, at a significance level of 5%. Data were processed by Graph Pad, 6.0 statistical software. **Results:** Correlations were: positive between tachycardia velocity and HRR at 1st $r_s=0,36$ $p=0,02$; 2nd $r_s = 0,42$ $p = 0,01$; 3rd $r_s=0,45$ $p <0,01$; 4th $r_s=0,41$ $p=0,01$ and 5th $r_s=0,56$ $p<0,01$ minutes of recovery and positive correlation between the basal chronotropic reserve (BCR) after OAE with HRR 1st $r_s=0,27$ $p=0,07$; 2nd $r_s=0,31$ $p=0,05$; 3rd $r_s=0,36$ $p=0,02$; 4th $r_s=0,32$ $p=0,04$ and 5th $r_s=0,49$ $p<0,01$ minutes of recovery. **Discussion:** The main finding of the study was that the velocity of tachycardia correlates positively with the HRR, %HRR and the CHRR and that the BCR correlates positively with the HRR, %HRR and the CHRR. Therefore, the findings suggest that the higher the tachycardia during OAE (parasympathetic withdrawal) the higher the HRR. It is concluded that the greater the parasympathetic withdrawal during the OAE, the higher the HRR after CTmax, indicating that the HR behavior during the OAE may influence the HRR.

Key words: Autonomic Nervous System, Parasympathetic System, Recovery, Orthostatic Stress, Heart Rate.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	10
2 MATERIAIS E MÉTODOS	11
2.1 ESTATÍSTICA	13
3 RESULTADOS	14
4 DISCUSSÃO	15
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
APÊNDICE A – Termo De Consentimento Livre e Esclarecido	19

1 INTRODUÇÃO

Estudos clínicos demonstram que a avaliação da atividade do sistema nervoso autônomo (SNA), composta pelos ramos autonômicos parassimpático e simpático, é uma importante medida preditora de morbimortalidade cardiovascular e também está associada com diferentes prognósticos de doenças cardiovasculares ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾.

No campo da fisiologia do exercício, a avaliação do SNA destaca-se como uma medida que permite quantificar os efeitos da carga de estresse físico imposto ao organismo e também a sua capacidade de recuperação após o esforço ⁽⁴⁾.

Nesse cenário, as medidas iniciais da frequência cardíaca (FC) em resposta à mudança postural ativa - estresse ortostático ativo (EOA) frequentemente são utilizadas no repouso para avaliar os ajustes instantâneos do SNA frente a um estímulo estressor. As respostas cronotrópicas frente ao EOA são uma maneira simples, reprodutível e não invasiva que usualmente são utilizadas para avaliar as possíveis alterações da atividade autonômica no controle da FC e seus efeitos em diferentes condições clínicas e funcionais ⁽⁵⁾.

Ao mesmo tempo, outra forma comumente utilizada para avaliar a atividade do SNA é a Frequência cardíaca de recuperação (FCR), a qual pode ser empregada na prática clínica e na avaliação de atletas por estar diretamente relacionada com a capacidade de medir a reativação vagal nos momentos iniciais da recuperação ⁽⁶⁾⁽⁷⁾.

Diversos estudos utilizaram os dados da FC durante o EOA e a FCR de forma isolada como marcadores fisiopatológicos e de avaliação funcional ⁽⁵⁾⁽⁸⁾. Entretanto, pouco se sabe sobre a possível relação entre o grau de modulação do SNA durante o EOA no repouso com a FCR imediatamente após o teste cardiopulmonar máximo.

Nesse contexto, é razoável esperar que o grau de modulação do SNA na condição de repouso apresente associação com a FC de recuperação. Assim, questiona-se se o grau de modulação da FC no repouso tem associação com a capacidade de recuperação da FC na recuperação após o TCmax.

Portanto, o objetivo do estudo foi verificar a existência de correlação entre a resposta da FC durante o estresse ortostático ativo com a FCR ao longo de cinco minutos após teste cardiopulmonar máximo em homens saudáveis.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um estudo transversal, com amostra não probabilística por conveniência. Como critérios de inclusão os voluntários deveriam ser do sexo masculino, ter entre 18 e 40 anos, ter a condição clínica normal de acordo com avaliação clínico cardiológica convencional e o IMC entre $18,5 \leq \text{IMC} \leq 29,9 \text{ kg/m}^2$. Os critérios de exclusão adotados foram ter etilismo, ter feito a ingestão de bebidas estimulantes 24h antes do TCmax, manifesto estado emocional alterado, utilização de medicamentos, alterações neuromusculares que impedissem a realização do TCmax e ter a frequência respiratória menor que 10 ciclos por minuto.

A amostra foi composta por 30 indivíduos (n=30) do sexo masculino, com idade (média \pm dp) $25,3 \pm 6,4$ anos e índice de massa corporal (IMC) $23,4 \pm 2,1 \text{ kg/m}^2$ clinicamente saudáveis, conforme avaliação clínico-cardiológica convencional. Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com seres Humanos da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília (UnB) (APÊNDICE A), Brasília, Brasil, conforme o parecer n°152B/2011.

Os voluntários foram orientados a não praticar exercícios físicos, a não consumir bebidas como café, chás, refrigerantes e bebidas energéticas, 24h antes do teste. Todas as coletas foram realizadas no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UnB, no período vespertino entre 12 e 18 horas.

Inicialmente foram registradas as variáveis antropométricas e hemodinâmicas bem como a anamnese clínica composta por histórico pessoal e familiar, e os questionários PAR-Q e de Estratificação de Riscos. As medidas cronotrópicas foram registradas como intervalos RR durante os testes e, posteriormente foram convertidas em FC para análise dos dados e composição das variáveis adotadas.

Posteriormente, os voluntários foram posicionados em uma maca de exame, onde permaneceram na posição supina para os registros na condição de repouso. A caracterização das medidas fisiológicas no repouso se deu após 10 minutos com os voluntários na posição supina em maca de exame, em um ambiente com a temperatura controlada (22° a 24°C). Na sequência, foi realizado o eletrocardiograma de 12 derivações (Micromed TM, São Paulo, Brasil), com duração de 5 minutos, com vistas na avaliação clínica e verificação do ritmo sinusal dos voluntários. É importante ressaltar que todos os voluntários apresentaram normalidade na avaliação clínico-cardiológica realizada pelo Dr. Junqueira, professor da

Faculdade de Medicina da UnB. Simultaneamente nessa posição foram coletados as medidas da FC e da pressão arterial – método auscultatório (PA). Para a análise da FC na posição supina foram considerados os valores médios no período de 5 minutos de registro ⁽⁹⁾ e a medida da PA conforme método padrão adotado no Laboratório de Fisiologia do Exercício da UnB.

Após os registros na condição de repouso (supina) os voluntários realizaram o teste de estresse ortostático ativo (EOA) o qual consiste em mudar a posição corporal da posição supina para a posição ortostática de forma ativa, em 5 segundos⁽¹⁰⁾. A gravação da FC foi realizada durante o EOA e após 1 minuto de gravação foi registrada a PA. Assim, foram registradas as variáveis de repouso: Velocidade de Taquicardia - velocidade em bpm/s até o maior valor da frequência cardíaca em relação ao repouso (supino) durante a manobra ortostática (FCpico), Reserva Cronotrópica Basal (RCB) - FC na posição supina subtraída da FCpico (FCpico – FC), conforme descrito na FIGURA 1.

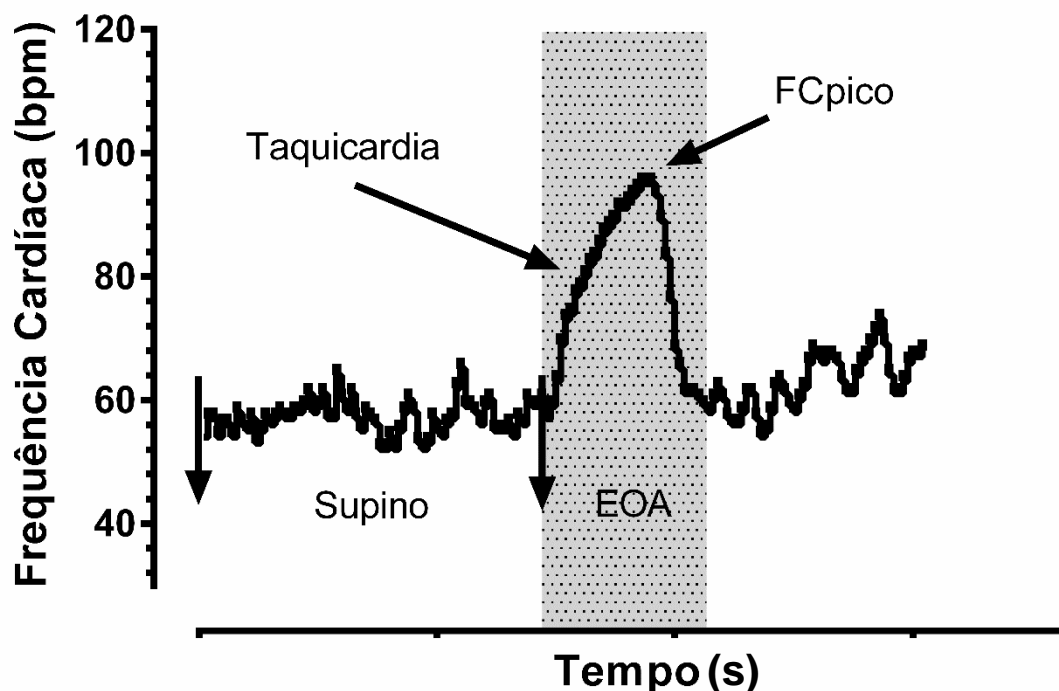


Figura 1: Exemplo de mudanças na FC, antes, durante e após EOA em um voluntário de 20 anos. Pico é a maior FC alcançada durante o EOA; Taquicardia é o período em que ocorre incremento na FC, durante o EOA; Tempo: representa o tempo para alcançar o pico.

Na sequência, imediatamente após o EOA, os voluntários foram submetidos ao teste cardiopulmonar máximo com duração entre 8 a 12 minutos no qual utilizou-se um ergoespirometro respiração a respiração (Metalyzer 3B, Cortex – Alemanha), realizados em

esteira rolante (ATL, IMBRASPORT - Brasil), para obtenção das medidas fisiológicas no esforço. O protocolo foi iniciado a uma velocidade de 3 km/h e a inclinação permaneceu constante (2,5 %) durante todo o teste, enquanto a velocidade sofreu incrementos de carga conforme ACSM⁽¹¹⁾. Os critérios de interrupção foram adotados conforme ACSM⁽¹¹⁾. Imediatamente após o esforço, iniciou-se a fase de recuperação ativa a qual teve duração de 5 minutos segundo o protocolo de Cole *et al.*⁽²⁾. Nesse período, com os voluntários na posição ortostática, a velocidade foi reduzida para 2,4 km/h e a inclinação foi mantida em 2,5%.

As variáveis de esforço e recuperação utilizadas foram, a saber: a Frequência Cardíaca Inicial de teste (FCI) - registrada imediatamente antes do início do teste, Frequência Cardíaca Máxima (FCmax)⁽¹¹⁾, Frequência Cardíaca de Recuperação (FCR) - determinada pela diferença entre os valores absolutos da FC obtidas a cada minuto da recuperação e da FCmax atingida no teste cardiopulmonar (FCR1ºmin FCR5ºmin – FCmax), %FCR – percentual da FCR - determinada pela diferença de porcentagem na queda da FCmax para a FCR obtida a cada minuto na recuperação (FCR1ºmin FCR5ºmin – FCmax / FCR1ºmin FCR5ºmin * 100), o Coeficiente Relativo da FCR (CFCR) - medida que corrige os valores absolutos da FCR de acordo com a magnitude de incremento da FC durante o teste cardiopulmonar máximo (TCmax), conforme descrito por Molina *et al.*⁽¹²⁾.

A gravação da FC nas condições acima descritas foi realizada por meio do frequencímetro Polar[®] RS800cx (Polar[™], Kempele, Finlândia), e posteriormente procedeu-se a análise *off-line* dos registros utilizando-se o *software Polar ProTrainer 5[™] for Windows* (Polar[™], Kempele, Finlândia).

2.1 ESTATÍSTICA

Verificada a não normalidade dos dados (*Shapiro Wilk*) utilizou-se para a descrição dos dados a estatística descritiva mediana (extremos). Para verificar a correlação entre as variáveis durante a mudança postural ativa com a FCR imediatamente após o TCmax, utilizou-se o teste de correlação de *Spearman*, ao nível de significância de 5%. Os dados foram tratados por meio do *software* estatístico *Graph Pad*, 6.0.

3 RESULTADOS

Para a caracterização da amostra foram registradas as seguintes variáveis, no repouso: FCsup (bpm) 57,5 (43,0 – 74,0), Pressão Arterial Sistólica (PASsup) (mmHg) 123 (102 – 150) e Pressão Arterial Diastólica (PADsup) (mmHg) 79 (56 – 90), durante o EOA: FCpico (bpm) 97,5 (90,0 – 120,0), Vel. Taquicardia (bpm/s) 2,6 (1,5 – 5,2) e RCB (bpm) 39,5 (25,0 – 54,0). Durante o esforço, foram registradas as variáveis FCI (bpm) 55,5 (41,0 – 85,0), FCmax (bpm) 189 (166 – 203) e $VO_2\text{max ml.}(kg.\text{min})^{-1}$ 48,4 (38,5 – 55,0). A mediana da amostra indica bradicardia na posição supina.

Na tabela 1, estão descritos os valores amostrais das variáveis fisiológicas da recuperação imediatamente após o esforço, a saber: FCR, %FCR e CFCR. Destaca-se a variável FCR1º, na qual a maioria do grupo apresentou uma medida maior do que o corte proposto por Cole *et al.* ⁽²⁾, entretanto um indivíduo apresentou apenas 11 batimentos de recuperação no 1º minuto após o esforço, mas foi mantido na amostra por atender os critérios de inclusão do estudo.

Tabela 1: Variáveis cronotrópicas registradas durante a recuperação em um grupo (n=30) de homens saudáveis.

	Período de recuperação ativa					
	1ºmin		3ºmin		5ºmin	
	FCR (Δ%)	CFCR	FCR (Δ%)	CFCR	FCR (Δ%)	CFCR
Mediana	27,5 (14,9)	21,7	62 (33,6)	48,7	70,5 (38)	54,9
Extremos	11-42 (5,5-22,2)	8,2- 33,6	40-78 (19,9-46,4)	29,9- 65	49-86 (24,9-50,6)	35,8-70,8

FCR: decremento da frequência cardíaca de recuperação em valores absolutos e relativos (Δ%) em batimentos por minuto; CFCR: coeficiente relativo da frequência cardíaca de recuperação dado em porcentagem.

As tabelas 2, 3 e 4 apresentam os valores das correlações entre as variáveis de repouso (velocidade de taquicardia e RCB) e de recuperação (FCR, %FCR, CFCR) expressas pelos valores de r_s e sua significância expressa nos valores de p.

Tabela 2: Valores amostrais das correlações entre a velocidade de taquicardia e reserva cronotrópica basal com a FCR do 1º ao 5º minuto em um grupo (n=30) de homens saudáveis.

Variáveis	Recuperação				
	FCR1ºmin	FCR2ºmin	FCR3ºmin	FCR4ºmin	FCR5ºmin
Vel. Taquicardia (bpm/s)	$r_s=0,36$ (p=0,02)	$r_s=0,42$ (p<0,01)	$r_s=0,45$ (p<0,01)	$r_s=0,41$ (p=0,01)	$r_s=0,56$ (p<0,01)
RCB (bpm)	$r_s=0,27$ (p=0,07)	$r_s=0,31$ (p=0,05)	$r_s=0,36$ (p=0,02)	$r_s=0,32$ (p=0,04)	$r_s=0,49$ (p<0,01)

FCR1° ao 5° min: valores modulares do decremento da FCmax para a FCR do 1° ao 5° min.

Tabela 3: Valores amostrais das correlações entre a velocidade de taquicardia e reserva cronotrópica basal com o CFCR do 1° ao 5° minuto em um grupo (n=30) de homens saudáveis.

Variáveis	Recuperação				
	CFCR 1°min	CFCR 2°min	CFCR 3°min	CFCR 4°min	CFCR 5°min
Vel. Taquicardia (bpm/s)	$r_s=0,39$ ($p=0,01$)	$r_s=0,46$ ($p<0,01$)	$r_s=0,47$ ($p<0,01$)	$r_s=0,46$ ($p<0,01$)	$r_s=0,61$ ($p<0,01$)
RCB (bpm)	$r_s=0,35$ ($p=0,03$)	$r_s=0,43$ ($p=0,01$)	$r_s=0,45$ ($p=0,01$)	$r_s=0,46$ ($p=0,01$)	$r_s=0,61$ ($p<0,01$)

CFCR1° ao 5° min: coeficiente relativo da frequência cardíaca de recuperação.

Tabela 4: Valores amostrais das correlações entre a velocidade de taquicardia e reserva cronotrópica basal com a %FCR do 1° ao 5° minuto em um grupo (n=30) de homens saudáveis.

Variáveis	Recuperação				
	%FCR 1°min	%FCR 2°min	%FCR 3°min	%FCR 4°min	%FCR 5°min
Vel. Taquicardia (bpm/s)	$r_s=0,39$ ($p=0,01$)	$r_s=0,46$ ($p<0,01$)	$r_s=0,47$ ($p<0,01$)	$r_s=0,46$ ($p<0,01$)	$r_s=0,61$ ($p<0,01$)
RCB (bpm)	$r_s=0,32$ ($p=0,04$)	$r_s=0,35$ ($p=0,03$)	$r_s=0,35$ ($p=0,03$)	$r_s=0,36$ ($p=0,03$)	$r_s=0,52$ ($p<0,01$)

%FCR1° ao 5° min: valores relativos do decremento da FCmax para a FCR do 1° ao 5° min.

4 DISCUSSÃO

Novos achados foram observados no presente estudo considerando a associação entre a resposta da FC durante o EOA e a FCR, em homens jovens saudáveis. O principal desfecho observado foi a correlação positiva e crescente encontrada nos cinco minutos após a recuperação, nas três formas de análises realizadas.

Nesse contexto, foi observado que a velocidade de taquicardia e a reserva cronotrópica basal, durante o EOA, se correlacionam com a FCR, a %FCR e o CFCR e que a recuperação

desses índices (a FCR, %FCR e o CFCR) parecem estar na dependência da responsividade da modulação autonômica cardíaca no repouso, induzida pelo EOA.

Os resultados desse estudo indicam que quanto maiores foram os valores da velocidade de taquicardia e da reserva cronotrópica basal, maiores foram a FCR, a %FCR e o CFCR do 1º ao 5º minuto de recuperação (Tabelas 2, 3 e 4). Desse modo, a possível base funcional que pode explicar essas associações observadas entre a taquicardia (velocidade e RCB) e a FCR possa ser explicado pelo fenômeno da reserva vagal descrita por Molina *et al.* (12)

Sabe-se que durante o EOA⁽¹³⁾, o voluntário ao assumir a posição ortostática de forma ativa sofre respostas reflexas no sistema cardiovascular. Uma das respostas é o aumento da FC, o qual se deve principalmente a uma maior inibição reflexa do tônus vagal cardiovascular (10)(14)(15).

Os dados apresentados por esse estudo em relação à capacidade de ajuste do coração durante o EOA corroboram com o estudo de Grant *et al.*, (2012)⁽¹⁶⁾ que afirmam que os corações saudáveis apresentam um aumento da frequência cardíaca durante o EOA, nesse estudo, os autores provam a eficiência do EOA para avaliar as respostas do sistema frente a um treinamento físico (voluntários apresentaram aumento da FC durante o EOA, após o período de treinamento).

Por outro lado, durante o teste de esforço progressivo ocorrem simultaneamente o aumento da atividade simpática e a inibição parassimpática na modulação da FC⁽¹⁷⁾. Imediatamente após o esforço, na fase de recuperação, ocorre a desaceleração cardíaca que está inicialmente na dependência primária da reativação vagal e secundária da redução da atividade simpática⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾.

Deste modo, com os resultados observados surge a hipótese de que a incapacidade de reduzir a atividade parassimpática durante o EOA impossibilite a sua total reativação após o esforço, resultando em baixa FCR, ou seja, parece que quanto maior for a incompetência cronotrópica que está na dependência da retirada vagal no repouso, menor será a FCR (Tabela 2).

Por consequência, a capacidade inibitória do sistema parassimpático é exaurida pela estimulação adaptativa no repouso e vice-versa. Isto está em acordo com o conceito de que a elevada a atividade autonômica durante o repouso, antes de uma exigência funcional (como o

exercício) mais difícil será aumentar essa atividade (ativação parassimpática) em resposta a um estímulo inibitório (fim do exercício)⁽¹²⁾.

Além de prever a morbimortalidade cardiovascular e por outras causas ⁽¹⁾⁽²⁾, outra aplicação da avaliação do SNA é permitir uma avaliação eficiente e acessível do *status* autonômico cardíaco o que pode ser uma importante ferramenta na avaliação clínica e funcional do indivíduo. No campo da Educação Física, como exemplo, os resultados observados podem auxiliar o profissional na previsão da capacidade individual de recuperar-se após esforço máximo, mesmo antes de realizá-lo⁽²⁰⁾.

Nesse sentido, a importância do presente estudo está na associação do comportamento do coração nesses dois fenômenos de avaliação da função autonômica cardíaca. De acordo com nossos achados, a resposta da FC durante o EOA pode vir a ser utilizada para prever a recuperação do sistema cardiovascular após o esforço, bem como ser utilizada como marcador de saúde cardiovascular, no sentido de avaliar com um teste simples, eficiente e reproduzível a capacidade do coração de se ajustar frente a diferentes estímulos funcionais.

Entretanto os dados não permitem a extrapolação para mulheres, homens de meia idade, atletas, bem como idosos com diferentes condições clínicas e funcionais. Ainda não sabemos se os achados se replicam após teste de esforço em cicloergômetro, e em diferentes posições corporais na recuperação (supina – sentado) visto que a recuperação do nosso trabalho foi realizada com os voluntários na posição ortostática. Portanto, recomendamos que mais estudos sejam realizados, inclusive com outras populações para atestar nossa hipótese.

Em conclusão, nossos resultados sugerem que a velocidade de taquicardia e a RCB se correlacionam positivamente com a FCR, indicando que o comportamento da FC durante o EOA está associado com a FCR após teste cardiopulmonar máximo em homens saudáveis.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Blackstone EH, Lauer MS. Heart Rate Recovery after Submaximal Exercise Testing as a Predictor of Mortality in a Cardiovascularly Healthy Cohort. *Ann Intern Med.* 2000; 132(7):7–10.
2. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-Rate Recovery Immediately after Exercise as a Predictor of Mortality. *N Engl J Med.* 1999; 341(18):1351–7.
3. Jouven X, Empana JP, Schwartz PJ, Desnos M, Courbon D DP (2005). Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. *N Engl J Med.* 2005; 352:1951–1958.

4. Bellenger CR, Fuller JT, Thomson RL, Davison K, Robertson EY, Buckley JD. Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med.* Springer International Publishing; 2016; 46(10):1461–86.
5. Wieling W. Standing, orthostatic stress and autonomic function. *Autonomic Failure: A Textbook of Clinical Disorders of the Autonomic Nervous System.*, 2nd ed Oxford Univ Oxford. 1988; pp 308–320.
6. Katsuhi Imai, Hideyuki Sato, Masatsugu Hori, Hideo Kusuoka, Hitoshi Ozaki, Hiroshi Yokoyama, Hiroshi Takeda, Michitoshi Inoue, Takenobu Kamada. Vagally Mediated Heart Rate Recovery After Exercise Is Accelerated in Athletes but Blunted in Patients With Chronic Heart Failure. *Am Coll Cardiol.* 1994.
7. Lahiri. Assessment of Autonomic Function in Cardiovascular Disease Physiological Basis and Prognostic Implications. 2008; 51(18).
8. Ewing DJ, Campbell IW, Murray A, Neilson JMM, Clarke BF. autonomic diabetes. 1978; (January):145–7.
9. American TN. Guidelines Heart rate variability. *Eur Heart J.* 1996; 17:354–81.
10. Yamanaka Y, Honma K. Cardiovascular autonomic nervous response to postural change in 610 healthy Japanese subjects in relation to age. 2006; 124:125–31.
11. ACSM (2013). Guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott, Philadelphia. 2013.
12. Molina GE, Fontana E, Guilherme L, Porto G, Junqueira LF. Post-exercise heart-rate recovery correlates to resting heart-rate variability in healthy men. *Clin Auton Res.* Springer Berlin Heidelberg. 2016; 26(0959–9851).
13. Johnson, R H, and Spalding JMK. Disorders of the Autonomic Nervous System. Blackwell Sci Oxford. 1974; 33.
14. Loring BR. Human Cardiovascular Control. Reflex Control during Orthostasis. Oxford Univ Press pp 37–80. 1993.
15. Shepherd, J.T., Blomqvist, C.G., Lind, A.R., Mitchell, J.H., Saltin B. Static (isometric) exercise. Retrospection and introspection. *Circ Res* 48 (6 Pt 2). 1981; I179–I188.
16. Grant CC, Viljoen M, Van Rensburg DCJ, Wood PS. Heart rate variability assessment of the effect of physical training on autonomic cardiac control. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2012; 17(3):219–29.
17. Maciel BC, Gallo L Jr, Marin Neto JA, Lima Filho EC ML (1986). Autonomic nervous control of the heart rate during dynamic exercise in normal man. *Clin Sci.* 1986; 71457–460.
18. Tulppo MP, Kiviniemi AM, Hautala AJ, Kallio M, Seppänen T, Tiinanen S, et al. Sympatho-vagal interaction in the recovery phase of exercise. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2011; 31(4):272–81.
19. Nunan D, Jakovljevic DG, Donovan G, Singleton LD, Sandercock GRH, Brodie DA. Resting autonomic modulations and the heart rate response to exercise. *Clin Auton Res.* 2010; 20(4):213–21.
20. Bellenger CR, Fuller JT, Thomson RL, Davison K, Robertson EY, Buckley JD. Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med.* Springer International Publishing; 2016.

APÊNDICE A – Termo De Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de Pesquisa

**FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E AVALIAÇÃO
ERGOESPIROMÉTRICA EM ASSOCIAÇÃO COM O DESEMPENHO
FÍSICO AERÓBIO EM ADULTOS SADIÓS COM DIFERENTES
NÍVEIS DE CONDICIONAMENTO FÍSICO**

Pesquisador

Paula Beatriz Silvestre Melo

(Aluno de iniciação científica do Laboratório de Fisiologia do Exercício - UnB)

Coordenador de pesquisa

Prof. Dr Guilherme Eckhardt Molina

(Prof. adjunto da Faculdade de Educação Física – Universidade de Brasília - UnB)

Locais de realização

Laboratório Cardiovascular da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília
Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UnB
Hospital Universitário de Brasília HUB.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Eu,....., abaixo assinado, juntamente com o *Prof. Dr.* Guilherme Eckhardt Molina, declaro ter lido ou ouvido, e compreendido totalmente o presente termo de meu consentimento para a participação como convidado que fui pelo pesquisador acima indicado da pesquisa, o qual estabelece o seguinte

1. Estou participando de minha livre e espontânea vontade, a convite dos pesquisadores envolvidos, na pesquisa para verificar a relação dos aspectos da Função Autonômica Cardíaca e variáveis Ergoespirométricas, no repouso, exercício e na recuperação pós-exercício, em indivíduos adultos e jovens de ambos os sexos, com diversos níveis de condicionamento físico, clinicamente saudável, assintomático, em pleno gozo de suas atribuições pessoais e profissionais.
2. Não haverá pagamento pela minha participação como voluntário(a) nessa pesquisa. Os pesquisadores responsáveis não têm qualquer responsabilidade sobre problemas pessoais de qualquer tipo em consequência da participação na pesquisa, exceto eventuais problemas médicos e/ou fisiológicos decorrentes diretamente pela minha participação nesta pesquisa.

3. O protocolo da pesquisa prevê uma etapa básica na qual serei entrevistado a fim de realizar uma entrevista sobre características e hábitos pessoais, medida de dados antropométricos (peso, altura, e pressão arterial de repouso) e teste de avaliação da função autonômica cardíaca, em sala apropriada no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UnB. Para as análises, serão utilizados dois aparelhos comuns, que são o eletrocardiograma e o frequencímetro, para registro de eletrocardiograma e registro dos intervalos iR-R, além da contagem frequência cardíaca, na posição deitada, em cama de exame médico, e na posição de pé ao lado da cama. Cada uma das situações de exame (eletrocardiograma e contagem da frequência cardíaca) terão a duração de 5 minutos, com intervalo de alguns minutos entre uma situação e outra. Em seguida, realizarei um teste ergoespirométrico em esteira rolante (respirando numa máscara que mede os gases da respiração), para avaliação de capacidade física, de caráter máximo, que será sempre interrompido num ponto chamado de consumo máximo de oxigênio, que é normalmente associado a um grau de esforço físico intenso. Os procedimentos serão realizados, com data e hora marcadas, no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília – FEF, na presença do pesquisador responsável.
4. Os exames não apresentam qualquer risco esperado, pois compreendem apenas o registro do eletrocardiograma e registro dos intervalos iR-R durante as situações explicitadas, incluindo o teste de esforço máximo. A mudança da posição deitada para a posição de pé, pode gerar tontura ou sensação de desmaio em algumas pessoas, que desaparecem prontamente com medidas de controle, como o restabelecimento da posição deitada.
5. Quando estiver concluída a pesquisa, poderei, sob minha expressa solicitação, ser informado(a) detalhadamente sobre os resultados e ter uma cópia da mesma.
6. Entendo que poderei não ter benefício pela participação nessa pesquisa, a não ser o da realização de exames especializados que fornecerão informações sobre meu estado de saúde.
7. Os pesquisadores garantem que qualquer informação pessoal será mantida em sigilo, além de nas publicações científicas que decorrerão deste trabalho não haverá identificação da pessoa examinada.
8. Tenho assegurado o direito de abandonar a participação nessa pesquisa a qualquer momento, sem qualquer consequência ou prejuízo para mim, bastando para isso comunicar o desejo aos pesquisadores.

Brasília,dede

Nome.....

Assinatura.....

Voluntário(a)

Guilherme Eckhardt Molina
Pesquisador Responsável