



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

MILENA SCHIEZARI RÚ BARNABÉ SALMISTRARO

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DE PACIENTES HIPERTENSOS NO
TESTE DO DEGRAU DE SEIS MINUTOS E NO TESTE DE ESFORÇO
CARDIOPULMONAR EM CICLOERGÔMETRO**

Campinas

2024

MILENA SCHIEZARI RÚ BARNABÉ SALMISTRARO

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DE PACIENTES HIPERTENSOS NO
TESTE DO DEGRAU DE SEIS MINUTOS E NO TESTE DE ESFORÇO
CARDIOPULMONAR EM CICLOERGÔMETRO**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Educação Física
da Universidade Estadual de
Campinas como parte dos
requisitos exigidos para a
obtenção do título de Mestra em
Educação Física na Área de
Atividade Física Adaptada.

Orientadora: Profa. Dra. Lígia de Moraes Antunes Correa

ESTE TRABALHO CORRESPONDE A
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELA ALUNA MILENA
SCHIEZARI RÚ BARNABÉ
SALMISTRARO, E ORIENTADA PELA
PROFA. DRA. LÍGIA DE MORAES
ANTUNES CORREA.

Campinas

2024

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Dulce Inês Leocádio - CRB 8/4991

Sa35a Salmistraro, Milena Schiezari Rú Barnabé, 1994-
Análise do desempenho de pacientes hipertensos no Teste do Degrau de Seis Minutos e no Teste de Esforço Cardiopulmonar em cicloergômetro / Milena Schiezari Rú Barnabé Salmistraro. – Campinas, SP : [s.n.], 2024.

Orientador: Lígia de Moraes Antunes Correa.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Testes do degrau. 2. Teste de esforço. 3. Frequência cardíaca. I. Antunes-Correa, Lígia de Moraes. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Analysis of the Performance of Hypertensive Patients in the Six-Minute Step Test and in the Cardiopulmonary Exercise Test on a cycle ergometer

Palavras-chave em inglês:

Step tests

Stress test

Heart rate

Área de concentração: Atividade Física Adaptada

Titulação: Mestra em Educação Física

Banca examinadora:

Lígia de Moraes Antunes Correa [Orientador]

Mara Patrícia Traina Chacon Mikahil

Luiz Fernando Martins Kruel

Data de defesa: 20-05-2024

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-7236-0679>

- Currículo Lattes do autor: <https://lattes.cnpq.br/0522453825057914>

COMISSÃO EXAMINADORA

PROFA. DRA. LÍGIA DE MORAES ANTUNES CORREA (ORIENTADORA)

PROFA. DRA. MARA PATRÍCIA TRAINA CHACON MIKAHIL

PROF. DR. LUIZ FERNANDO MARTINS KRUEL

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação e na Secretaria da Faculdade de Educação Física.

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais, José
Walser e Adriana que sempre valorizaram a
busca pelo conhecimento e me apoiaram em
todos os momentos de minha trajetória.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por toda a dedicação, orientações e suporte em todas as situações de minha vida. Muito obrigada por mostrarem e valorizarem a importância do estudo e da força para perseguir os meus sonhos.

Agradeço a minha orientadora, Lígia de Moraes Antunes Correa, por ter acreditado na ideia inicial. Seu cuidado, seu acompanhamento próximo e suas intervenções foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho e para torná-lo possível. Muito obrigada por tudo!

Agradeço ao doutor Luis Miguel por sua disponibilidade, paciência e colaboração na realização dos testes. Sua colaboração foi fundamental!

Agradeço aos professores Dr. Otávio R. C. Filho, Dr. Wilson N. Junior e Dr. Ricardo L. S. Guerra pela colaboração que possibilitou o andamento e a finalização deste trabalho.

Agradeço a todos os participantes do grupo SARCC-EX por contribuírem com ideias e sugestões que enriqueceram a construção deste trabalho. Em especial a Isabella, que auxiliou no primeiro contato com os pacientes, e ao Gustavo, também por estar sempre presente na realização dos testes.

Agradeço ao meu irmão, José Rafael, por compartilhar os seus conhecimentos, contribuições e por estar sempre disponível para tudo. Obrigada pelo seu apoio em todas as situações.

Agradeço ao meu esposo, Renan, por seu companherismo, por compartilhar suas ideias e por deixar os momentos mais leves e felizes.

Agradeço especialmente a todos os participantes que fizeram parte desta pesquisa, permitindo a realização desta dissertação!

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende”.

Leonardo da Vinci

RESUMO

O Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M) é um teste simples e de baixo custo, que pode ser utilizado para avaliação funcional na ausência do teste ergométrico ou do teste de esforço cardiopulmonar (TECP). Entretanto, poucos estudos avaliaram o TD6M como alternativa para o cálculo da Frequência Cardíaca (FC) de treino. Nosso objetivo foi analisar em pacientes hipertensos (com e sem uso de betabloqueadores): 1) o comportamento da FC, do consumo de oxigênio (VO_2) e da ventilação (VE) durante e no pico do esforço dos TD6M e TECP; 2) o comportamento da pressão arterial sistólica e diastólica no pré-teste e no pico do esforço do TD6M e do TECP; 3) a correlação da FC de treino, nas intensidades 60% e 40%, obtida pela fórmula de Karvonen, com base na FC máxima do TD6M, do TECP e da fórmula preditiva ($220 - \text{idade}$); e 4) em pacientes com uso de betabloqueador, a correlação da FC de treino, nas intensidades 60% e 40%, com a FC máxima da fórmula preditiva adaptada ($164 - 0,7 \cdot \text{idade}$). Esse foi um estudo crossover duplo, incluindo 12 pacientes hipertensos com uso de betabloqueador (CBB) e 12 pacientes hipertensos sem uso de betabloqueador (SBB). Os pacientes realizaram duas avaliações, que incluíram TD6M e/ou TECP em cicloergômetro, de acordo com a randomização, com intervalo de até 30 dias. Para o cálculo da FC de treino foi utilizada a fórmula de Karvonen. As características dos grupos foram avaliadas pelo teste T-student ou Qui-Quadrado. Para as variáveis paramétricas foram utilizados o teste *T-student* ou *ANOVA two-way* e o *Post-Hoc de Tukey*, quando necessário. Para variáveis não paramétricas foi utilizado o teste *Kruskal-Wallis* e, para a correlação entre as variáveis, o teste de Pearson. Os dois grupos apresentaram características físicas e clínicas semelhantes. No pico do esforço de ambos os testes, não houve diferença significativa entre FC máxima, VO_2 pico e VE no TECP e no TD6M, tanto no grupo CBB, quanto no grupo SBB. O grupo CBB apresentou menores valores de FC máxima nos dois testes. Análises adicionais mostraram que existe correlação significativa entre a FC máxima no pico do esforço do TD6M e do TECP, tanto no grupo CBB quanto no grupo SBB, bem como entre as FC de treino na intensidade 60% e 40%. No entanto, não encontramos correlação entre a FC de treino calculada com a FC predita. No grupo CBB, a FC de treino na intensidade 40% e 60%, usando a fórmula da FC máxima adaptada, foi semelhante, apresentando moderada correlação com a FC de treino calculada pelos TD6M e TECP. Assim, concluímos que o desempenho dos pacientes hipertensos foi semelhante nos TD6M e TECP, com menores valores de FC máxima no grupo de pacientes com uso de betabloqueador. A FC de treino calculada a partir da FC máxima atingida no TD6M foi semelhante à FC de treino calculada a partir da FC máxima no TECP. Assim, o TD6M parece ser uma alternativa viável e segura para avaliação da FC máxima e para o cálculo da FC de treino na ausência do TECP ou do teste ergométrico em pacientes com hipertensão, especialmente com uso de betabloqueador.

Palavras-Chaves: Teste do degrau; Teste de esforço; Frequência cardíaca.

ABSTRACT

The 6-minute step test (6MST) is a simple, low-cost test that can be used for functional assessment in the absence of an exercise test or cardiopulmonary exercise test (CPET). However, few studies have evaluated the 6MST as an alternative for calculating training heart rate (HR). Our objective was to analyze in hypertensive patients (with and without the use of beta-blockers): 1) the behavior of HR, oxygen consumption (VO_2) and ventilation (VE) during and at peak effort in the 6MST and CPET; 2) the behavior of systolic and diastolic blood pressure in the pre-test and at peak effort in the 6MST and CPET; 3) the correlation of the training HR, at intensities 60% and 40%, obtained by the Karvonen formula, based on the maximum HR of the 6MST, the CPET and the predictive formula ($220 - \text{age}$); and 4) in patients using beta-blockers, the correlation of training HR, at intensities 60% and 40%, with the maximum HR of the adapted predictive formula ($164 - 0.7 \cdot \text{age}$). This was a crossover double study, including 12 hypertensive patients using a beta-blocker (BB) and 12 hypertensive patients without using a beta-blocker (NBB). Patients underwent two assessments, which included 6MST and/or CPET in cycle ergometer, according to randomization, with an interval of up to 30 days. To calculate the training HR, the Karvonen formula was used. Group characteristics were evaluated using the T-student or Chi-Square test. For parametric variables, the T-student test or two-way ANOVA and Tukey's Post-Hoc test were used, when necessary. For non-parametric variables, the Kruskal-Wallis test was used and, for the correlation between variables, the Pearson test. The two groups presented similar physical and clinical characteristics. At the peak effort of both tests, there was no significant difference between maximum HR, VO_2 peak and VE in CPET and 6MST, in both the BB and NBB groups. The BB group presented lower maximum HR values in both tests. Additional analyzes showed that there is a significant correlation between the maximum HR at the peak effort of the 6MST and CPET, both in the BB and NBB groups, as well as between the training HR at intensity 60% and 40%. However, we found no correlation between the calculated training HR and the predicted HR. In the BB group, the training HR at intensity 40% and 60%, using the adapted maximum HR formula, was similar, showing a moderate correlation with the training HR calculated by the 6MST and CPET. Thus, we conclude that the performance of hypertensive patients was similar in the 6MST and CPET, with lower maximum HR values in the group of patients using beta-blockers. The training HR calculated from the maximum HR achieved in the 6MST was similar to the training HR calculated from the maximum HR in the CPET. Thus, the 6MST appears to be a viable and safe alternative for evaluating maximum HR and calculating training HR in the absence of CPET or exercise testing in patients with hypertension, especially when using beta-blockers.

Keywords: Step test; Stress test; Heart rate.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Desenho do Estudo.	38
Figura 2 - Equipamento do Teste de Esforço Cardiopulmonar realizado no cicloergômetro (Software Breeze)	40
Figura 3 - Participante do estudo realizando o Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP) no cicloergômetro.	40
Figura 4 - Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M).	43
Figura 5 - Participante realizando o Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M).	44
Figura 6 - Fluxograma do estudo..	48
Figura 7 - Delta absoluto do Ponto de Compensação Respiratório (PCR) no Teste de Esforço Cardiopulmonar em Cicloergômetro (TECP) e do Pico do Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M).	54
Figura 8 - Delta absoluto do pico do Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP) e pico do Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M).	56
Figura 9 - Correlação da FC máxima atingida do TD6M e a FC máxima predita.....	58
Figura 10 - Correlação da FC máxima atingida no TECP e a FC máxima predita	58
Figura 11 - Correlação entre a FC máxima do TD6M e FC máxima predita adaptada e correlação entre a FC máxima do TECP e FC máxima predita adaptada	59
Figura 12 - Correlação entre a FC máxima atingida no TECP e a FC máxima atingida no TD6M.....	59
Figura 13 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva.....	61
Figura 14 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TECP e pela FC máxima preditiva.....	61
Figura 15 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima no TD6M e pela FC máxima preditiva adaptada e correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima no TECP e pela FC máxima preditiva adaptada	62
Figura 16 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima no TECP.....	62
Figura 17 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva.....	64
Figura 18 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TECP e pela FC máxima preditiva.....	64
Figura 19 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva adaptada.....	65
Figura 20 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima no TECP.....	65
Figura 21 - Comportamento individual da Frequência Cardíaca (FC) durante o Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M).....	67
Figura 22 - Comportamento da Frequência Cardíaca (FC) e do Consumo de Oxigênio (VO ₂) relativo durante o Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M) e durante o Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP).	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da pressão arterial de acordo com a medição no consultório a partir de 18 anos de idade	19
Tabela 2 - Estratificação de risco dos pacientes com hipertensão arterial	21
Tabela 3 - Estudos referentes ao teste do degrau em diferentes populações.....	31
Tabela 3 (Continuação) - Estudos referentes ao teste do degrau em diferentes populações	32
Tabela 4 - Características físicas e clínicas dos pacientes hipertensos.	49
Tabela 5 - Doses diárias dos tipos de betabloqueadores utilizados pelo grupo CBB e o valor das doses diárias habituais dos tipos de betabloqueadores pela DBHA.	50
Tabela 6 - Parâmetros pré-teste do TECP e TD6M dos pacientes hipertensos.	51
Tabela 7 - Parâmetros pré-teste do TECP e TD6M do grupo CBB e do grupo SBB.	52
Tabela 8 - Parâmetros no ponto de compensação respiratória do TECP e no pico do TD6M.	53
Tabela 9 - Parâmetros no ponto de compensação respiratória do TECP e no pico do esforço do TD6M dos grupos CBB e SBB.	53
Tabela 10 - Parâmetros no pico do esforço do TECP e do TD6M.	55
Tabela 11 - Parâmetros no pico do esforço do TECP e do TD6M do grupo CBB e do grupo SBB	56
Tabela 12 - Valores da FC máxima predita pela idade, predita adaptada, no pico do esforço do TD6M e TECP.	57
Tabela 13 - Valores da FC de treino na intensidade de 60% usando a FC máxima predita pela idade, predita adaptada, atingida no TECP, atingida no TD6M e FC correspondente ao PCR obtido no TECP.	60
Tabela 14 - Valores da FC de treino na intensidade de 40% usando a FC máxima predita pela idade, predita adaptada, atingida no TECP, atingida no TD6M e FC correspondente ao PCR obtido no TECP.	63
Tabela 15 - Resumo dos valores do coeficiente de correlação de Pearson (r) das correlações entre as frequências cardíacas no grupo CBB e no grupo SBB.	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBB	Grupo com uso de betabloqueador
DBHA	Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial
FC	Frequência Cardíaca
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
IMC	Índice de Massa Corporal
LA	Limiar Anaeróbio
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAM	Pressão Arterial Média
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PCR	Ponto de Compensação Respiratória
PETCO₂	Pressão expirada final de dióxido de carbono
PETO₂	Pressão expirada final de oxigênio
RQ	Quociente respiratório
SBB	Grupo sem uso de betabloqueador
TD6M	Teste do Degrau de 6 Minutos
TECP	Teste de Esforço Cardiopulmonar
VE	Ventilação pulmonar
VE/VCO₂	Equivalente ventilatório de dióxido de carbono
VE/VO₂	Equivalente ventilatório de oxigênio
VO₂	Consumo de oxigênio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Hipertensão Arterial Sistêmica	18
2.1.1 Fatores de risco modificáveis e não modificáveis	21
2.2 Tratamento da HAS.....	22
2.2.1 Tratamento medicamentoso	22
2.2.1.1 Betabloqueador.....	23
2.2.2 Tratamento não-medicamentoso	23
2.3 Recomendações para redução do comportamento sedentário, de atividade física e de exercício físico.....	25
2.4 Prescrição de exercício físico aeróbico.....	27
2.5 Testes submáximos e testes de campo.....	29
2.5.1 Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M).....	33
3. OBJETIVOS	35
3.1 Objetivo geral	35
3.2 Objetivos específicos.....	35
4. HIPÓTESES	36
5. MÉTODOS.....	37
5.1 Desenho do estudo e sujeitos	37
5.2 Critérios de inclusão.....	38
5.3 Critérios de exclusão.....	38
5.4 Anamnese, medidas antropométricas, Frequência Cardíaca e pressão arterial	38
5.5 Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP)	39
5.6 Teste do Degrau de Seis Minutos (TD6M)	42
5.7 Fórmula de Karvonen.....	45
5.8 Análise do comportamento da Frequência Cardíaca.....	46
6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	47
7. RESULTADOS	48
7.1 Características dos participantes	48
7.2 Análise do comportamento dos parâmetros hemodinâmicos e ventilatórios no TD6M e no TECP	50
7.3 Parâmetros Pré-teste	50
7.4 Pico do esforço do TD6M e Ponto de Compensação Respiratório do TECP	52
7.5 Pico do esforço do TD6M e Pico do esforço do TECP	54
7.6 Frequência Cardíaca de treino calculada pela fórmula de Karvonen.....	57
8. DISCUSSÃO	68

8.1	Pico do esforço do TD6M e Pico do esforço do TECP	68
8.2	Frequência Cardíaca de treino calculada pela fórmula de Karvonen.....	72
8.3	Limitações.....	74
8.4	Aplicações Práticas.....	74
9.	CONCLUSÃO.....	76
10.	REFERÊNCIAS	77
	ANEXO I - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)	86
	ANEXO II - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TECP)	97
	ANEXO III - Escala de Borg Adaptada	100

1. INTRODUÇÃO

A Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) é caracterizada pelo aumento sustentado da Pressão Arterial Sistólica (PAS) maior ou igual a 140 mmHg e/ou da Pressão Arterial Diastólica (PAD) maior ou igual a 90 mmHg (BARROSO *et al.*, 2021; MALACHIAS *et al.*, 2016; WILLIAMS *et al.* 2018). Ela é o fator de risco modificável mais prevalente e uma das principais causas de morte no mundo (MURRAY *et al.*, 2019; LAUDER, 2023; MALACHIAS *et al.*, 2016). Além disso, é o principal fator de risco para as doenças cardiovasculares, incluindo doença arterial coronariana e periférica, insuficiência cardíaca, acidente vascular cerebral, infarto agudo do miocárdio e fibrilação atrial (BARROSO *et al.*, 2021). Aproximadamente 50% das mortes por ano no mundo são decorrentes de complicações circulatórias (MENDIS *et al.*, 2011).

No Brasil, aproximadamente 27.9% da população tem o diagnóstico de HAS e mais de 60% da população idosa é hipertensa (BRASIL, 2023). A HAS contribui com aproximadamente 50% das mortes por doenças cardiovasculares. Além disso, ela está associada com o aumento dos gastos públicos com saúde, devido a complicações e hospitalizações decorrentes da própria HAS e/ou de doenças associadas (MALACHIAS *et al.*, 2016).

Apesar da alta prevalência, a HAS é uma condição frequentemente assintomática, o que facilita a evolução silenciosa da doença e dificulta seu diagnóstico (BARROSO *et al.*, 2021). Alterações genéticas, comportamento sedentário, consumo excessivo de sal e de bebidas alcoólicas, sobrepeso, obesidade, diabetes e estresse aumentam o risco de alterações morfológicas e fisiológicas do sistema circulatório, e consequentemente, contribuem para a elevação da PAS e PAD (WHELTON *et al.*, 2018). Em longo prazo, está associada a complicações e/ou danos a órgãos-alvo, como rins, coração e vasos sanguíneos. As lesões em órgãos-alvo podem causar doença renal crônica, hipertrofia do ventrículo esquerdo, doença arterial coronariana e periférica, respectivamente (BARROSO *et al.*, 2021).

De acordo com as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (DBHA) (BARROSO *et al.*, 2021), o tratamento da HAS pode ser dividido em dois subtipos: medicamentoso e não medicamentoso. O tratamento medicamentoso é baseado no uso das classes consideradas de primeira linha por suas características anti-hipertensiva: diuréticos, bloqueadores dos canais de cálcio, inibidores da enzima conversora de angiotensina, bloqueadores dos receptores da angiotensina II e, em alguns casos, betabloqueador (BARROSO *et al.*, 2021). O tratamento não medicamentoso inclui mudanças no estilo de vida, como cessação do tabagismo e do consumo de bebidas alcoólicas, melhora do padrão alimentar, redução da ingestão de sódio, aumento dos níveis de atividade física e a prática

de exercícios físicos (BARROSO *et al.*, 2021).

A atividade física é definida por todo movimento corporal que resulte em um aumento do gasto energético acima do estado de repouso (BARROSO *et al.*, 2021). Segundo a DBHA, é recomendável a prática de atividade física moderada por 150 minutos na semana, associada à redução do comportamento sedentário, incluindo levantar-se por 5 minutos a cada 30 minutos na posição sentada. O exercício físico aeróbico é caracterizado por uma atividade física estruturada, organizada e com objetivo específico de nível de evidência A e grau de recomendação Classe I. Isso significa que é consenso na literatura, a partir de diferentes estudos randomizados, que realizar exercício físico é seguro, eficaz e auxilia no tratamento da HAS. É recomendável a prática de exercício físico aeróbico no mínimo três vezes por semana. Deve-se, preferencialmente na maioria dos dias, realizar atividades com intensidade moderada, como caminhada e/ou corrida, de 30 a 60 minutos por sessão. Além do treinamento aeróbico, é recomendado realizar treinamento resistido de duas a três vezes por semana, uma a três séries, de 10 a 15 repetições, em intensidade moderada (aproximadamente 60% de uma repetição máxima), incluindo de 8 a 10 exercícios para os principais grupos musculares (BARROSO *et al.*, 2021).

Para a prescrição dos exercícios físicos aeróbicos, o Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP) é considerado o “padrão ouro”. Nesse caso, é necessário identificar os dois limiares ventilatórios, o Limiar Anaeróbico (LA) e o Ponto de Compensação Respiratória (PCR). A Frequência Cardíaca (FC) correspondente ao LA até a FC correspondente ao PCR é o intervalo utilizado para prescrever, em intensidade moderada, exercício físico aeróbico de forma eficaz e segura para pacientes hipertensos (NEGRÃO *et al.*, 2019). Entretanto, o TECP é um teste de alto custo e necessita de profissionais especializados, fato que dificulta sua ampla utilização na prática clínica em consultórios médicos, centros de reabilitação, atenção básica e secundária, especialmente no Sistema Único de Saúde (ROSS *et al.*, 2016).

O teste ergométrico é uma opção quando o TECP não está disponível. Ele permite identificar a FC máxima ao esforço. A FC máxima encontrada no teste é utilizada na fórmula proposta por Karvonen *et al.* (1957) para calcular a intensidade do exercício $[FC_{\text{treino}} = (FC_{\text{máxima}} - FC_{\text{repouso}}) * \% \text{ intensidade} + FC_{\text{repouso}}]$. De acordo com a DBHA, para pacientes com HAS, a intensidade do exercício aeróbico de intensidade moderada deve ser prescrita entre 40% e 60% da FC máxima encontrada no teste ergométrico (BARROSO *et al.*, 2021). No entanto, apesar de o teste ergométrico ser mais barato do que o TECP, ele demanda profissionais especializados e nem sempre é acessível.

Em busca de alternativas para facilitar a prescrição de exercícios aeróbicos, diferentes fórmulas preditivas de FC máxima foram propostas (BRAWNER *et al.*, 2004; CUNHA *et al.*, 2011; TANAKA *et al.*, 2001). As fórmulas mais conhecidas são $[FC_{\text{máxima}} =$

220 - idade (anos)], [FC máxima = $208 - 0,7 \times \text{idade}$] (TANAKA *et al.*, 2001) e [FC máxima = $164 - 0,7 \times \text{idade}$] (BRAWNER *et al.*, 2004), esta última específica para pacientes com uso de betabloqueador. Essas fórmulas consideram a idade e estimam a FC máxima a fim de serem usadas na fórmula de Karvonen para o cálculo da faixa de FC de treino (BRAWNER *et al.*, 2004; FRANCKOWIAK *et al.*, 2011; TANAKA *et al.*, 2001). De fato, alguns estudos mostraram baixa margem de erro entre os valores percentuais da FC calculados pela fórmula de Karvonen, utilizando a FC máxima estimada por fórmulas preditivas ou a FC máxima obtida no teste de esforço (CUNHA *et al.*, 2011; MYERS, 2008). Esse dado sugere que, na ausência do teste ergométrico, o cálculo da FC de treino pode ser feito com a FC máxima predita (estimada por fórmulas). Contudo, não deve utilizar a FC máxima predita na fórmula de Karvonen para pacientes que usam medicamentos que alteram a FC no repouso e seu comportamento durante o esforço, como no caso dos pacientes hipertensos e com doenças cardiovasculares que usam betabloqueadores e outros medicamentos cardiodepressores (BARROSO *et al.*, 2021).

Por outro lado, diferentes tipos de testes, como o teste do degrau de 6 minutos (TD6M), têm sido estudados e utilizados para estimar a capacidade funcional de pacientes que participam de um programa de exercícios físicos (PETRELLA *et al.*, 2001). Esses testes auxiliam no monitoramento do desempenho dos pacientes quando não há disponibilidade de acesso a equipamentos específicos e de alto custo, como o teste ergométrico e o TECP (SARTOR *et al.* 2013; SMITH *et al.*, 2016). Estudos com diferentes populações demonstraram correlação entre o consumo de oxigênio (VO_2) pico estimado pelo TD6M e o VO_2 avaliado pelo TECP ($r=0,69-0,77$, $p<0,05$) (PATEL *et al.*, 2023; RITT *et al.*, 2021). Resultados semelhantes também foram encontrados em um estudo com pacientes hipertensos (GIACOMANTONIO *et al.*, 2020) em que foram avaliados 28 adultos, com fator de risco cardiovascular. Esse estudo mostrou forte correlação entre o VO_2 pico obtidos pelo TECP em esteira e o TD6M ($r=0,88$, ICC: $0,57-0,97$) e entre a FC máxima obtidos nos mesmos testes ($r=0,81$, ICC: $0,66-0,92$) (GIACOMANTONIO *et al.*, 2020). Esses achados sugerem que o TD6M pode ser uma boa ferramenta para avaliar e acompanhar a capacidade funcional de pacientes com HAS (GIACOMANTONIO *et al.*, 2020; HERDA *et al.*, 2014; TRAVENSOLO *et al.*, 2020). Além disso, esses dados nos fazem pensar que o TD6M poderia ser uma alternativa de baixo custo e de fácil utilização para a prescrição individualizada de exercícios físicos aeróbicos para pacientes hipertensos com uso regular de betabloqueador.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Hipertensão Arterial Sistêmica

A HAS, comumente denominada de “pressão alta”, segundo a DBHA, é definida por PAS maior ou igual a 140 mmHg e/ou PAD maior ou igual a 90 mmHg. Esses níveis pressóricos representam a força que o sangue exerce nos vasos sanguíneos a cada batimento do coração que, em longo prazo, pode comprometer a funcionalidade de diferentes órgãos (BARROSO *et al.*, 2021). A manutenção da pressão arterial elevada sustentada provoca lesões em órgãos-alvo, ou seja, coração, pulmão, cérebro, rins, entre outros (OPARIL *et al.*, 2018). Consequentemente, as lesões em órgãos-alvo estão associadas a doenças e complicações cardiovasculares, como por exemplo, o acidente vascular encefálico. Aproximadamente 70% dos pacientes que sofreram acidente vascular encefálico hemorrágico ou isquêmico apresentaram HAS em seu histórico (LAUDER *et al.*, 2023).

No mundo todo, estima-se que a prevalência de HAS seja de aproximadamente 1.4 bilhões de pessoas, afetando um em cada quatro adultos (BARROSO *et al.*, 2021; ZHOU *et al.*, 2017). No entanto, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, apenas 14% dos hipertensos mantêm sua pressão arterial sob controle (ZHOU *et al.*, 2021). Considerando homens e mulheres, apenas 47% das mulheres e 38% dos homens realizam tratamento medicamentoso anti-hipertensivo, porém apenas 23% das mulheres e 18% dos homens hipertensos conseguem manter a pressão arterial nos níveis ideais (LAUDER *et al.*, 2023; WHO, 2021; ZHOU *et al.*, 2021).

O diagnóstico da HAS é dado pela aferição da pressão arterial com um esfigmomanômetro auscultatório e/ou oscilométrico no consultório médico, em diferentes consultas ou pelas medidas obtidas fora do consultório através da monitoração ambulatorial e/ou monitorização residencial da pressão arterial (BARROSO *et al.*, 2021; WHO, 2021). A pressão arterial deve ser aferida no braço direito e no braço esquerdo para detectar possíveis diferenças entre ambos. Caso seja detectada diferença entre os dois lados, é recomendado que as próximas medidas sejam realizadas sempre no braço com valores mais altos (BARROSO *et al.*, 2021). Nas consultas seguintes, recomenda-se o registro de três medidas de pressão arterial com intervalo de 1 a 2 minutos entre cada medida, sendo considerada a média das últimas duas aferições. Durante as medidas da pressão arterial no consultório, o manguito deve ser posicionado na altura do coração, com as costas e o braço apoiados para evitar possíveis aumentos pressóricos, devido à contração muscular (BARROSO *et al.*, 2021; VISSEREN *et al.*, 2021; WILLIAMS *et al.*, 2018).

A monitorização ambulatorial da pressão arterial, quando disponível, permite confirmar o diagnóstico e classificar a HAS. É uma importante ferramenta para identificar a variação da pressão arterial num período de 24 horas (BARROSO *et al.*, 2021). Cabe ressaltar que pacientes hipertensos com desbalanço autonômico e redução da sensibilidade do controle barorreflexo tem maior chance de lesões em órgãos-alvo (ex.: doença renal crônica e hipertrofia ventricular esquerda) e um maior risco de mortalidade por causas cardiovasculares ao longo do tempo (GRASSI *et al.*, 2012; FRATTOLA *et al.*, 1993; KIKUYA *et al.*, 2000; OPARIL *et al.*, 2018; PARATI *et al.*, 2008).

A tabela 1 mostra a classificação de estágios da HAS de acordo com os níveis de PAS e a PAD, segundo a DBHA, *European Society of Hypertension Arterial* (ESH) e *American Heart Association* (AHA). Na tabela podemos observar que as classificações são semelhantes.

Tabela 1 - Classificação da pressão arterial de acordo com a medição no consultório a partir de 18 anos de idade

Classificação	PAS (mmHg)				PAD (mmHg)		
	DBHA	SHA	AHA		DBHA	SHA	AHA
PA ótima	<120	<120	-	e	<80	<80	
PA normal	120-129	120-129	<120	e/ou	80-84	80-84	<80
Pré-hipertensão ^a Alto-normal ^b Elevada ^c	130-139	130-139	120-129	e/ou	85-89	85-89	<80
Hipertensão Arterial (Estágio 1)	140-159	140-159	130-139	e/ou	90-99	90-99	80-89
Hipertensão Arterial (Estágio 2)	160-179	160-179	≥140	e/ou	100-109	100-109	≥90
Hipertensão Arterial (Estágio 3)	≥180	≥180	-	e/ou	≥110	≥110	-
Hipertensão Sistólica Isolada	-	≥140	-	e	-	<90	-
Hipertensão Diastólica Isolada	-	<140	-	e	-	≥90	-

^aDBHA - Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (2021), ^bSHA - European Society of Hypertension (2023), ^cAHA - American College of Cardiology (2018). PA - Pressão Arterial, PAS - Pressão Arterial Sistólica, PAD - Pressão Arterial Diastólica, mmHg - milímetros de mercúrio.

Débito cardíaco, volume sistólico e a resistência vascular periférica são parâmetros responsáveis por regular a pressão arterial. A ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona e do sistema nervoso simpático, observados na HAS e na

presença de outros fatores de risco, alteram esses parâmetros e, conseqüentemente, contribuem para o aumento da pressão arterial (SARZANI *et al.*, 2008). Além disso, o envelhecimento também contribui para o aumento da pressão arterial. Idosos apresentam alterações morfológicas e funcionais das artérias, como enrijecimento das paredes das artérias e disfunção endotelial, o que contribui para o aumento dos níveis pressóricos (HAN; KIM, 2023).

O endotélio corresponde à camada de células interna dos vasos sanguíneos localizada entre a corrente sanguínea e a parede do músculo liso vascular (AMBROSINO *et al.*, 2021). Sua principal função é manter a homeostase vascular (AMBROSINO *et al.*, 2022). O endotélio libera substâncias vasodilatadoras e vasoconstritoras que controlam o tônus vascular (AMBROSINO *et al.*, 2021, 2022). O principal vasodilatador liberado pelo endotélio é o óxido nítrico, que facilita o fluxo sanguíneo na região. Além disso, o óxido nítrico impede que leucócitos e plaquetas fiquem aderidos na parede vascular, evitando a formação de trombos e placas (AMBROSINO *et al.*, 2022; SILVA *et al.*, 2021). No entanto, pacientes hipertensos apresentam redução da biodisponibilidade de óxido nítrico e sua ação está prejudicada (AMBROSINO *et al.*, 2022). De fato, num dos primeiros estudos que avaliou a qualidade dos vasos sanguíneos, Framingham mostrou que existe uma correlação inversa entre a PAS e dilatação mediada por fluxo, que representa a função endotelial (AMBROSINO *et al.*, 2022; BENJAMIN *et al.*, 2004).

A enzima conversora de angiotensina tem como função converter a angiotensina I em angiotensina II (KHURANA; GOSWAMI, 2022). A angiotensina II estimula o endotélio a liberar endotelina-1, um potente vasoconstritor. Níveis elevados de espécies reativas de oxigênio, como ocorre na HAS, também estimulam a liberação de endotelina-1. Em conjunto, essas alterações têm importante ação vasoconstritora, o que contribui para a disfunção vascular e agravamento da HAS (AMBROSINO *et al.*, 2022; LARSEN; MATCHKOV, 2016). Além disso, o aumento das espécies reativas de oxigênio e de endotelina-1 estimulam o remodelamento do vaso, contribuindo para o espessamento das células musculares lisas, o que leva ao enrijecimento e, conseqüentemente, ao aumento da resistência vascular periférica e da pressão arterial (AMBROSINO *et al.*, 2022; SCHIFFRIN, 2012). Estudos prévios mostraram uma relação direta entre os altos níveis de endotelina-1 circulantes e os níveis pressóricos em pacientes hipertensos (AMBROSINO *et al.*, 2022; SCHIFFRIN, 2001). A disfunção endotelial e o remodelamento vascular aumentam o risco cardiovascular e contribuem para o desenvolvimento de doenças associadas (TOYA *et al.*, 2020).

Em busca de identificar a associação entre risco cardiovascular e mortalidade,

foi realizado um estudo com pacientes hipertensos do sexo masculino, incluindo aqueles com e sem outros fatores de risco, lesão de órgão-alvo ou doença instalada (THOMAS *et al.*, 2001). Os pacientes mais jovens (<50 anos) que possuíam um ou dois fatores de risco tinham quase cinco vezes maior chance de morte por causas cardiovasculares quando comparados com aqueles que não apresentavam fatores de risco (THOMAS *et al.*, 2001). De acordo com a DBHA, existe um quadro de estratificação de risco dos pacientes hipertensos, conforme mostra a tabela 2. Essa classificação é dada pela presença ou não de fatores de risco, dos níveis pressóricos, lesão de órgãos-alvos (vasos, coração, cérebro, rins e retina causados pela HAS), doença cardiovascular e/ou doença renal (BARROSO *et al.*, 2021).

Tabela 2 - Estratificação de risco dos pacientes com hipertensão arterial

	Pré-Hipertensão PAS 130 -139 ou PAD 85-89	HAS - Estágio 1 PAS 140 -159 ou PAD 90-99	HAS - Estágio 2 PAS 160 -179 ou PAD 100-109	HAS - Estágio 3 PAS ≥ 180 ou PAD ≥ 110
Nenhum fator de risco	Sem risco adicional	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Alto
1 a 2 fatores de risco	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto
3 ou mais fatores de risco	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto	Risco Alto
Presença de LOA, DRC (estágio 3), DM, DCV	Risco Alto	Risco Alto	Risco Alto	Risco Alto

Fonte: BARROSO *et al.* (2021, p. 555). PAS - Pressão Arterial Sistólica, PAD - Pressão Arterial Diastólica, HAS - Hipertensão Arterial Sistêmica, DCV - Doença cardiovascular, DRC - Doença renal crônica, DM - Diabetes Melito, LOA - Lesão em órgão-alvo.

2.1.1 Fatores de risco modificáveis e não modificáveis

Uma pressão arterial elevada pode ser decorrente de fatores de risco modificáveis e não modificáveis. Predisposição genética, idade e histórico familiar estão entre os riscos não modificáveis que contribuem para desenvolver níveis pressóricos elevados (BARROSO *et al.*, 2021). Tanto em homens quanto em mulheres, os níveis de PAS tendem a aumentar constante e continuamente conforme o aumento da idade. Uma das possíveis explicações para isso é o fato de que quanto maior a idade da pessoa maior a exposição aos fatores de risco modificáveis que favorecem o aumento da pressão arterial.

Os fatores de risco modificáveis para HAS são alto consumo de alimentos ricos em sódio, sobrepeso e obesidade, tabagismo, álcool, fatores socioeconômicos, apnéia obstrutiva do sono e inatividade física (BARROSO *et al.*, 2021). Manter valores ideais de ingestão do sódio diário é essencial, pois a alta concentração de sódio no organismo favorece a retenção de líquido, aumenta o volume sanguíneo e, conseqüentemente, a

pressão arterial (OPARIL *et al.*, 2018). Além disso, uma dieta diversificada com frutas, vegetais, carnes brancas, sementes, evitando alimentos processados, ricos em gordura, açúcar e sódio, auxilia no controle e redução da pressão arterial (FILIPPINI *et al.*, 2017; DASH, 2021). Ao mesmo tempo, manter o peso e circunferência da cintura em níveis ideais, ou seja, Índice de Massa Corporal (IMC) de 20-24.9 kg/m, circunferência da cintura inferior a 94 cm para os homens e inferior a 80 cm para as mulheres, é essencial para a prevenção da HAS (WILLIAMS *et al.*, 2018). Outros autores mostraram que a pressão arterial se correlacionou positivamente com o IMC maior de 25 kg/m², ou seja, o aumento de 1,7 kg/m² do IMC ou de 4,5 cm na circunferência da cintura aumenta 1 mmHg na PAS, o que representa um aumento de 65 a 75% da chance de desenvolver hipertensão (DOLL *et al.*, 2002; LAUDER *et al.*, 2023). Por outro lado, a redução de 1 quilograma de peso, diminui, aproximadamente, 1 mmHg na PAS (LAUDER *et al.*, 2023; NETER *et al.*, 2003).

Cabe ressaltar que a inatividade física é considerada o quarto principal fator de risco para mortalidade no mundo (DANIELE *et al.*, 2022). No Brasil, em 2019, mais de 54% dos óbitos registrados foram por doenças crônicas não transmissíveis, sendo as doenças cardiovasculares as primeiras (BRASIL, 2020). Dessa forma, a mudança no estilo de vida é fundamental e eficaz para prevenir a HAS e reduzir os níveis pressóricos, prevenindo a progressão e as complicações da HAS (BARROSO *et al.*, 2021).

2.2 Tratamento da HAS

2.2.1 Tratamento medicamentoso

O principal objetivo do tratamento farmacológico é reduzir os níveis de pressão arterial e prevenir complicações cardiovasculares. Diferentes estudos mostraram eficácia dos medicamentos na redução dos níveis pressóricos. Além disso, foi demonstrado que a redução de 10 mmHg na PAS ou 5 mmHg da PAD reduzem a ocorrência de eventos cardiovasculares (20%), acidente vascular cerebral (35%), eventos coronários (20%), insuficiência cardíaca (40%) e mortalidade por todas as causas (10-15%) (WILLIAMS *et al.*, 2018).

Ao ser diagnosticado com HAS é importante realizar avaliação de risco cardiovascular, além de iniciar o tratamento medicamentoso, concomitantemente à mudança no estilo de vida (LAUDER *et al.*, 2023). Para isso, são utilizados medicamentos considerados de primeira linha como: inibidores da enzima conversora de angiotensina, bloqueadores dos receptores da angiotensina II, bloqueadores dos canais de cálcio diidropiridínicos, diuréticos tiazídicos e, em alguns casos, o betabloqueador (BARROSO *et al.*, 2021). Na maioria dos casos, a terapia medicamentosa é iniciada por um ou pela

combinação dos medicamentos de primeira classe e, em alguns casos, o uso do betabloqueador se faz necessário (KHAN; MCALISTER, 2006).

2.2.1.1 Betabloqueador

Os bloqueadores beta-adrenérgicos (betabloqueadores), apesar de não serem recomendados como primeira escolha para a maioria dos pacientes hipertensos, são muito utilizados para hipertensão e doenças cardiovasculares. De forma geral, os betabloqueadores podem ser classificados em cardiosseletivos e em não seletivos. As diferenças entre essas classificações se dá pela sua principal ação nos receptores beta. Os cardiosseletivos são aqueles que atuam bloqueando seletivamente os receptores beta-1, que são os receptores beta predominantes no miocárdio. No entanto, em dosagem máxima, a seletividade é perdida. Por outro lado, betabloqueadores não seletivos atuam bloqueando receptores beta-1 e beta-2 (BARROSO *et al.*, 2021). Os betabloqueadores apresentam superioridade de desempenho na redução da morbidade e mortalidade cardiovascular em pacientes jovens hipertensos (idade inferior a 60 anos) (KHAN; MCALISTER, 2006). Essa redução se deve em parte à redução da FC e da pressão arterial, que são fatores associados à alta atividade nervosa simpática, fatores que contribuem para o aumento da FC de repouso, característico desses pacientes (CRUICKSHANK, 2017). Além disso, os betabloqueadores são considerados uma alternativa para mulheres hipertensas que planejam ou têm potencial para engravidar (BARROSO *et al.*, 2021; CRUICKSHANK, 2017; WILLIAMS *et al.*, 2018). Eles ajudam a reduzir o risco de desenvolver insuficiência cardíaca e/ou outros eventos cardiovasculares. São recomendados para controle da FC e da fibrilação atrial, angina e em pacientes que apresentam síndrome coronariana crônica, pós-infarto do miocárdio e insuficiência cardíaca instalada (CRUICKSHANK, 2017).

2.2.2 Tratamento não medicamentoso

O tratamento não medicamentoso consiste em reduzir e/ou controlar os fatores de riscos cardiovasculares modificáveis que contribuem para o aumento da pressão arterial. Segundo a DBHA, pacientes hipertensos que mantêm uma dieta equilibrada, conforme orientações da *Dietary Approaches to Stop Hypertension*, associada à redução do consumo de sódio e aumento do consumo de potássio, possuem redução da PAS de 11,5 mmHg comparados a indivíduos que não alteram seus hábitos alimentares (BARROSO *et al.*, 2021).

Para pacientes hipertensos, com IMC acima de 25, é recomendada a redução do peso corporal, com ênfase na redução da adiposidade corporal, especialmente a

adiposidade central, avaliada pela circunferência da cintura. Evidências mostram que pacientes hipertensos que possuem sobrepeso ou obesidade possuem um risco aumentado de 31% de morte prematura e 49% de mortalidade por causas cardiovasculares (BARROSO *et al.*, 2021). Logo, a perda de peso e a redução da circunferência da cintura são essenciais para o tratamento desse paciente.

O comportamento sedentário é caracterizado por longo tempo em atividades de baixo gasto energético ($\leq 1,5$ MET) (BARROSO *et al.*, 2021). Permanecer na posição sentada mais de 9,5 horas do dia aumenta em 30% o risco de mortalidade por todas as causas e, em curto prazo, é possível identificar prejuízo da função endotelial, que vem acompanhada de alterações estruturais dos vasos sanguíneos periféricos e pelo aumento da pressão arterial média (DANIELE *et al.*, 2022). Pacientes hipertensos, após 6h na posição sentada, apresentam valores aumentados de PAS (6 mmHg) de PAD (2 mmHg) quando comparados a indivíduos saudáveis, o que aumenta o risco de eventos cardiovasculares (DANIELE *et al.*, 2022). Adicionalmente, a DBHA recomenda aumentar os níveis de atividade física para auxiliar no controle e na redução dos níveis pressóricos, além de praticar exercício físico regular para efeitos de maior magnitude. A inatividade física é considerada um fator de risco independente para hipertensão e doenças cardiovasculares. No Brasil, dados da Vigitel (2023) estimam que mais de 40% das mulheres e 30% dos homens são insuficientemente ativos ou inativos, ou seja, não atingem a recomendação mínima de prática de atividade física que consiste em realizar 150 minutos de atividade física de intensidade moderada ou 75 minutos de atividade física vigorosa por semana. Por outro lado, já foi demonstrado que a prática regular de exercícios aeróbicos reduz em média até 12,3 mmHg na PAS e 6,1 mmHg na PAD, o que representa uma queda de até 50% do risco de mortalidade (BARROSO *et al.*, 2021; CORNELISSEN; SMART, 2013). O exercício físico resistido dinâmico ou isométrico reduz em média até 6,5 mmHg a PAS e até 5,5 mmHg a PAD em pacientes hipertensos (BARROSO *et al.*, 2021). Além disso, os exercícios resistidos são importantes para manutenção e/ou aumento da massa, força e potência muscular, contribuindo na prevenção da sarcopenia, mais frequente em pacientes idosos (CARVALHO *et al.*, 2020). Portanto, combater o comportamento sedentário, seguir as recomendações sobre atividade física e praticar exercícios físicos regulares são essenciais para reduzir a pressão arterial.

Os efeitos do exercício físico regular têm sido muito estudados ao longo das últimas décadas. A inclusão do exercício físico na rotina diária, de forma sistematizada, reduz a pressão arterial, em parte justificado pelo aumento da disponibilidade e da ação do óxido nítrico e pela redução da resistência vascular periférica e da atividade nervosa

simpática (AZEVEDO *et al.*, 2019; NEGRÃO; RONDON, 2001; PEDRALLI *et al.*, 2018). Em uma revisão sistemática e meta-análise foi encontrado melhora de 1.45% na função vascular periférica em pacientes hipertensos que foram submetidos a sessões de exercício aeróbico. O mesmo estudo demonstrou que a melhora de 1% na função endotelial reduziu 13% dos desfechos de doença cardiovascular, sugerindo que o exercício físico regular é uma alternativa eficaz de proteção cardiovascular (PEDRALLI *et al.*, 2018).

Benefícios adicionais têm sido identificados ao combinar o aeróbico com o resistido reduzindo a PAS e PAD (-5,5/4,1 mmHg) (HANSSEN *et al.*, 2022). Além disso, outras formas de exercício físico vêm sendo investigadas, como o treinamento intervalado de alta intensidade. Uma revisão que incluiu pacientes adultos com HAS verificou efeito anti-hipertensivo a partir do treinamento intervalado de alta intensidade. A intervenção de 4 semanas, considerando intensidade de no mínimo 80% da FC máxima, reduziu de 6 a 7 mmHg na PAS e PAD, quando comparado com um grupo controle sem exercícios. Porém, a alta diversidade metodológica dos estudos envolvendo esse tema exige cautela e maior grau de evidência para determinar sua segurança e eficácia nesses indivíduos (TEIXEIRA *et al.*, 2023).

2.3 Recomendações para redução do comportamento sedentário, de atividade física e de exercício físico

A DBHA recomenda levantar-se por 5 minutos, a cada 30 minutos na posição sentada, para reduzir o tempo de comportamento sedentário e suas consequências deletérias à saúde cardiovascular. Para a prática de atividade física, recomenda-se realizar, no mínimo, 150 minutos por semana de atividade física de intensidade moderada ou 75 minutos por semana de atividade física de intensidade vigorosa como caminhar, pedalar, nadar e/ou dançar (BARROSO *et al.*, 2021).

Segundo a DBHA, a recomendação para prática de exercício físico aeróbico consiste em realizar exercícios, no mínimo, três vezes por semana, preferencialmente de 5 a 7 dias, de 30 a 60 minutos cada sessão, com intensidade moderada (BARROSO *et al.*, 2021). A pressão arterial de repouso não deve ser superior a 160/105 mmHg ao iniciar exercício e, caso a PAS/PAD atinja valores de 180/105 mmHg durante a sessão, recomenda-se reduzir a intensidade do exercício (BARROSO *et al.*, 2021; MENEGHELO *et al.*, 2010). De forma complementar ao treinamento aeróbico, a recomendação para o treinamento resistido é realizá-lo de 2 a 3 vezes por semana, incluindo 1 a 3 séries de 10 a 15 repetições, em intensidade moderada (aproximadamente 60% de uma repetição máxima), com pausas passivas variando de 90 a 120 segundos, incluindo 8 a 10 exercícios para os principais grupos musculares, tanto de membros superiores, quanto de membros

inferiores e de tronco. A DBHA também sugere que os exercícios resistidos sejam, preferencialmente, unilaterais (BARROSO *et al.*, 2021; CARVALHO *et al.*, 2020).

Cabe ressaltar que, de acordo com a Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular - 2020 (CARVALHO *et al.*, 2020), o exercício físico pode ser de acordo com:

- *Via metabólica predominante*: anaeróbico alático e láctico (alta intensidade e curta duração) ou aeróbico (baixa ou média intensidade e longa duração).
- *Ritmo*: contínuo (sem mudança de ritmo durante o exercício) ou intervalado (com mudança de ritmo durante o exercício).
- *Intensidade*: leve (respiração pouco ofegante), moderada (respiração ofegante, porém controlada) ou intensa (respiração ofegante intensa).
- *Mecânica muscular*: isométrico (tensão muscular sem movimento das fibras musculares) ou dinâmico (contração muscular com movimento excêntrico e concêntrico).

Outro ponto importante é que as diversas sociedades e diretrizes nacionais e internacionais apresentam recomendações próprias e específicas para pacientes com hipertensão. Apesar de aparecerem algumas diferenças nos documentos, de maneira geral, as recomendações incluem exercícios aeróbicos de intensidade moderada, associados aos exercícios de resistência.

A *European Society of Hypertension* (ESH) sugere que pacientes com HAS realizem pelo menos 30 minutos de exercício aeróbico de intensidade moderada (como caminhada, corrida ou natação) de 5 a 7 dias por semana (WILLIAMS *et al.*, 2018). Além disso, aconselha realizar exercícios resistidos de 2 a 3 dias por semana sem especificar sua intensidade (WILLIAMS *et al.*, 2018). A mesma sociedade destacou, em 2023, a importância de 150 minutos de atividade física por semana, incluindo exercício aeróbico estruturado em intensidade moderada para auxiliar na prevenção e no tratamento da hipertensão (MANCIA *et al.*, 2023). Em consonância, a *European Society of Cardiology* (ESC) publicou, em 2020, um *Guideline* sobre esporte e exercícios, incluindo diferentes populações com fatores de risco cardiovascular e doenças crônicas. Para os pacientes hipertensos, além de recomendar pelo menos 30 minutos de exercícios moderados, de 5 a 7 dias por semana, recomenda, de forma complementar, realizar 2 a 3 dias de exercício de resistência. A diretriz também ressalta a importância de não realizar a manobra de Valsalva, para evitar maior elevação da PAS e PAD durante os exercícios de resistência (PELLICIA *et al.*, 2020).

A *American Heart Association* (AHA) recomenda para pacientes hipertensos a realização de exercício físico aeróbico de 90 a 150 minutos por semana com intensidade moderada, e além de exercício resistido dinâmico de 90 a 150 minutos por semana com

intensidade de 50% a 80% de uma repetição máxima, incluindo 6 exercícios, com 3 séries de 10 repetições cada (WHELTON *et al.*, 2018). Já o *American College of Sports Medicine* (LIGUORI *et al.*, 2023) recomenda, para pacientes hipertensos, a realização de exercício aeróbico na maioria dos dias (5 a 7 dias), totalizando de 90 a 150 minutos por semana, divididos em 30 minutos por dia. Adicionalmente, o paciente deve incluir exercícios neuromotores de 2 a 3 dias por semana, em intensidade baixa a moderada, em sessões com duração de 20 a 30 minutos, incluindo exercícios funcionais e de habilidades motoras. De forma complementar, recomenda exercícios para força muscular esquelética de 2 a 3 vezes por semana de intensidade moderada, 60 a 70% de uma repetição máxima, com possibilidade de progredir para 80% de uma repetição máxima. Para os indivíduos iniciantes e para idosos, é recomendado iniciar com 40 a 50% de uma repetição máxima (LIGUORI *et al.*, 2023).

2.4 Prescrição de exercício físico aeróbico

O Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP) é uma ferramenta de avaliação da aptidão física, de alterações metabólicas, ventilatórias e hemodinâmicas durante o esforço. Ele também é utilizado para prescrição individualizada de exercício físico aeróbico (BARROSO *et al.*, 2021; MENEGHELO *et al.*, 2010). O TECP é considerado o “padrão ouro”, tanto para avaliação do consumo de oxigênio (VO_2) quanto para prescrição de exercícios aeróbicos. Quando utilizado para prescrição de exercícios aeróbicos, os protocolos de aumento progressivo de carga, de acordo com a individualidade, são importantes para que o paciente realize o teste de forma efetiva, com duração de 8 a 12 minutos de exercício (NEGRÃO *et al.*, 2019). Nesses casos o TECP pode ser dividido em quatro momentos, de acordo com o metabolismo: predominantemente aeróbico, acidose metabólica compensada, acidose metabólica descompensada e exaustão. Ao identificar as alterações metabólicas, é possível identificar os limiares ventilatórios, ou seja, o início da acidose metabólica compensada, que corresponde aproximadamente a 45-65% do VO_2 pico, permite definir o LA (primeiro limiar ventilatório); já o início da acidose descompensada permite definir o PCR (segundo limiar ventilatório), que corresponde aproximadamente a 65-90% do VO_2 pico (NEGRÃO *et al.*, 2019). Alguns autores recomendam que, para prescrever exercício físico aeróbico de intensidade moderada para pacientes hipertensos, é necessário considerar a FC correspondente ao LA até PCR do TECP (NEGRÃO *et al.*, 2019). Entretanto, como já mencionado, o TECP é um exame de alto custo, com a necessidade de profissionais especializados, o que dificulta sua ampla utilização na prática clínica (ROSS *et al.*, 2016).

Segundo a DBHA, que cita a III Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico ao recomendar o teste ergométrico para fins de avaliação da capacidade funcional e para prescrição de exercícios físicos, o teste ergométrico máximo é considerado uma alternativa ao TECP. O teste ergométrico tem menor custo e maior disponibilidade na prática clínica, apesar de ainda apresentar algumas limitações de acesso. No teste ergométrico, é possível estimar a capacidade funcional, através de fórmulas preditivas para consumo de oxigênio, e avaliar o comportamento hemodinâmico, assim como no TECP, identificando a presença ou não de arritmias e isquemias, além de observar o comportamento da pressão arterial e da FC durante o esforço. Para prescrição de exercícios aeróbicos, segundo a DBHA, é utilizado o cálculo da FC de treino, com base na fórmula de Karvonen e na FC máxima atingida no teste (considerando a intensidade inferior 40% e a superior 60%). A fórmula de FC de Karvonen está descrita a seguir:

$$FC \text{ de treino} = (FC \text{ máxima} - FC \text{ repouso}) * \% \text{ intensidade do exercício} + FC \text{ repouso}$$

Tanto para a realização do teste ergométrico, quanto para o TECP, recomenda-se o uso das medicações diárias, principalmente, para pacientes que utilizam medicamentos que interferem no comportamento da FC, como o betabloqueador (NEGRÃO *et al.*, 2019). O teste realizado em uso de medicamentos permite acompanhar o comportamento hemodinâmico real com maior precisão durante o esforço. Com isso, é possível avaliar as respostas do paciente ao esforço, bem como determinar a FC correspondente à intensidade de exercício aeróbico pretendida (CARVALHO *et al.*, 2020). Cabe ressaltar que, para pacientes que realizam exercício aeróbico regularmente, é importante realizar uma reavaliação a cada 6 ou 12 meses para atualizar os parâmetros de prescrição e acompanhar a evolução do paciente.

A prescrição de exercícios aeróbicos utilizando os limiares ventilatórios ou pela FC de treino, considerando a FC máxima atingida no teste ergométrico, possibilita uma prescrição individualizada e segura (CARVALHO *et al.*, 2020). No entanto, sabemos que muitos pacientes não têm acesso a esses exames. Sendo assim, a DBHA também recomenda que, caso não seja possível realizar nenhum dos testes de esforço, uma alternativa pode ser o cálculo da FC de treino utilizando a fórmula preditiva para a FC máxima:

$$FC \text{ máxima} = 220 - \text{idade (anos)}$$

Apesar de ser considerada como uma alternativa, essa fórmula preditiva de FC máxima não deve ser usada em indivíduos hipertensos ou cardiopatas que possuem uma resposta cronotrópica atenuada, devido ao uso regular de betabloqueador ou do inibidor de canais de cálcio não diidropiridínicos (BARROSO *et al.*, 2021). Outras fórmulas de calcular a FC máxima predita como: $[FC \text{ máxima} = 208 - 0,7 * \text{idade (anos)}]$ (TANAKA *et al.*, 2001) e a fórmula que considera os pacientes com uso de betabloqueador $[FC \text{ máxima} = 164 - 0,7 * \text{idade}]$ (BRAWNER *et al.*, 2004) não foram citadas ou abordadas pela DBHA. Dessa forma, buscar alternativas de baixo custo e fácil aplicação, mas que garantam a prescrição individualizada, eficaz e segura para esses pacientes, é um tema de grande interesse do nosso grupo.

2.5 Testes submáximos e testes de campo

Diferentes testes submáximos como teste de caminhada de 6 minutos, Incremental Shuttle-Walk Test, Rockport Walk Test e Teste do Degrau, têm sido utilizados para estimar a capacidade funcional associado a fórmulas preditivas. Na prática, esses testes são uma alternativa para auxiliar os profissionais no acompanhamento de seus alunos e pacientes quando há limitação no acesso a equipamentos específicos e de alto custo, como o TECP e o teste ergométrico (IZQUIERDO *et al.* 2019; SARTOR *et al.* 2013). Embora a aplicação prática desses testes em diferentes populações seja incontestável, ainda existe uma grande variedade na escolha dos testes realizados, bem como na metodologia aplicada, o que pode dificultar a reprodutibilidade de resultados e de estudos correlatos (EVANS *et al.* 2015).

Smith e colaboradores (2015), numa revisão, verificaram que a maioria dos estudos com idosos (>65 anos) apresentou pontuações fracas nos parâmetros de desenho do estudo e nos métodos de coleta de dados (teste-reteste). Como resultado, foram encontradas 13 fórmulas diferentes para predição de VO_2 pico em nove artigos incluídos para análise, o que caracteriza a ampla variedade metodológica. Apesar disso, quatro equações advindas de três protocolos do teste do degrau e um do teste de esteira ergométrica apresentaram forte correlação entre o VO_2 pico avaliado diretamente e o VO_2 pico estimado ($r > 0,80$), ou seja, não observaram diferença significativa entre a medida direta e o valor estimado pela fórmula (SMITH *et al.* 2015). Semelhantemente, em outro artigo de revisão, que estudou adultos saudáveis, foram incluídos 11 estudos, que verificaram a validade de oito diferentes tipos de testes de degrau para estimar o VO_2 pico (BENNETT *et al.* 2016). Os autores encontraram correlação alta entre o valor de VO_2 estimado nos diferentes testes do degrau e o VO_2 medido pelo TECP ($r = 0,78$ a $0,92$).

No mesmo sentido, num estudo que incluiu adultos saudáveis, tanto o VO_2 pico quanto a FC máxima obtida no teste do degrau tiveram alta correlação com os valores obtidos no TECP ($r=0.89$ e $r=0.83$, respectivamente) (BEUTNER *et al.* 2015). Resultados semelhantes foram encontrados em outro estudo que envolveu 30 pacientes, dos quais sete eram hipertensos e um utilizava betabloqueador. Os autores demonstraram alta correlação entre o VO_2 predito utilizando os dados obtidos no teste do degrau e o valor obtido no TECP ($r=0.87$) (HERDA *et al.* 2014). Mais recentemente, Izquierdo *et al.* (2019) validaram o Chester Step Test em pacientes hipertensos. Para isso, o estudo incluiu 14 adultos com o diagnóstico de HAS, sem uso de betabloqueador para testar a validade do Chester Step Test em estimar o VO_2 pico e avaliar a melhor fórmula de FC máxima predita, para auxiliar na equação de predição do VO_2 . Os resultados desse estudo mostraram que o VO_2 pico medido pelo Chester Step Test e o VO_2 avaliado pelo TECP tiveram forte correlação dada pela fórmula preditiva $[220-\text{idade}]$ ($r=0.986$, $p<0,001$), com viés de apenas $-0,35$ ($-1,06$ a $0,35$) ml.kg.min .

Dentre os testes de campo, o teste do degrau tem se mostrado uma boa opção por ser um equipamento de baixo custo, fácil manuseio e por não exigir ambiente específico para ser aplicado (HUGHES; CHATURVEDI, 2017). Diferentes protocolos de teste do degrau foram validados com o intuito de avaliar a capacidade funcional e a aptidão física em diferentes populações (BUCKLEY *et al.* 2004; KNIGHT *et al.* 2014; VIDONI *et al.* 2013), incluindo pacientes hipertensos (GIACOMANTONIO *et al.* 2020; HERDA *et al.* 2014; IZQUIERDO *et al.* 2019). No entanto, o comportamento da FC ao longo do teste do degrau, incluindo o TD6M, ainda tem sido pouco explorado. A tabela 3 apresenta um breve resumo das principais informações encontradas na literatura referente ao teste do degrau comparado com o TECP.

Tabela 3 - Estudos referentes ao teste do degrau em diferentes populações

Referência	Ano	Idade (anos)	População	Validação	Revisão	Teste Submáximo	FC Máx.	TECP/TE	FC Máx.	Correl. VO ₂ /FC Máx.	Prescrição EF
KASCH <i>et al.</i>	1966	>18	20 saudáveis	-	-	Kasch Step test	-	TECP	-	VO ₂ do TECP e ST (r=0.95)	-
PETRELLA <i>et al.</i>	2001	>65	240 saudáveis	-	-	Step test	Sim	TECP	Sim	FC e %FC do ST com VO ₂	-
PETRELLA <i>et al.</i>	2003	>65	284 Comorbidades	-	-	Step Test	Sim	TE	-	VO ₂ do TECP e ST (r=0.87)	Sim
SANTO <i>et al.</i>	2003	18 a 55	60 saudáveis	-	-	Modified YMCA 3-Minute ST	Sim,	TECP	-	VO ₂ do TECP e YMCA (r=0.54 a 0.61)	-
BUCKLEY <i>et al.</i>	2004	18 a 24	13 universitários	Sim	-	Chester Step Test	Sim	TECP	Sim	VO ₂ do CST (-2,7ml.kg. Min)	Sim
CHATTERJEE <i>et al.</i>	2005	>18	40 universitários	Sim	-	Queen's Step Test	Sim	TECP	Sim	Correlação QST com VO ₂ (r= -0.83, p<0,001)	-
VIDONI <i>et al.</i>	2013	18 a 60	102 pacientes Alzheimer	Sim	-	ST Exercise Prescription	Sim	TECP	-	ST subestima VO ₂ (p<0,001)	Sim
KNIGHT <i>et al.</i>	2014	<65	40 Adultos	Sim	-	STEP	Sim	TECP	Sim	VO ₂ do TECP e ST (r=0.78)	Sim
BEUTNER <i>et al.</i>	2015	22 a 79	97 saudáveis	Sim	-	YMCA	Sim	TECP	Sim	VO ₂ (0.89) e FC (0.83)	-
BENNETT <i>et al.</i>	2016	18 a 65	11 artigos incluindo saudáveis	-	Sim	Step Test	Sim	TECP	-	VO ₂ do TECP e ST (r=0.87 a 0.95)	-
HUGHES <i>et al.</i>	2017	16 a 70	2286 indivíduos	-	-	Tecumseh Step Test	Sim	-	-	FC inserida na fórmula preditiva de VO ₂ .	-

Tabela 3 (Continuação) - Estudos referentes ao teste do degrau em diferentes populações

Referência	Ano	Idade (anos)	População	Validação	Revisão	Teste Submáximo	FC Máxima	TECP/TE	FC Máxima	Correlação VO ₂ /FC Máxima	Prescrição EF
LEE	2018	50 a 70	54 mulheres com DMII	Sim	-	Tecumseh Step Test	Sim	TECP	Sim	VO ₂ do TC e ST r=0.49 a r=0.54.	Sim
RICCI <i>et al.</i>	2018	18 a 60	31 Obesos sedentários	Sim	-	ST de 2 minutos	Sim	TECP	Sim	FC. 170 bpm vs. 135 bpm e VO ₂ do TECP e ST (r=0.70)	-
HONG <i>et al.</i>	2019	20 a 40	73 adultos saudáveis	Sim	-	ST de 20 e 30 cm	Sim	TECP	Sim	Fórmula do ST explica 77.3% do VO ₂ pico.	-
IZQUIERDO <i>et al.</i>	2019	35 a 65	14 hipertensos	Sim	-	Chester Step Test	Sim	TECP	Sim	VO ₂ do TECP e CST variou de r=0,987 a 0,989.	-
GIACOMANTONIO <i>et al.</i>	2020	40-75	28 pacientes fatores de risco Cardiovascular	Sim	-	TD6M	Sim	TECP	Sim	TD6M e a FC pico do TECP (r= 0,81) e entre o TD6M e o VO ₂ pico do TECP (r = 0,88).	-
RITT <i>et al.</i>	2021	>18	171 pacientes com DAC	-	-	TD6M	-	TECP	-	TD6M e VO ₂ pico (r=0.69, p<0,001)	-
MARINHO <i>et al.</i>	2021	50-70	27 ICFER	Sim	-	TD6M	Sim	TECP	Sim	FC e VO ₂ relativo pico do TD6M e TECP (p=0.52 e p=0.89, respectivamente).	-
PATEL <i>et al.</i>	2023	>60	24 DPOC	-	-	TD6M	-	TECP	-	TD6M e VO ₂ pico (r=0.77, p<0,05)	-

TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TE - Teste Ergométrico, FC - Frequência Cardíaca, bpm – batimentos por minuto, VO₂ - Consumo de oxigênio, EF - Exercício físico, DM II - Diabetes Mellitus 2, DAC - Doença Arterial Coronariana, ICFER - Insuficiência Cardíaca de Fração de Ejeção Reduzida, DPOC - Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, ST - Step Test, QST - Queen's Step Test, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos.

2.5.1 Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M)

O Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M) tem sido aplicado em diferentes populações (GIACOMANTONIO *et al.* 2020; MARINHO *et al.* 2021; TRAVENSOLO *et al.* 2020). Além de ser realizado com equipamentos simples, é de fácil execução. O TD6M também não necessita de grandes espaços livres de circulação. Ele utiliza um único degrau de altura padrão (20 cm), permite a presença de corrimão para apoio durante a subida e descida, além disso o paciente realiza o teste na maior velocidade possível ao longo de 6 minutos (GIACOMANTONIO *et al.* 2020). Dessa forma, o TD6M não exige um ritmo de subida e descida, nem um número de subidas e descidas por minuto; o ritmo é estabelecido pelo participante, o que pode favorecer àqueles que apresentam baixos níveis de condicionamento físico. A altura do degrau é similar à altura padrão do degrau de uma escada, o que facilita a execução devido à familiaridade com o movimento. Apesar disso, pode apresentar alguma dificuldade para pessoas idosas, com problemas de equilíbrio e de mobilidade articular. No entanto, o uso de apoio para as mãos reduz as chances de desequilíbrio ou queda, bem como auxilia no controle da ansiedade, caso o avaliado apresente alguma dificuldade em realizar o teste. Por fim, o teste pode ser interrompido precocemente, caso seja necessário (GIACOMANTONIO *et al.* 2020; MACHADO *et al.* 2007).

Recentemente, alguns autores avaliaram 28 pacientes, com dois ou mais fatores de risco cardiovascular (destes, 26 pacientes com HAS), com o objetivo de validar o TD6M como uma ferramenta de avaliação da aptidão cardiorrespiratória nessa população. Nesse estudo, os autores observaram forte confiabilidade teste-reteste do TD6M para as medidas de FC máxima (ICC:0,92) e VO₂ pico (ICC:0,93) atingidos no TD6M. Além disso, ao correlacionar a FC máxima e o VO₂ pico obtidos no TD6M com os valores obtidos no TECP realizado na esteira, os autores encontraram forte correlação entre ambos ($r=0,81$ e $r=0,88$, respectivamente) (GIACOMANTONIO *et al.* 2020). Esses resultados demonstram que o TD6M pode ser uma opção válida e confiável para avaliar a aptidão cardiorrespiratória em pacientes com HAS (GIACOMANTONIO *et al.* 2020).

Resultados semelhantes foram encontrados em indivíduos com insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida, com uso de betabloqueador. Nesse estudo, 27 participantes realizaram dois TD6M e um TECP em cicloergômetro. Os autores observaram alta confiabilidade entre os resultados obtidos no primeiro e no segundo TD6M ($p>0,05$). Ao comparar o TECP com o TD6M, os autores não observaram diferença significativa entre a FC na máxima atingida no esforço ($p=0,52$) e no VO₂ relativo ($p=0,89$) (MARINHO *et al.*

2021). Isso reforça que o TD6M permite a avaliação de parâmetros no pico do esforço similares ao TECP em cicloergômetro. Adicionalmente, Ritt e colaboradores (2021) avaliaram pacientes com idade acima de 18 anos, diagnóstico de insuficiência cardíaca e doença arterial coronariana. Nesse trabalho, os autores verificaram uma associação de $r=0,69$ ($p<0,001$) e $r^2=0,47$ entre o número de passos obtidos no TD6M com o VO_2 pico obtido pelo TECP realizado em esteira. Além disso, desenvolveram uma equação para estimar o VO_2 pico para homem [$VO_2 \text{ pico} = 19,6 + (0,075 \times \text{TD6M}) - (0,10 \times \text{idade})$] e uma para mulher [$VO_2 \text{ pico} = 19,6 + (0,075 \times \text{TD6M}) - (0,10 \times \text{idade}) - 2$] utilizando a contagem de passos representado na fórmula como TD6M. O viés entre o VO_2 previsto pela fórmula e o VO_2 determinado pelo TECP foi de 1,84 (RITT *et al.* 2021).

Em resumo, os achados têm mostrado que o VO_2 estimado por equações que consideram o número de passos obtidos pelo TD6M apresentou boa correlação com o VO_2 relativo obtido pelo TECP. Isso mostra que o TD6M pode ser uma ferramenta alternativa para acompanhar a capacidade funcional, inclusive para as pessoas com HAS. Além disso, a FC máxima do TD6M parece ser semelhante à FC máxima obtida em TECP em cicloergômetro (MARINHO *et al.* 2021). Portanto, entender melhor o comportamento da FC durante o TD6M é fundamental para avaliar a aplicabilidade do TD6M como uma alternativa viável e de fácil aplicação para avaliação da FC máxima e, conseqüentemente, para auxiliar na prescrição de exercícios aeróbicos a pacientes hipertensos, com uso ou não de betabloqueador.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar o desempenho no TD6M e no TECP em cicloergômetro em pacientes hipertensos com e sem o uso de betabloqueadores.

3.2 Objetivos específicos

Analisar, em pacientes hipertensos com e sem uso de betabloqueadores, o comportamento da frequência cardíaca, do consumo de oxigênio e da ventilação durante e no pico do esforço do TD6M e do TECP.

Analisar, em pacientes hipertensos com e sem uso de betabloqueadores, o comportamento da pressão arterial sistólica e diastólica no pré-teste e no pico do esforço do TD6M e do TECP.

Analisar, em pacientes hipertensos com e sem uso de betabloqueadores, a correlação da FC de treino, nas intensidades 60% e 40%, obtida pela fórmula de Karvonen, com base na FC obtida no TD6M, no TECP e na fórmula preditiva ($220 - \text{idade}$).

Analisar, em pacientes hipertensos com uso de betabloqueadores, a correlação da FC de treino, nas intensidades 60% e 40%, obtida pela fórmula de Karvonen com base na FC obtida no TD6M, no TECP e na fórmula preditiva adaptada ($164 - 0,7 * \text{idade}$).

4. HIPÓTESES

O comportamento da FC, da pressão arterial e dos parâmetros ventilatórios durante e no pico do TD6M e TECP deve ser semelhante em pacientes hipertensos. Entretanto, é possível que esse comportamento seja diferente entre pacientes com e sem o uso de betabloqueadores.

A FC de treino obtida pela fórmula de Karvonen com base na FC obtida no TD6M e TECP deve ter alta correlação. Entretanto, a FC de treino obtida pela fórmula de Karvonen com base na fórmula preditiva ($220 - \text{idade}$) deve ter baixa correlação com a FC de treino obtida pela fórmula de Karvonen com base na FC obtida no TD6M e TECP. Além disso, é possível que essas correlações sejam diferentes entre pacientes com e sem o uso de betabloqueadores.

5. MÉTODOS

5.1 Desenho do estudo e sujeitos

Esse é um estudo crossover duplo. Foram convidados a participar do estudo pacientes hipertensos com e sem uso de betabloqueador, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão descritos abaixo. Inicialmente, foram triados pacientes que realizavam acompanhamento no Ambulatório de Hipertensão do Hospital de Clínicas e no Centro de Saúde da Comunidade (CECOM), ambos localizados na Unicamp. O primeiro contato com o paciente foi realizado no dia da consulta agendada ou através de contato telefônico. Informações sobre telefone de contato e diagnóstico foram obtidas através do prontuário médico eletrônico. Para os pacientes que aceitaram o pré-convite, foi agendada a primeira visita presencial no Hospital de Clínicas da UNICAMP, onde foram realizadas todas as avaliações.

Na visita presencial, os pacientes que aceitaram participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Tanto os pacientes que estavam com uso de betabloqueador, quanto os pacientes sem uso de betabloqueador realizaram duas sessões de avaliações, em dias diferentes, com intervalo de, no máximo, 30 dias e com duração de aproximadamente 1h cada. As avaliações foram agendadas em horários semelhantes para realizar o TECP e o TD6M, e todos os participantes do estudo realizaram os dois testes. A ordem, para determinar em qual sessão se realizaria o TECP e o TD6M, foi randomizada através do site *Sealed Envelope*, seed: 64552632943223, disponível em: <https://www.sealedenvelope.com/simple-randomiser/v1/lists>. Foi solicitado a todos os participantes evitar atividades físicas vigorosas por 24 horas antes dos testes, não ingerir bebidas estimulantes (álcool e cafeína) por 6 horas antes dos testes e manter sua rotina diária no dia anterior à visita. O TD6M e o TECP só foram iniciados com PAS e PAD abaixo de 160 mmHg e 100 mmHg, respectivamente.

A **visita 1** foi dividida em duas etapas. **Etapas 1:** 1) Anamnese referente ao histórico clínico de HAS nos últimos seis meses e dos medicamentos em uso. Em caso de dúvida no momento do autorrelato, o nome e a dose diária do betabloqueador utilizada era obtida ou conferida pelo prontuário eletrônico, considerando a consulta mais próxima da data de avaliação do paciente. 2) Avaliação das medidas antropométricas e hemodinâmicas, incluindo o peso, a altura, a circunferência da cintura e do quadril, a FC, a PAS e a PAD. **Etapas 2:** Realização do TD6M ou TECP, de acordo com a randomização. A **visita 2** também foi dividida em duas etapas. **Etapas 1:** Reavaliação das medidas hemodinâmicas de FC, de PAS e PAD. **Etapas 2:** Realização do TD6M ou TECP. O desenho do estudo está resumido na figura 1. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNICAMP (CAAE:

53572221.1.0000.5404).

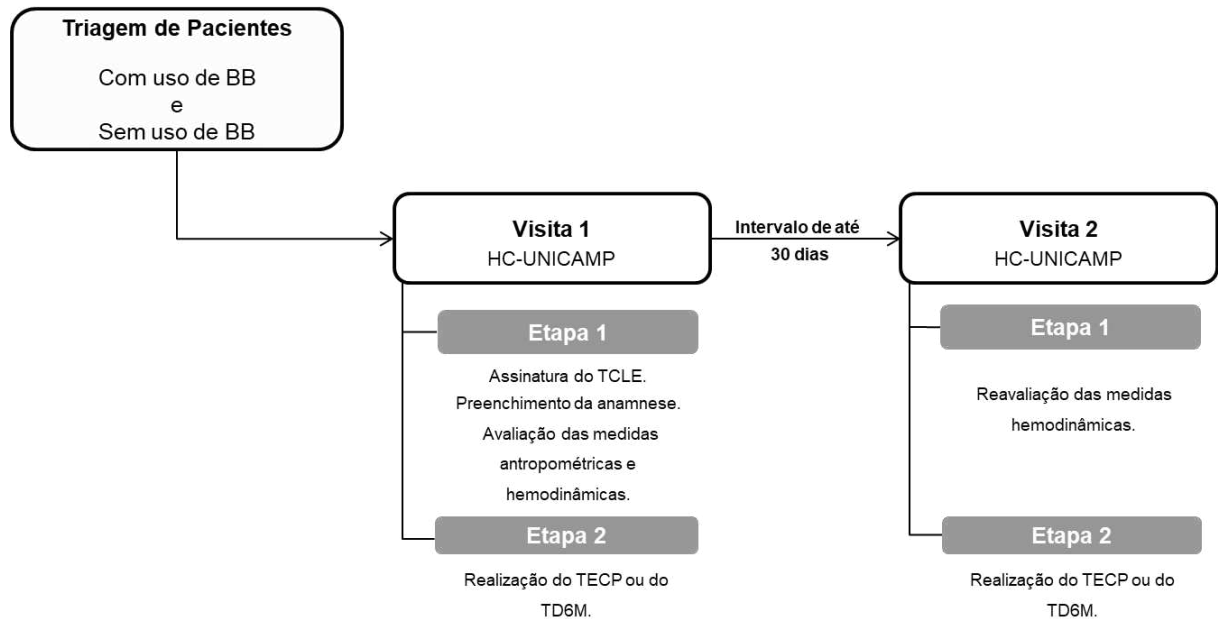


Figura 1 - Desenho do Estudo. BB - Betabloqueador, HC-UNICAMP - Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas, TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos.

5.2 Critérios de inclusão

Pacientes de ambos os sexos, com idade entre 30 e 70 anos, com diagnóstico de HAS, em uso regular ou não de betabloqueador, clinicamente estáveis, com acompanhamento médico nos últimos seis meses e que não participavam de nenhum programa regular de treinamento físico.

5.3 Critérios de exclusão

Pacientes que apresentaram em seu histórico clínico e/ou por autorrelato: doença pulmonar obstrutiva crônica, comprometimento musculoesquelético que impedisse a realização dos testes, sequelas neurológicas, síndromes genéticas, distúrbios cognitivos ou psiquiátricos, uso de marcapasso, qualquer contraindicação para realizar o teste de esforço, de acordo com o American College of Sports Medicine (LIGUORI *et al.*, 2023), e/ou condições médicas que impedissem a participação com segurança no estudo.

5.4 Anamnese, medidas antropométricas, Frequência Cardíaca e pressão arterial

Foi realizada anamnese para coletar dados clínicos (idade, história clínica, medicamentos em uso). O peso e a altura foram mensurados através da balança eletrônica W200/5 (Welmy). As medidas do perímetro da cintura e quadril foram realizadas com fita

métrica inelástica. O IMC foi calculado conforme a fórmula (WHO, 1995):

$$IMC = \frac{\text{peso (kg)}}{\text{altura (m)}^2}$$

A relação cintura-quadril (RCQ) foi calculada conforme a fórmula (WHO, 1995):

$$RCQ = \frac{\text{circunferência da cintura (cm)}}{\text{circunferência do quadril (cm)}}$$

A FC foi avaliada através do eletrocardiograma de doze derivações e a pressão arterial com um esfigmomanômetro pelo método auscultatório. As medidas foram realizadas sempre pelos mesmos avaliadores.

5.5 Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP)

O TECP foi realizado em cicloergômetro vertical (Lode Corival | cpet), utilizando análise de interface de gases respiratórios através de um espirômetro (Medgraphics, St Paul, MN, EUA) e máscara HansRudolf (figura 3). O sistema de ergoespirometria utilizado é um equipamento multiusuário (Processo 2015/15402-2) disponível do HC-UNICAMP. Antes de iniciar o teste, cada paciente pedalou três ciclos completos para a familiarização no cicloergômetro. Ao longo do teste foi utilizado protocolo de rampa com aumento constante de carga (incremento de 5 a 15 W/min). Inicialmente, o paciente pedalava 3 minutos sem carga, posteriormente, era feito o incremento da carga a cada 2 minutos de forma gradual e automática até a exaustão. Todos os participantes foram orientados a manter 60 a 70 rotações por minuto durante todo o teste (SKINNER; MCLELLAN, 1980). A análise eletrocardiográfica contínua foi realizada através de eletrocardiógrafo com doze derivações simultâneas. Para coletar os valores da FC pré-teste, o participante foi colocado na posição sentada no cicloergômetro durante 3 minutos (figura 4).



Figura 2 - Equipamento do Teste de Esforço Cardiopulmonar realizado no cicloergômetro (Software Breeze)
Fonte: Acervo pessoal, 2023.

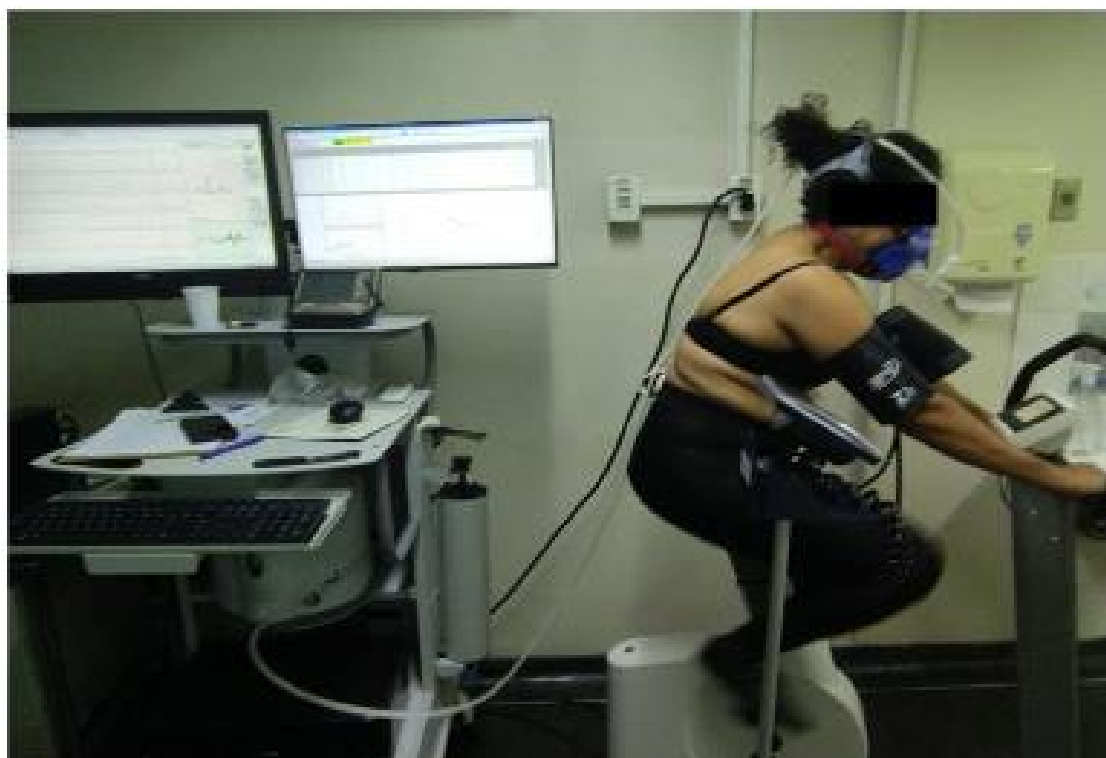


Figura 3 - Participante do estudo realizando o Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP) no cicloergômetro.
Fonte: Acervo pessoal, 2023.

A pressão arterial sistêmica foi mensurada pelo mesmo avaliador, em repouso, a

cada dois minutos do exercício e a cada minuto no período de recuperação. Todas as mensurações da pressão arterial foram realizadas com o paciente sentado no cicloergômetro, com as mãos apoiadas, em uma altura confortável, próxima ao nível do coração. Caso houvesse dúvida, um segundo avaliador confirmava o valor da pressão arterial durante o teste.

Dados sobre a percepção subjetiva de esforço foram obtidos no final de cada dois minutos de exercício, utilizando a Escala de Borg modificada e colorida de 0 (repouso) a 10 (máximo|extremamente difícil) (Anexo I) (GRANT *et al.*, 1999). Foi solicitado ao paciente que apontasse a percepção de esforço em relação à parte torácica e em relação aos membros inferiores. Os comandos foram padronizados em linguagem simples para melhor compreensão dos pacientes: “aponte como está o peito” e “agora, aponte como está a perna”. É importante ressaltar que todos os participantes foram orientados antes do início do teste sobre a escala de Borg, com possibilidade de tirar eventuais dúvidas. Da mesma forma, a saturação de oxigênio foi coletada a partir do oxímetro G-TECH (Modelo: Oled Graph - MD 300C23) e registrada no equipamento Breeze a cada dois minutos do exercício até a exaustão.

O teste foi finalizado no momento em que o paciente sinalizava através do gesto manual (polegar para baixo), conforme orientado inicialmente, representando seu esforço máximo e a incapacidade de continuar realizando o teste. Assim que o teste foi finalizado, iniciou-se o período de recuperação. O paciente foi orientado a manter 60 rotações por minuto, porém sem carga durante dois minutos. O ECG foi analisado durante todo esse período. A pressão arterial e a saturação no primeiro e no segundo minuto também foram aferidas. Quando os valores hemodinâmicos estavam próximos aos valores pré-teste, o teste foi encerrado e o paciente liberado.

Os critérios para interromper o teste precocemente foram:

- Presença de angina. Antes de aferir a pressão arterial era pedido para o paciente apontar com o polegar para cima, caso estivesse tudo bem ou para o centro, caso houvesse algum sintoma. Na presença do sintoma, o teste deveria ser interrompido.
- Taquicardia ventricular sustentada. Observada através do ECG.
- A pedido do paciente que, caso não conseguisse prosseguir com o esforço, deveria apontar o polegar para baixo.
- Problemas no equipamento. Caso houvesse algum problema de comunicação que interrompesse a coleta dos gases.

A capacidade funcional máxima foi determinada pelo VO_2 pico e as variáveis consideradas no estudo foram (NEGRÃO *et al.*, 2019):

- *Consumo de oxigênio pico (VO_2 pico)*: maior valor atingido do volume de O_2 inspirado através da ventilação pulmonar durante o teste de esforço incremental. Expresso em

L/min ou ml/kg/min.

- *Ventilação pulmonar (VE)*: produto da frequência respiratória e o volume corrente. É expresso em L/min.
- *Quociente respiratório (RQ)*: também denominado de razão de troca respiratória, consiste na relação entre a produção de dióxido de carbono (VCO_2) e o consumo de oxigênio (VO_2). É considerado um indicador de exercício máximo quando atinge valor acima de 1,10.
- *Equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO_2)*: representa a razão entre a ventilação e a taxa de captação de O_2 , ou seja, a eficiência durante o teste de esforço. É importante para detectar o LA.
- *Equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2)*: representa a razão entre a ventilação e a taxa de liberação de CO_2 . O VE/VO_2 representa a eficiência ventilatória e o VE/VCO_2 , ou seja, a eficiência em eliminar o CO_2 dos tecidos durante o teste de esforço. É importante para detectar o PCR.
- *Pressão expirada final de O_2 ($PETO_2$)*: expressa a pressão parcial de oxigênio em nível alveolar, ou seja, reflete a PaO_2 . É importante para detectar o LA.
- *Pressão expirada final de CO_2 ($PETCO_2$)*: expressa a pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial ($PaCO_2$). É utilizado para detectar o PCR.

Todas as variáveis foram coletadas respiração a respiração. No entanto, foram analisadas de 30 a 30 segundos, de acordo com o relatório obtido de forma automática pelo programa de ergoespirometria (Breeze). Para determinar os limiares ventilatórios, foram considerados os valores obtidos pelo programa de ergoespirometria e, caso necessário, o teste foi ajustado conforme parâmetros da literatura. Quando necessário, o LA foi considerado no momento em que o paciente apresentou perda da linearidade entre a VE e o VO_2 , juntamente com menores valores de VE/VO_2 e de $PETO_2$, antes do aumento progressivo desses parâmetros. Além disso, foi considerado o incremento não linear do RQ. O PCR foi considerado no momento em que o indivíduo apresentou o menor valor de VE/VCO_2 , antes de iniciar um aumento progressivo e o valor máximo de $PETCO_2$ no final da expiração, antes do início de uma queda progressiva dessa resposta (SKINNER; MCLELLAN, 1980, WASSERMAN, 1984). Por fim, a FC máxima foi considerada o ponto correspondente à exaustão do paciente.

5.6 Teste do Degrau de Seis Minutos (TD6M)

O teste foi realizado em um degrau de 20 cm de altura com uma superfície antiderrapante (figura 5). Um apoio para as mãos foi oferecido aos participantes para facilitar e reduzir a insegurança e/ou desequilíbrio durante a execução do movimento. Para coletar os valores pré-teste, o participante foi colocado na posição sentada em uma cadeira com

encosto durante três minutos.



Figura 4 - Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M).
Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Todos os participantes foram previamente orientados a subir e a descer do degrau o mais rápido e o maior número possível de vezes dentro de seis minutos, com possibilidade de diminuir a velocidade em qualquer momento do teste, caso fosse necessário (GIACOMANTONIO *et al.*, 2020) (figura 6). Antes de iniciar o teste, foi possível tirar eventuais dúvidas, e todos os participantes demonstraram compreensão. Incentivos verbais foram realizados de forma padronizada com tom de voz uniforme (exemplo: “você está indo muito bem, continue assim”). As informações sobre o tempo restante foram realizadas de forma padronizada no final de cada minuto. Nos 15 segundos finais de cada minuto, foi solicitado ao paciente apontar o polegar para cima, caso estivesse tudo bem, ou para o centro, caso houvesse algum sintoma. Não foi utilizada a escala de Borg nesse teste.

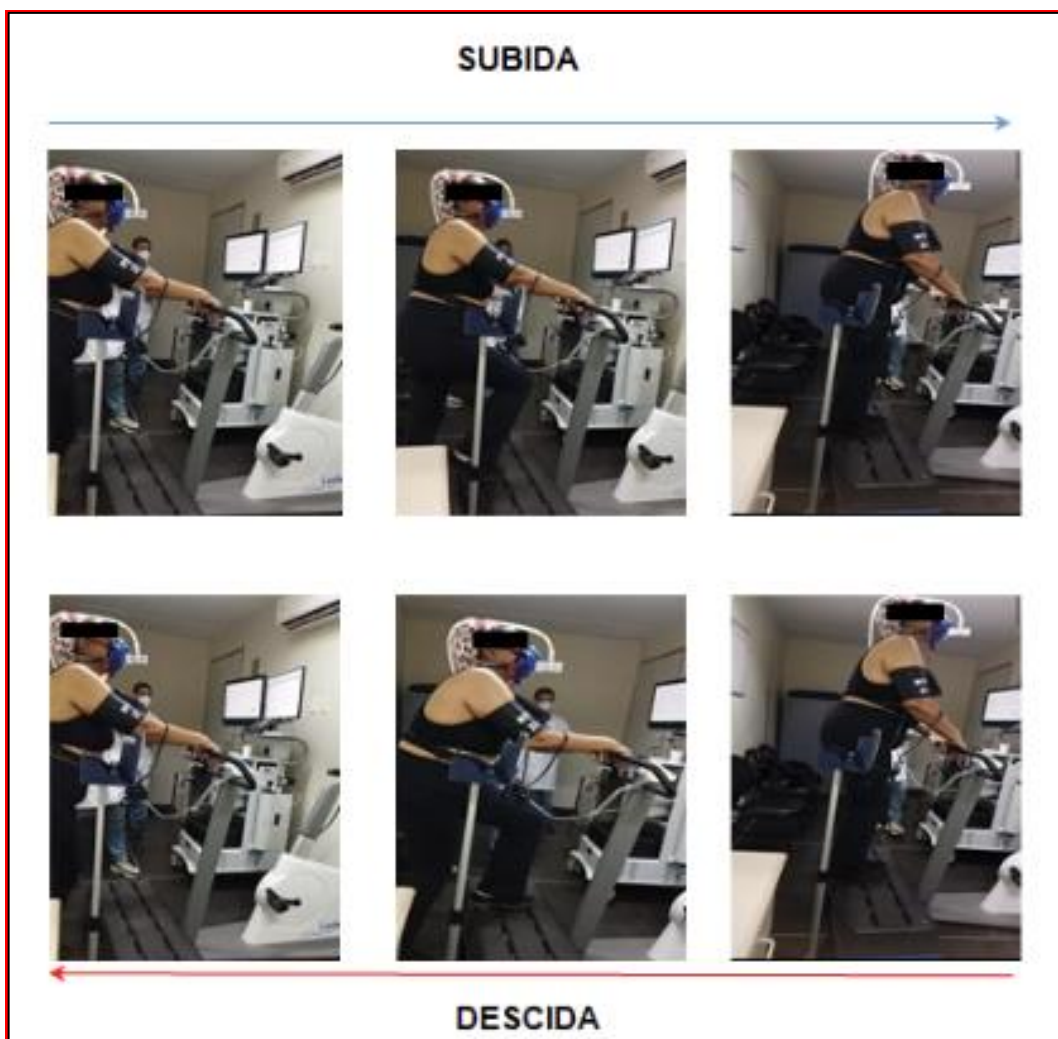


Figura 5 - Participante realizando o Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M).
Fonte: Acervo pessoal, 2023.

A FC foi registrada pela análise eletrocardiográfica contínua, juntamente com os parâmetros ventilatórios e metabólicos pelo mesmo analisador de gases do TECP. Todas as variáveis foram coletadas respiração a respiração. No entanto, foram analisadas de 30 a 30 segundos, de acordo com o relatório obtido de forma automática pelo programa de ergoespirometria (Breeze). A FC máxima foi considerada o ponto correspondente aos últimos 30 segundos de esforço que antecedem o início da recuperação. Houve acompanhamento da saturação a partir do oxímetro G-TECH (Modelo: Oled Graph - MD 300C23) no final de cada minuto. A pressão arterial sistêmica foi mensurada pelo mesmo avaliador, em repouso, no final do teste, e a cada minuto no período de recuperação. Para isso, foi realizada a aferição na posição sentada, em uma cadeira com encosto, e com o braço apoiado no avaliador, para respeitar a altura no nível do coração (BARROSO *et al.*, 2021). A pressão arterial não foi mensurada durante o esforço.

Ao completar os seis minutos, foi aferida a pressão arterial máxima com o paciente na posição ortostática, com o braço apoiado no avaliador. O período de

recuperação começou no instante em que foi interrompido o exercício. Após aferir a pressão arterial máxima, o paciente foi colocado sentado em uma cadeira com encosto. O ECG foi analisado durante todo esse período, além das medidas de pressão arterial e de saturação de oxigênio no primeiro e no segundo minuto de recuperação. Quando os valores hemodinâmicos estavam próximos aos valores pré-teste, o teste foi finalizado e o paciente liberado.

Os critérios considerados para interromper o teste precocemente foram:

- Presença de angina. A cada minuto era pedido para o paciente apontar com o polegar para cima, caso estivesse tudo bem, ou para o centro, caso houvesse algum sintoma. Na presença do sintoma, o teste deveria ser interrompido.
- Taquicardia ventricular sustentada, observada através do ECG.
- A pedido do paciente que, caso não conseguisse prosseguir com o esforço, deveria apontar o polegar para baixo.
- Problemas no equipamento. Caso houvesse algum problema de comunicação que interrompesse a coleta dos gases.

No último dia de avaliação, após o encerramento do teste, foi perguntado a cada participante: “Dos dois testes realizados, teste do degrau e teste da bicicleta, qual você achou mais difícil fisicamente? Qual foi o motivo para a sua escolha?”.

5.7 Fórmula de Karvonen

Para calcular a FC de treino foi utilizada a fórmula de Karvonen (1957), expressa pela equação:

$$FC \text{ de treino} = (FC \text{ máxima} - FC \text{ repouso}) * \% \text{ intensidade} + FC \text{ repouso}$$

O resultado da fórmula de Karvonen corresponde à FC de treino, que permite identificar e prescrever exercícios físicos em diferentes intensidades (NIEUWLAND *et al.*, 2002). A DBHA considera o cálculo de 40% como limite inferior e 60% como limite superior da intensidade moderada para pacientes hipertensos (BARROSO *et al.*, 2021). A FC máxima utilizada foi a FC máxima obtida no TD6M, no TECP, pela fórmula da FC predita $(220 - \text{idade})$ e, somente para o grupo CBB também pela fórmula da FC predita adaptada $(164 - 0,7 * \text{idade})$. Para a FC de repouso, foi considerada a média dos três primeiros minutos da FC pré-teste do TECP e a média dos três primeiros minutos da FC pré-teste do TD6M. Por último, para a FC de repouso da fórmula com a FC máxima prevista $(220 - \text{idade})$ foi calculada a média dos seis primeiros minutos obtida pela somatória da FC pré-teste dos três primeiros minutos do TECP com a FC pré-teste dos três primeiros minutos do TD6M.

5.8 Análise do comportamento da Frequência Cardíaca (FC)

Os registros de FC pré-teste, durante a realização do teste e da recuperação foram obtidos de forma automática a cada 30 segundos. Para a análise, os dados da FC tanto do TD6M quanto do TECP de todos os pacientes foram registrados em planilha de Excel. Em seguida, as linhas do comportamento da FC do TD6M e do TECP foram representadas separadamente em formato de gráfico.

Adicionalmente, para verificar a variação da FC no TD6M e no TECP calculamos o delta da FC em valores absolutos. No primeiro momento, foi realizada a subtração da FC atingida no PCR obtido pelo TECP com a FC pré-teste do TECP [$\Delta FC = FC_{PCR} - FC_{\text{pré-teste do TECP}}$]. Em seguida, foi realizada a subtração da FC máxima atingida no TECP com a FC pré-teste do TECP [$\Delta FC = FC_{\text{máxima do TECP}} - FC_{\text{pré-teste do TECP}}$]. Por fim, foi realizada a subtração da FC máxima atingida no TD6M com a FC pré-teste do TD6M [$\Delta FC = FC_{\text{máxima do TD6M}} - FC_{\text{pré-teste do TD6M}}$]. Da mesma forma que a do TECP, a FC pré-teste representa o valor referente à média dos três primeiros minutos de repouso antes de se iniciar o esforço.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram registrados em planilha Excel®. Foi testada a normalidade através do teste de *Shapiro-Wilk* e a homogeneidade pelo teste de *Levene*. As variáveis descritivas estão apresentadas em média e desvio padrão. Para as variáveis categóricas, foi aplicado o teste do Qui-Quadrado e foram expressas em número total e porcentagem. As diferenças nas variáveis contínuas paramétricas entre os grupos (CBB e SBB) e entre os testes (TECP e TD6M) foram testadas pelo teste *T-student* ou *ANOVA two-way*, quando necessário. *Post-Hoc de Tukey* foi utilizado para analisar as diferenças significativas entre as médias dos grupos (CBB e SBB) e dos testes (TECP e TD6M). As diferenças nas variáveis não paramétricas foram testadas Kruskal-Wallis. Para realizar a correlação entre as variáveis, foi utilizada a correlação linear produto momento de Pearson. As análises dos dados foram realizadas pelo Programa SPSS®. Foi aceito como diferença estatística significativa quando $p \leq 0,05$.

7. RESULTADOS

7.1 Características dos Participantes

Inicialmente foram triados 770 pacientes, desses 449 foram excluídos porque apresentavam pelo menos um critério de exclusão. Após a primeira triagem, permaneceram 321 pacientes elegíveis, entretanto, depois da segunda análise, 292 foram excluídos, pois não aceitaram participar do estudo, apresentaram obesidade grau II ou III, dor osteoarticular autorrelatada, motivos pessoais, última consulta médica há mais de seis meses ou não conseguimos contato. Dessa forma, 29 pacientes foram incluídos no protocolo de estudo, entretanto, 5 pacientes não completaram as avaliações, ou seja, 24 pacientes terminaram o protocolo de avaliação, sendo 12 pacientes com uso de betabloqueador (CBB) e 12 sem o uso de betabloqueador (SBB). O fluxograma de pacientes está apresentado na figura 7.

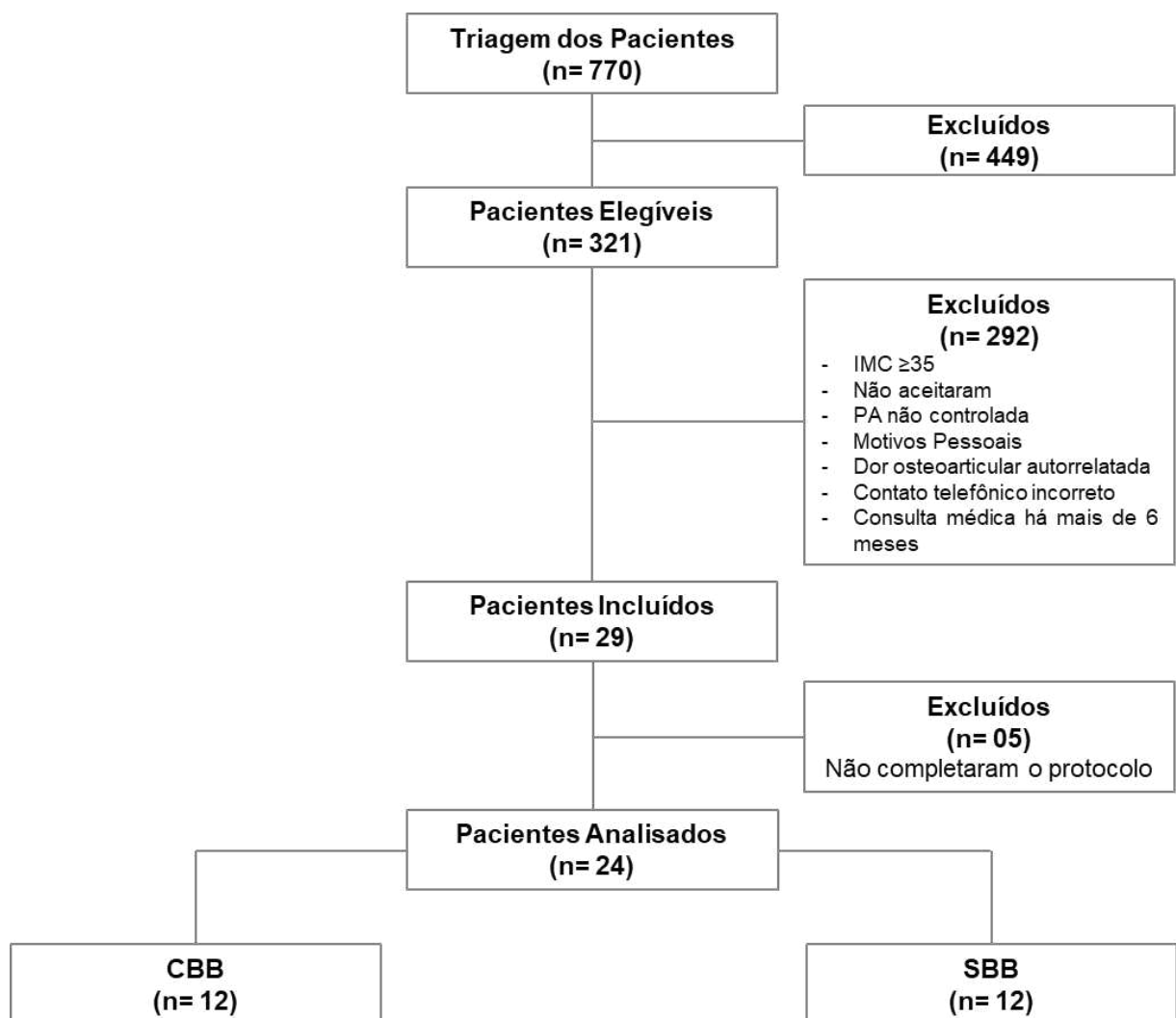


Figura 6 - Fluxograma do estudo. IMC - Índice de Massa Corporal, PA - Pressão Arterial, CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador.

As características físicas e clínicas dos participantes com e sem uso de betabloqueador estão apresentadas na tabela 4. Em relação às características físicas, não observamos diferença em relação a sexo, idade, peso, IMC e na relação cintura-quadril. No entanto, encontramos diferença na altura dos grupos. Na análise das comorbidades, não observamos diferenças significativas entre os grupos. No entanto, quando avaliamos o uso de medicamentos, observamos maior frequência no uso de IECA e BRA pelo grupo SBB. Nas demais classes de medicamentos, não encontramos diferença significativa entre os grupos. Da mesma forma, não observamos diferença significativa no intervalo entre as sessões entre ambos os grupos.

Tabela 4 - Características físicas e clínicas dos pacientes hipertensos

Variáveis	CBB (n=12)	SBB (n=12)	p
Características Físicas			
Sexo, n (%)			
Feminino	9 (75)	6 (50)	0,21
Masculino	3 (25)	6 (50)	
Idade (anos)	54 ± 8	54 ± 9	0,96
Peso (kg)	72,1 ± 15,7	78,7 ± 14,6	0,30
IMC (kg/m ²)	28 ± 5	28 ± 3	0,91
RCQ (cm)	0,90 ± 0,08	0,87 ± 0,17	0,66
Comorbidades			
Pré - Diabetes Mellitus, n (%)	2 (17)	1 (08)	0,54
Diabetes Mellitus, n (%)	1 (08)	5 (42)	0,06
Dislipidemia, n (%)	8 (67)	6 (50)	0,41
Sobrepeso, n (%)	4 (33)	8 (67)	0,10
Obesidade, n (%)	5 (42)	3 (25)	0,39
Tabagista, n (%)	1 (08)	1 (08)	1,00
Medicamentos			
IECA BRA, n (%)	6 (50)	11 (92)	0,03
Bloqueador de canais de cálcio, n (%)	4 (33)	6 (50)	0,41
Diurético, n (%)	6 (50)	4 (33)	0,41
Anticoagulante, n (%)	2 (17)	1 (08)	0,54
Vasodilatador, n (%)	1 (08)	0	0,30
Inibidores seletivos de recaptção de serotonina, n (%)	1 (08)	1 (08)	1,00
Hipoglicemiantes, n (%)	2 (17)	5 (42)	0,18
Insulina, n (%)	0	3 (25)	0,14
Intervalo das avaliações (dias)	10 ± 7,56	9 ± 5,40	0,67

Valores em média e desvio padrão ou frequência e porcentagem. CBB – grupo hipertenso com uso do betabloqueador, SBB – grupo hipertenso sem uso de betabloqueador, kg - quilograma, cm - centímetros, IMC - Índice de Massa Corporal, RCQ – Relação Cintura-Quadril. IECA – Inibidor da Enzima Conversora de Angiotensina, BRA – Bloqueadores dos Receptores de Angiotensina.

No grupo CBB, os betabloqueadores utilizados eram: atenolol (n=6), carvedilol (n=3), metoprolol (n=1) e propranolol (n=2). Dentre os 12 pacientes avaliados, cinco pacientes usavam dose menor do que a dose diária habitual recomendada pela DBHA (BARROSO *et al.*, 2021). Sendo três pacientes em uso diário de 25mg de atenolol, um em uso de 40 mg e outro de 80 mg de propranolol (tabela 5).

Tabela 5 - Doses diárias dos tipos de betabloqueadores utilizados pelo grupo CBB e o valor das doses diárias habituais dos tipos de betabloqueadores pela DBHA

Medicamento	CBB (n=12)	Dose diária em mg (média ± DP)	Pacientes abaixo da dose diária habitual* (n)	Valor da dose diária habitual* (mg)
Atenolol	6	37,5 ± 13,7	3	50
Carvedilol	3	29,2 ± 19,1	0	12,5
Metoprolol	1	100 ± 0	0	50
Propranolol	2	60 ± 28,3	2	160

* Dose diária habitual recomendada pela DBHA (BARROSO *et al.*, 2021).

Valores em média e desvio padrão (DP). CBB - Grupo hipertenso com uso de betabloqueador, DBHA - Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial.

7.2 Análise do comportamento dos parâmetros hemodinâmicos e ventilatórios no TD6M e no TECP

Os vinte e quatro pacientes completaram os dois testes. No TECP, vinte e dois pacientes atingiram um RQ máximo com média de $1,35 \pm 0,16$. Dois testes do grupo CBB foram interrompidos precocemente, um paciente devido à angina (RQ = 1,06) e outro por cansaço físico (RQ = 1,09). Além disso, um paciente do grupo SBB apresentou extrassístoles frequentes na parte final do exame, mas apesar da presença de arritmia, o teste foi finalizado com sucesso. Em relação ao TD6M, os vinte e quatro pacientes finalizaram o teste dentro do tempo, sem necessidade de realizar pausas e sem intercorrências durante os seis minutos, ou seja, nenhum teste foi interrompido precocemente. No entanto, quatro pacientes não atingiram RQ maior do 1,10 nesse teste, sendo três pacientes do grupo CBB (RQ = 1,06; 1,00 e 0,98) e um paciente do grupo SBB (RQ = 1,08).

7.3 Parâmetros Pré-teste

Os parâmetros pré-teste no TECP e no TD6M estão apresentados na tabela 6. Os valores de cada parâmetro representam a média dos três primeiros minutos de repouso de cada teste. Encontramos menor valor de FC ($p = 0,01$), de VO_2 relativo ($p = 0,001$) e de VE ($p = 0,01$) no TD6M quando comparado ao TECP. Não observamos diferença significativa nas demais variáveis.

Tabela 6 - Parâmetros pré-teste do TECP e TD6M dos pacientes hipertensos

Variáveis	TECP (n = 24)	TD6M (n = 24)	p
FC (bpm)	79 ± 10	74 ± 11	0,01
PAS (mmHg)	124 ± 12	118 ± 13	0,13
PAD (mmHg)	82 ± 8	77 ± 9	0,07
PAM (mmHg)	96 ± 9	90 ± 10	0,08
VO ₂ absoluto (mL/min.)	385 ± 174	419 ± 169	0,39
VO ₂ relativo (mL/kg/min)	4,0 ± 0,4	3,7 ± 0,4	0,003
RQ	0,98 ± 0,11	0,96 ± 0,08	0,38
PETO ₂ (mmHg)	100 ± 4	100 ± 5	0,53
PETCO ₂ (mmHg)	43 ± 6	43 ± 6	0,95
VE/VO ₂	37 ± 5	37 ± 4	0,57
VE/VCO ₂	37 ± 6	38 ± 4	0,85
VE (L/min.)	11,2 ± 2,4	10,1 ± 2,3	0,001

Valores em média e desvio padrão. TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, FC - Frequência Cardíaca, bpm - batimentos por minuto, PAS - Pressão Arterial Sistólica, PAD - Pressão Arterial Diastólica, PAM - Pressão Arterial Média, mmHg - milímetros de mercúrio, VO₂ - consumo de oxigênio, PETO₂ - pressão expirada de oxigênio, PETCO₂ - pressão expiratória final de dióxido de carbono, VE/VO₂ - equivalente respiratório de O₂, VE/VCO₂ - equivalente ventilatório de CO₂, VE - Ventilação Pulmonar, L/min. - litros por minuto.

Os parâmetros pré-teste do TECP e do TD6M dos grupos CBB e SBB estão apresentados na tabela 7. Em relação aos parâmetros hemodinâmicos, observamos menor FC pré-teste no grupo CBB quando comparado com SBB em ambos os testes, conforme esperado. Além disso, observamos maior valor de VE/VCO₂ no grupo CBB, mostrando que os pacientes que têm indicação do uso de betabloqueador apresentam maior VE/VCO₂. No entanto, observamos que o VO₂ relativo no início do TECP foi maior em ambos os grupos quando comparado com o TD6M. Não observamos diferenças entre grupos, testes ou interação nas demais variáveis.

Tabela 7 - Parâmetros pré-teste do TECP e TD6M do grupo CBB e do grupo SBB

Variáveis	CBB (n = 12)		SBB (n = 12)		p grupo	p teste	p interação
	TECP	TD6M	TECP	TD6M			
FC (bpm)	76 ± 8	71 ± 5	82 ± 11	78 ± 14	0,04	0,14	0,79
PAS (mmHg)	121 ± 11	116 ± 10	127 ± 14	120 ± 16	0,13	0,19	0,88
PAD (mmHg)	79 ± 8	76 ± 5	85 ± 7	77 ± 13	0,20	0,06	0,40
PAM (mmHg)	93 ± 9	90 ± 6	99 ± 9	92 ± 13	0,14	0,09	0,56
VO ₂ absoluto (mL/min.)	382 ± 199	400 ± 173	389 ± 153	438 ± 170	0,65	0,50	0,76
VO ₂ relativo (mL/kg/min)	4,1 ± 0,3	3,6 ± 0,5	4,0 ± 0,5	3,7 ± 0,4	0,94	<0,01	0,29
PETO ₂ (mmHg)	99 ± 3	101 ± 5	100 ± 5	100 ± 5	0,85	0,61	0,56
PETCO ₂ (mmHg)	41 ± 5	44 ± 6	45 ± 6	42 ± 5	0,35	0,96	0,07
VE/VO ₂	36 ± 5	37 ± 4	37 ± 5	37 ± 4	0,95	0,64	0,46
VE/VCO ₂	40 ± 7	38 ± 5	35 ± 5	37 ± 3	0,03	0,89	0,25
VE (L/min.)	11,0 ± 2,2	9,8 ± 2,2	11,3 ± 2,6	10,4 ± 2,6	0,51	0,13	0,83

Valores em média e desvio padrão. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, FC - Frequência Cardíaca, bpm - batimentos por minuto, PAS - Pressão Arterial Sistólica, PAD - Pressão Arterial Diastólica, mmHg - milímetros de mercúrio, PAM - Pressão Arterial Média, VO₂ - consumo de oxigênio, PETO₂ - pressão expirada de oxigênio, PETCO₂ - pressão expiratória final de dióxido de carbono, VE/VO₂ - equivalente respiratório de O₂, VE/VCO₂ - equivalente ventilatório de CO₂, VE - Ventilação Pulmonar, L/min. - litros por minuto.

7.4 Pico do esforço do TD6M e Ponto de Compensação Respiratório do TECP

Para avaliar se o TD6M é um teste submáximo, comparamos o pico do esforço do TD6M com o segundo limiar (PCR) do TECP. Quando comparamos os parâmetros hemodinâmicos e ventilatório nessas situações, observamos que FC, VO₂ relativo e VE foram maiores no pico do TD6M do que no PCR do TECP. No entanto, não encontramos diferenças nos demais parâmetros analisados. Esses parâmetros mais elevados no pico do TD6M sugerem que o esforço realizado durante esse teste é superior ao esforço realizado até o PCR (tabela 8).

Tabela 8 - Parâmetros no ponto de compensação respiratória do TECP e no pico do TD6M

Variáveis	PCR do TECP (n = 24)	Pico do TD6M (n = 24)	p
FC (bpm)	127 ± 20	136 ± 19	0,02
VO ₂ relativo (mL/kg/min)	16,9 ± 4,5	21,1 ± 3,4	<0,001
PETO ₂ (mmHg)	100 ± 6	101 ± 5	0,43
PETCO ₂ (mmHg)	50 ± 7	49 ± 6	0,20
VE/VO ₂	33 ± 5	33 ± 3	0,55
VE/VCO ₂	27 ± 4	28 ± 3	0,43
VE (L/min)	41,7 ± 17,3	51,1 ± 11,2	0,01

Valores em média e desvio padrão. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, FC - Frequência Cardíaca, bpm - batimentos por minuto, PAS - Pressão Arterial Sistólica, PAD - Pressão Arterial Diastólica, PAM - Pressão Arterial Média, mmHg - milímetros de mercúrio, VO₂ - consumo de oxigênio, PETO₂ - pressão expirada de oxigênio, PETCO₂ - pressão expiratória final de dióxido de carbono, VE/VO₂ - equivalente respiratório de O₂, VE/VCO₂ - equivalente ventilatório de CO₂, VE - Ventilação Pulmonar, L/min. - litros por minuto.

Quando avaliamos a influência do uso do betabloqueador, também observamos maiores valores de VO₂ relativo e de VE no pico do TD6M em ambos os grupos (CBB e SBB), quando comparados com o PCR do TECP. No entanto, não observamos diferença na FC entre os testes, apenas entre os grupos. Nas demais variáveis, não observamos diferenças significativas (tabela 9).

Tabela 9 - Parâmetros no ponto de compensação respiratória do TECP e no pico do esforço do TD6M dos grupos CBB e SBB

Variáveis	CBB (n = 12)		SBB (n = 12)		p grupo	p teste	p interação
	PCR do TECP	Pico do TD6M	PCR do TECP	Pico do TD6M			
FC (bpm)	123 ± 21	128 ± 17	132 ± 20	143 ± 18	0,03	0,13	0,52
VO ₂ relativo (mL/kg/min)	16,4 ± 2,8	20,8 ± 3,2	17,3 ± 5,1	21,3 ± 0,3	0,59	<0,001	0,89
PETO ₂ (mmHg)	100 ± 5	101 ± 6	100 ± 7	101 ± 5	0,86	0,52	0,90
PETCO ₂ (mmHg)	48 ± 6	49 ± 6	52 ± 7	47 ± 6	0,47	0,34	0,14
VE/VO ₂	33 ± 4	32 ± 2	33 ± 6	33 ± 4	0,46	0,64	0,79
VE/VCO ₂	28 ± 3	28 ± 2	26 ± 4	27 ± 3	0,27	0,61	0,39
VE (L/min)	37,7 ± 13,0	47,2 ± 10,0	45,7 ± 20,5	55,0 ± 11,4	0,06	0,03	0,98

Valores em média e desvio padrão. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, FC - Frequência Cardíaca, bpm - batimentos por minuto, VO₂ - consumo de oxigênio, PETO₂ - pressão expirada de oxigênio, PETCO₂ - pressão expiratória final de dióxido de carbono, VE/VO₂ - equivalente respiratório de O₂, VE/VCO₂ - equivalente ventilatório de CO₂, VE - Ventilação Pulmonar, L/min. - litros por minuto, PCR - Ponto de Compensação Respiratório.

Adicionalmente, calculamos o delta absoluto de variação entre a FC no PCR e a FC pré-teste do TECP [$\Delta FC = FC_{PCR} - FC_{pré-teste \text{ do TECP}}$] e entre a FC máxima e a FC pré-teste do TD6M [$\Delta FC = FC_{máxima \text{ do TD6M}} - FC_{pré-teste \text{ do TD6M}}$] em ambos os grupos com e sem o uso de betabloqueadores. Nessa avaliação, observamos que a variação da FC foi maior no

TD6M do que no TECP até o PCR. Entretanto, não observamos diferenças entre os grupos (figura 8). Esses dados evidenciam que, apesar de não encontrarmos diferença entre os valores absolutos de FC no PCR do TECP e no pico do TD6M, a variação da FC foi maior no TD6M. Isso reforça que o esforço realizado durante o TD6M foi superior ao esforço realizado no TECP até o PCR realizado em cicloergômetro.

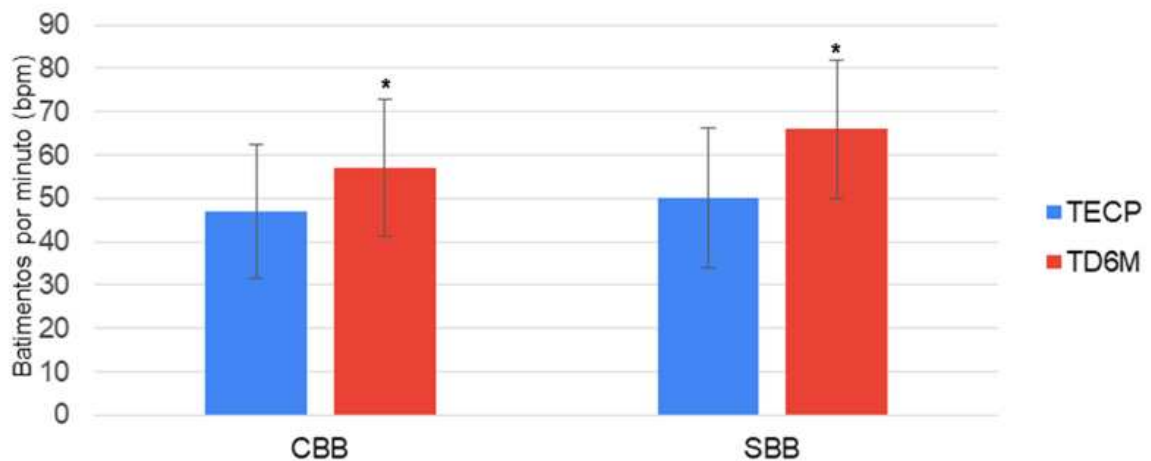


Figura 7 - Delta absoluto do Ponto de Compensação Respiratório (PCR) no Teste de Esforço Cardiopulmonar em Cicloergômetro (TECP) e do Pico do Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M). CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador. *vs TECP; $p \leq 0,05$.

7.5 Pico do esforço do TD6M e Pico do esforço do TECP

Os parâmetros hemodinâmicos e ventilatórios do pico do esforço do TECP e do TD6M são mostrados na tabela 10. Encontramos maiores valores de PAD, PAM, VO_2 absoluto, RQ e VE/VO_2 no TECP quando comparados com o TD6M. No entanto, a FC máxima, o VO_2 relativo e a VE foram semelhantes entre os testes.

Tabela 10 - Parâmetros no pico do esforço do TECP e do TD6M

Variáveis	TECP (n = 24)	TD6M (n = 24)	P
FC (bpm)	142 ± 23	136 ± 19	0,09
PAS (mmHg)	171 ± 23	163 ± 22	0,10
PAD (mmHg)	93 ± 9	84 ± 8	0,001
PAM (mmHg)	119 ± 13	111 ± 11	0,004
VO ₂ absoluto (mL/min.)	1524 ± 456	1648 ± 353	0,03
VO ₂ relativo (mL/kg/min)	19,9 ± 5,3	21,1 ± 3,4	0,12
RQ	1,35 ± 0,16	1,17 ± 0,08	<0,001
PETO ₂ (mmHg)	105 ± 5	101 ± 5	0,01
PETCO ₂ (mmHg)	48 ± 6	49 ± 6	0,87
VE/VO ₂	38 ± 5	33 ± 3	<0,001
VE/VCO ₂	30 ± 7	28 ± 3	0,13
VE (L/min.)	56,0 ± 16,4	51,1 ± 11,2	0,12

Valores em média e desvio padrão. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, FC - Frequência Cardíaca, bpm - batimentos por minuto, PAS - Pressão Arterial Sistólica, PAD - Pressão Arterial Diastólica, mmHg - milímetros de mercúrio, VO₂ - consumo de oxigênio, PETO₂ - pressão expirada de oxigênio, PETCO₂ - pressão expiratória final de dióxido de carbono, VE/VO₂ - equivalente respiratório de O₂, VE/VCO₂ - equivalente ventilatório de CO₂, VE - Ventilação Pulmonar, L/min. - litros por minuto.

No pico do esforço de ambos os testes, observamos que o grupo SBB apresentou maior FC, PAS e PAM, quando comparado com o grupo CBB. Na comparação entre os testes, observamos menores valores de PAD, PAM, PETO₂ e VE/VO₂ no TD6M. É importante ressaltar que não houve diferença significativa entre FC máxima, VO₂ e VE no TECP e no TD6M, tanto no grupo CBB, quanto no grupo SBB. Além disso, não observamos diferenças significativas entre grupos, testes e interação nos demais parâmetros (tabela 11).

Tabela 11 - Parâmetros no pico do esforço do TECP e do TD6M do grupo CBB e do grupo SBB

Variáveis	CBB (n = 12)		SBB (n = 12)		p grupo	p teste	p interação
	TECP	TD6M	TECP	TD6M			
FC (bpm)	135 ± 24	128 ± 17	148 ± 21	143 ± 18	0,02	0,35	0,81
PAS (mmHg)	161 ± 18	155 ± 22	185 ± 23	175 ± 18	<0,001	0,22	0,78
PAD (mmHg)	89 ± 8	85 ± 7	98 ± 8	84 ± 9	0,16	0,002	0,94
PAM (mmHg)	113 ± 10	108 ± 10	127 ± 12	114 ± 11	0,008	0,02	0,29
VO ₂ absoluto (mL/min.)	1417 ± 388	1543 ± 288	1630 ± 509	1752 ± 392	0,08	0,29	0,98
VO ₂ relativo (mL/kg/min)	19,2 ± 4,0	20,8 ± 3,2	20,4 ± 6,5	21,3 ± 0,3	0,53	0,36	0,79
RQ	1,28 ± 0,12	1,15 ± 0,09	1,41 ± 0,17	1,20 ± 0,07	0,02	<0,001	0,28
PETO ₂ (mmHg)	105 ± 5	101 ± 6	104 ± 6	101 ± 5	0,96	0,02	0,78
PETCO ₂ (mmHg)	46 ± 5	49 ± 6	53 ± 14	47 ± 6	0,20	0,57	0,07
VE/VO ₂	38 ± 4	32 ± 2	37 ± 6	33 ± 4	0,84	<0,001	0,44
VE/VCO ₂	29 ± 3	28 ± 3	30 ± 9	27 ± 3	0,91	0,16	0,78
VE (L/min)	52,2 ± 13,1	47,2 ± 10,0	59,6 ± 19,0	55,0 ± 11,4	0,06	0,23	0,96

Valores em média e desvio padrão. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, FC - Frequência Cardíaca, bpm - batimentos por minuto, PAS - Pressão Arterial Sistólica, PAD - Pressão Arterial Diastólica, mmHg - milímetros de mercúrio, VO₂ - consumo de oxigênio, RQ - Razão de Troca Respiratória, PETO₂ - pressão expirada de oxigênio, PETCO₂ - pressão expiratória final de dióxido de carbono, VE/VO₂ - equivalente respiratório de oxigênio, VE/VCO₂ - equivalente ventilatório de gás carbônico, VE - Ventilação Pulmonar, L/min. - litros por minuto.

Ao calcularmos o delta absoluto de variação da FC entre o pico do esforço e o valor pré-teste no TECP [$\Delta FC = FC_{\text{máxima do TECP}} - FC_{\text{pré-teste do TECP}}$] e TD6M [$\Delta FC = FC_{\text{máxima do TD6M}} - FC_{\text{pré-teste do TD6M}}$], não observamos diferença entre os grupos e entre os testes (figura 9). Esses resultados indicam que o aumento da FC no TD6M até o pico é semelhante ao aumento da FC no TECP até o pico.

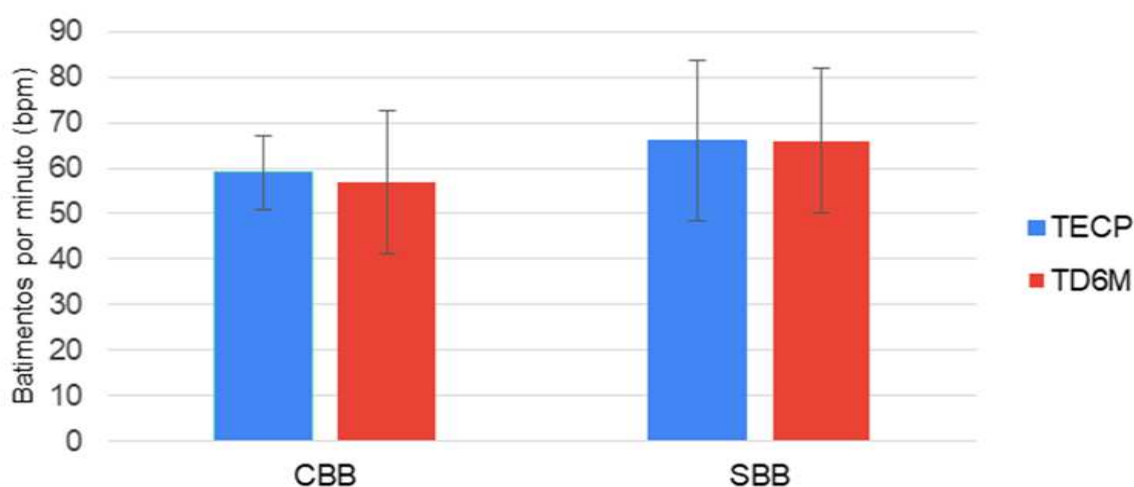


Figura 8 - Delta absoluto do pico do Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP) e pico do Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M). CBB – grupo com uso de betabloqueador, SBB – grupo sem uso de betabloqueador.

7.6 Frequência Cardíaca de treino calculada pela fórmula de Karvonen

Na tabela 12, são mostrados os valores da FC máxima predita pela idade [$FC_{\text{máx}} = 220 - \text{idade}$] e, especificamente para o grupo CBB, também foi realizado o cálculo pela equação adaptada [$FC_{\text{máx}} = 164 - 0,7 * \text{idade}$], nomeada como “FC máxima predita adaptada”. Além disso, estão apresentadas as FC máximas obtidas no TECP e TD6M.

Quando comparamos as diferentes formas de se obter a FC máxima em todos os pacientes hipertensos, observamos que a $FC_{\text{máx}}$ obtida no TD6M e no TECP foram semelhantes ($p=0,26$), mas ambas diferentes da $FC_{\text{máx}}$ predita ($p<0,001$ e $p<0,001$, respectivamente). Ao analisar os grupos separadamente, no grupo CBB não observamos diferença entre a $FC_{\text{máx}}$ do TD6M e TECP ($0,35$). A $FC_{\text{máx}}$ predita foi maior do que a $FC_{\text{máx}}$ predita adaptada, calculada pela fórmula ajustada ($p<0,001$). Além disso, a $FC_{\text{máx}}$ predita foi maior que a $FC_{\text{máx}}$ do TD6M ($p < 0,001$) e do TECP ($p = 0,002$) no grupo CBB. No entanto, não observamos diferenças entre a $FC_{\text{máx}}$ predita adaptada, o TD6M ($p= 0,33$) e o TECP ($p=0,20$). No grupo SBB, observamos que a $FC_{\text{máx}}$ predita foi maior do que a $FC_{\text{máx}}$ no TD6M ($p = 0,006$) e do que a $FC_{\text{máx}}$ no TECP ($p=0,04$). Não observamos diferença entre a $FC_{\text{máx}}$ no TD6M e no TECP.

Tabela 12 - Valores da FC máxima predita pela idade, predita adaptada, no pico do esforço do TD6M e TECP

FC Máxima	Todos (n = 24)	CBB (n = 12)	SBB (n = 12)
FC _{máx.} predita (bpm)	166 ± 8	166 ± 8	166 ± 9
FC _{máx.} adaptada (bpm)	-	126 ± 5*	-
FC _{máx.} TD6M (bpm)	136 ± 19*	128 ± 17*	143 ± 18*
FC _{máx.} TECP (bpm)	142 ± 23*	135 ± 24*	148 ± 21*

Valores em média e desvio padrão. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, FC - Frequência Cardíaca, bpm - batimentos por minuto, máx. - máxima. *vs $FC_{\text{máx.}}$ predita; $p \leq 0,05$.

Adicionalmente, analisamos se existe ou não correlação entre a $FC_{\text{máx}}$ atingida no TD6M e no TECP e a $FC_{\text{máx}}$ predita pela idade [$220 - \text{idade}$] e predita adaptada [$164 - 0,7 * \text{idade}$] nos pacientes com e sem o uso de betabloqueadores. Nessa análise, não observamos correlação entre a $FC_{\text{máx}}$ atingida no TD6M e a $FC_{\text{máx}}$ predita pela idade em ambos os grupos (figura 10A e 10B).

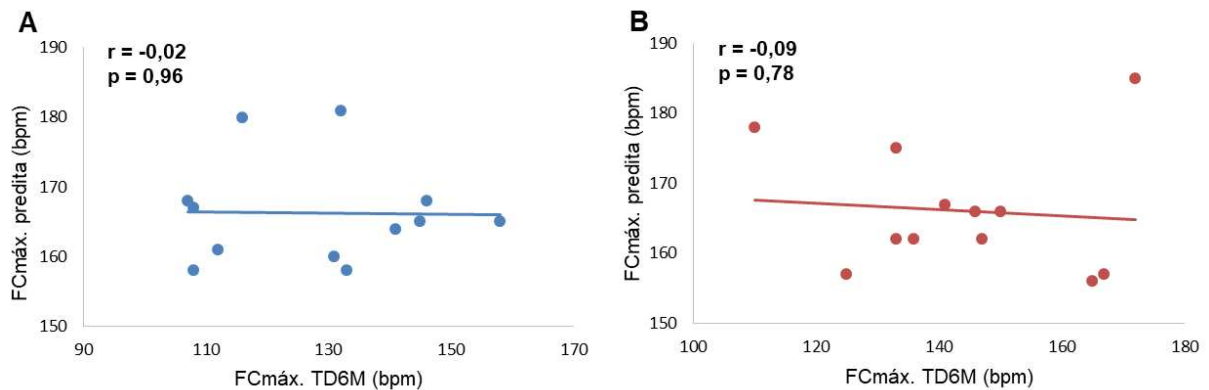


Figura 9 - Correlação da FC máxima atingida do TD6M e a FC máxima predita. (A) Correlação da FC máxima atingida do TD6M e a FC máxima predita (220-idade) no CBB e (B) Correlação da FC máxima atingida no TD6M e a FC máxima predita (220-idade) no SBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, bpm - batimentos por minuto.

Da mesma forma, não observamos correlação significativa entre a FCmáx atingida no TECP e a FCmáx predita, tanto no grupo CBB, quanto no grupo SBB, conforme demonstrado nas figuras 11A e 11B.

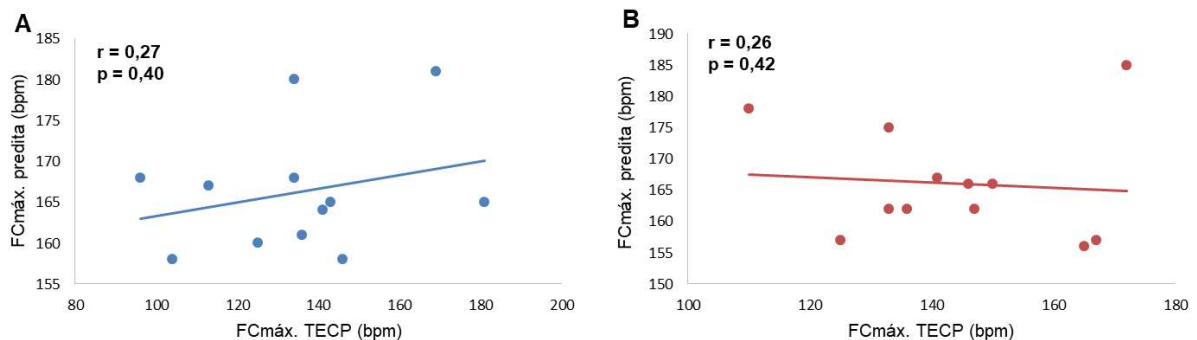


Figura 10 - Correlação da FC máxima atingida no TECP e a FC máxima predita. (A) Correlação da FC máxima atingida no TECP e a FC máxima predita (220-idade) no CBB e (B) Correlação da FC máxima atingida no TECP e a FC máxima predita (220-idade) no SBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar em Cicloergômetro, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, bpm - batimentos por minuto.

No grupo CBB, quando avaliamos a correlação entre a FCmáx predita adaptada e a FCmáx no TECP e a correlação entre a FCmáx predita adaptada e a FCmáx no TD6M, não observamos correlação significativa (figuras 12A e 12B).

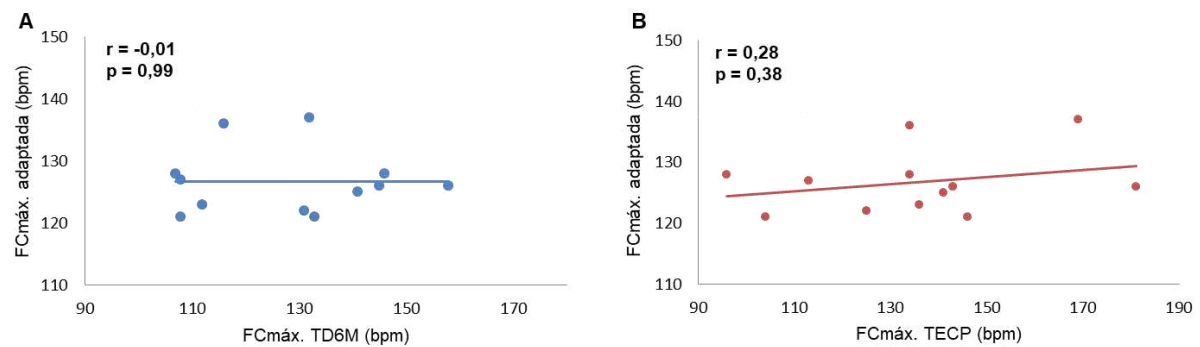


Figura 11 - Correlação entre a FC máxima do TD6M e FC máxima predita adaptada e correlação entre a FC máxima do TECP e FC máxima predita adaptada. (A) Correlação entre a FC máxima no TD6M e FC máxima predita adaptada ($164 - 0,7 \times \text{idade}$) no grupo CBB e (B) Correlação entre a FC máxima no TECP e FC máxima predita adaptada ($164 - 0,7 \times \text{idade}$) no grupo CBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar em Cicloergômetro, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, bpm - batimentos por minuto.

No entanto, ao correlacionarmos a FCmáx atingida no TD6M e a FCmáx atingida no TECP, encontramos forte correlação, tanto no grupo CBB ($r = 0,77$, $r^2 = 0,59$ e $p = 0,003$), quanto no grupo SBB ($r = 0,66$, $r^2 = 0,43$ e $p = 0,02$) - (figura 13A e 13B).

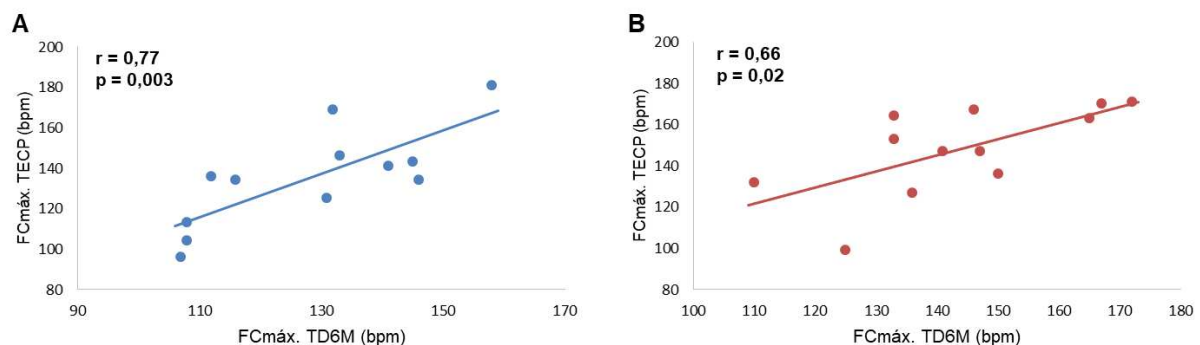


Figura 12 - Correlação entre a FC máxima atingida no TECP e a FC máxima atingida no TD6M. (A) Correlação entre a FC máxima atingida no TECP e a FC máxima atingida no TD6M no grupo CBB; (B) Correlação entre a FC máxima no TECP e a FC máxima no TD6M no grupo SBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar em Cicloergômetro, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, bpm - batimentos por minuto.

Na tabela 13, são mostrados os valores de FC de treino na intensidade 60% (FC60), que representa o limite superior para prescrição de exercício físico aeróbico, de acordo com a DBHA (BARROSO *et al.*, 2021). Assim, a FC60 corresponde a FC de treino = $[(FC_{\text{máxima}} - FC_{\text{repouso}}) \times 60\% + FC_{\text{repouso}}]$, utilizando como FC máxima a FC predita [$220 - \text{idade}$], a FC predita adaptada [$164 - 0,7 \times \text{idade}$] e as FC máximas atingidas no TD6M e no TECP. Além disso, foi incluída a FC correspondente no PCR obtido pelo TECP. Quando comparamos a FC60 em todos os pacientes hipertensos, observamos que a FC60 obtida no TD6M e no TECP foram semelhantes ($p = 0,40$), mas ambas foram diferentes da FC60 predita ($p < 0,001$ e $p = 0,002$, respectivamente). Da mesma forma, a FC60 obtida no TD6M

e no TECP foram diferentes da FC no PCR ($p = 0,003$ e $p = 0,03$, respectivamente). No entanto, a FC predita foi semelhante à FC no PCR ($p = 0,37$). A média da FC atingida no PCR correspondeu a $90 \pm 7\%$ da FC máxima atingida no TECP.

Ao analisar os grupos separadamente, o grupo CBB não apresentou diferença entre a FC60 no TD6M e no TECP ($p = 0,49$). A F60 predita foi significativamente maior que a FC60 predita adaptada ($p < 0,001$), a FC60 do TD6M ($p < 0,001$) e a FC60 do TECP ($p = 0,003$). A FC60 predita adaptada foi semelhante à FC60 do TD6M ($p = 0,70$) e à FC60 do TECP ($p = 0,28$), mas diferente da FC no PCR ($p = 0,01$). Da mesma forma, a FC60 no TD6M ($p = 0,002$) e no TECP ($p = 0,02$) foram menores que a FC60 no PCR. No grupo CBB, a FC atingida no PCR correspondeu em média a $91 \pm 5\%$ (DP = 5) da FC máxima atingida no TECP. No grupo SBB, não observamos diferença entre a FC60 no TD6M e no TECP ($p = 0,06$). Além disso, a FC60 predita foi semelhante à FC60 no TECP ($p = 0,60$), assim como à FC no PCR ($p = 0,91$). No entanto, a FC60 do TD6M foi significativamente menor do que no PCR ($p = 0,03$), o que não aconteceu com a FC60 no TECP, que foi semelhante à FC no PCR ($p = 0,09$). A FC atingida no PCR correspondeu em média a $89 \pm 8\%$ da FC máxima atingida no TECP.

Tabela 13 - Valores da FC de treino na intensidade de 60% usando a FC máxima predita pela idade, predita adaptada, atingida no TECP, atingida no TD6M e FC correspondente ao PCR obtido no TECP

FC 60%	Todos (n=24)	CBB (n=12)	SBB (n=12)
FC60 predita (bpm)	130 ± 7	129 ± 6	131 ± 8
FC60 adaptada (bpm)	-	$105 \pm 4^{* \#}$	-
FC60 TD6M (bpm)	$112 \pm 14^{* \#}$	$106 \pm 12^{* \#}$	$118 \pm 15^{* \#}$
FC60 TECP (bpm)	$115 \pm 16^{* \#}$	$110 \pm 16^{* \#}$	120 ± 16
FC no PCR (bpm)	127 ± 20	123 ± 21	132 ± 20

Valores em média e desvio padrão. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, FC60 – FC de treino calculada pela equação $[(FC_{\text{máxima}} - FC_{\text{repouso}}) \cdot \% + FC_{\text{repouso}}]$ na intensidade de 60%, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, FC - Frequência Cardíaca, bpm - batimentos por minuto, * vs FC60 predita, $^{\#}$ vs FC no PCR.

Em seguida, analisamos as correlações entre a FC de treino na intensidade de 60% (FC60), obtida pela fórmula de Karvonen, usando a fórmula predita pela idade, a predita adaptada, a FCmáx do TD6M e a FCmáx do TECP. Não encontramos correlação entre FC60 do TD6M e FC60 preditiva, tanto no grupo CBB, quanto no grupo SBB (Figura 14A e 14B).

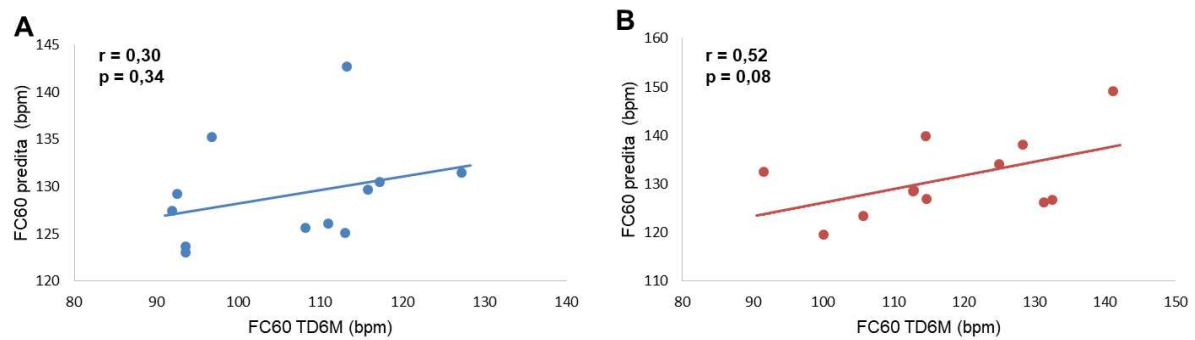


Figura 13 - Correlação entre a FC de treino na intensidade de 60% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva. (A) Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva (220-idade) no grupo CBB; (B) Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva (220-idade) no grupo SBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, bpm - batimentos por minuto.

No grupo CBB, não observamos correlação entre a FC60 do TD6M e a FC60 predita ($r = 0,53$ e $p = 0,08$). No entanto, observamos correlação entre a FC60 do TECP e a FC60 predita ($r = 0,60$ e $p = 0,04$) - (figuras 15A e 15B).

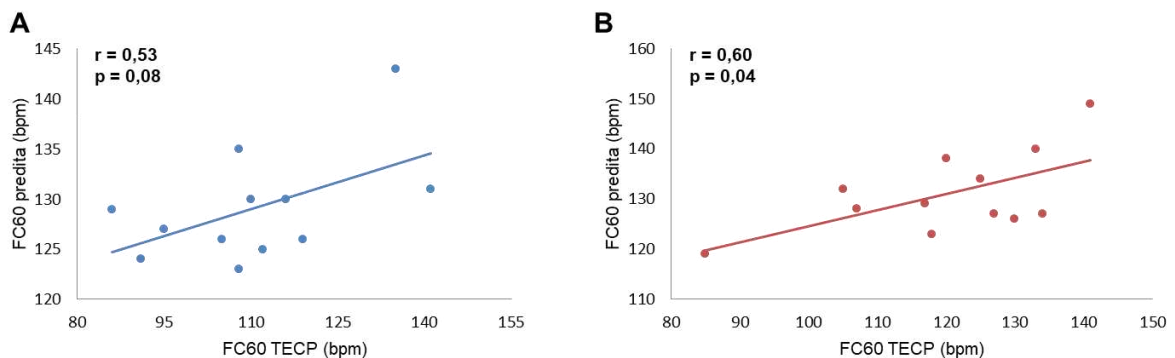


Figura 14 - Correlação entre a FC de treino na intensidade de 60% calculada pela FC máxima atingida no TECP e pela FC máxima preditiva. (A) Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TECP e pela FC máxima preditiva (220-idade) no grupo CBB; (B) Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TECP e pela FC máxima preditiva (220-idade) no grupo SBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar em Cicloergômetro, bpm - batimentos por minuto.

No grupo CBB, não observamos correlação entre a FC60 do TD6M e a FC60 predita adaptada ($r = 0,39$ e $p = 0,22$). No entanto, observamos correlação entre a FC60 do TECP e a FC60 predita adaptada ($r = 0,59$ e $p = 0,04$) - (figuras 16A e 16B).

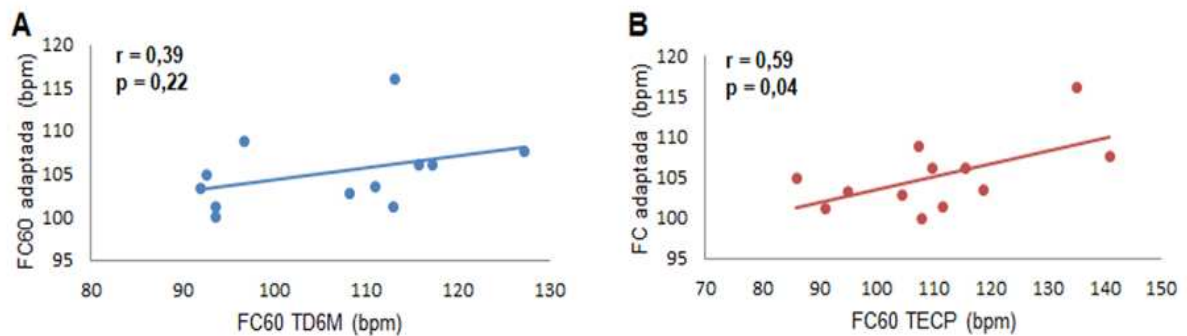


Figura 15 - Correlação entre a FC de treino na intensidade de 60% calculada pela FC máxima no TD6M e pela FC máxima preditiva adaptada e correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima no TECP e pela FC máxima preditiva adaptada. **(A)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva adaptada ($164 - 0,7 \times \text{idade}$) no grupo CBB; **(B)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TECP e pela FC máxima preditiva adaptada ($164 - 0,7 \times \text{idade}$) no grupo CBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar em Cicloergômetro, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, bpm - batimentos por minuto.

Interessantemente, encontramos forte correlação entre FC de treino na intensidade 60% (FC60) usando a FCmáx do TD6M e do TECP, tanto no grupo CBB ($r = 0,82$, $r^2 = 0,67$ e $p = 0,001$), quanto no grupo SBB ($r = 0,78$, $r^2 = 0,62$ e $p = 0,003$), conforme mostrado na figura 17A e 17B.

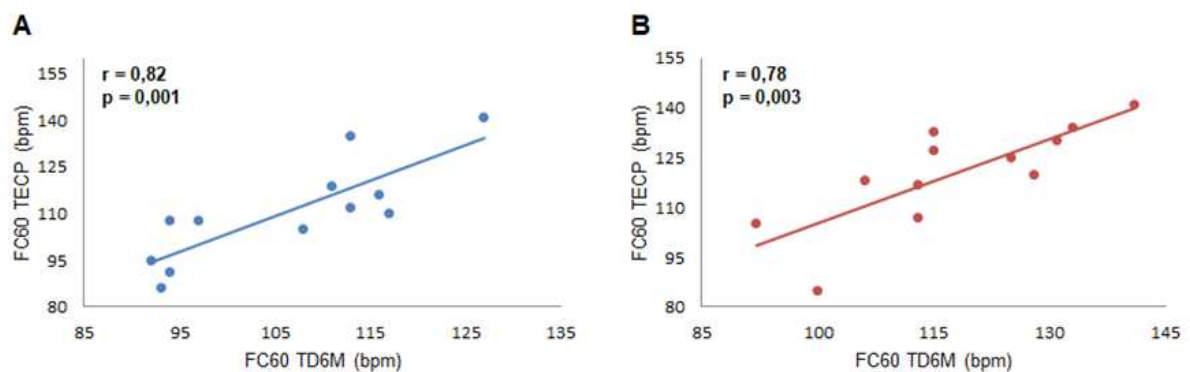


Figura 16 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima no TECP. **(A)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima no TECP no grupo CBB; **(B)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 60% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima no TECP no grupo SBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar em Cicloergômetro, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, bpm - batimentos por minuto.

Os valores de FC de treino na intensidade 40% (FC40), que representa o limite inferior para prescrição de exercício físico aeróbico, de acordo com a DBHA (BARROSO *et al.*, 2021), são mostrados na tabela 14. Assim, a FC40 corresponde a FC de treino = $[(FC_{\text{máxima}} - FC_{\text{repouso}}) \times 40\% + FC_{\text{repouso}}]$, utilizando como FC máxima a FC predita $[220 -$

idade], a FC predita adaptada [$164 - 0,7 * \text{idade}$] e as FC máximas atingidas no TD6M e no TECP. Além disso, foi incluída a FC atingida no LA obtido pelo TECP. Quando comparamos a FC40 em todos os pacientes hipertensos, observamos que a FC40 obtida no TD6M e TECP foram semelhantes ($p = 0,46$), mas ambas foram diferentes da FC40 predita ($p < 0,001$ e $p = 0,008$). Ao compararmos FC40 predita e o LA obtido do TECP, encontramos diferença significativa ($p = 0,03$). No entanto, não observamos diferença entre a FC no TD6M e no TECP com a FC no LA ($p = 0,24$ e $p = 0,65$). A média da FC no LA correspondeu a $75 \pm 8\%$ da FC máxima no TECP.

Ao analisar os grupos separadamente, as FC40 foram semelhantes no TD6M e no TECP no grupo CBB ($p = 0,58$), mas significativamente menor do que FC40 predita. A FC40 predita adaptada foi menor que a FC40 predita ($p < 0,001$), porém semelhante aos TD6M ($p = 0,85$) e TECP ($p = 0,44$). Em relação ao LA, observamos que a FC40 predita adaptada ($p = 0,02$) e a FC40 TD6M ($p = 0,03$) foram significativamente menores do que a FC40 no LA. No entanto, não observamos diferenças em relação à FC40 predita ($p = 0,07$) e à FC40 obtida no TECP ($p = 0,13$). A FC atingida no LA correspondeu em média a $77 \pm 8\%$ da FC máxima atingida no TECP. Quando analisamos o grupo SBB, não observamos diferenças entre nenhuma das FC40. A FC40 do TD6M foi semelhante à FC40 do TECP ($0,74$). A FC40 predita foi semelhante à FC40 no TD6M ($p = 0,19$) e à FC40 no TECP ($p = 0,25$), assim como à FC no LA ($p = 0,14$). Da mesma forma, a FC40 no TD6M ($p = 0,98$) e a FC40 no TECP ($p = 0,75$) foram semelhantes à FC no LA. A FC atingida no LA correspondeu em média a $72 \pm 8\%$ da FC máxima atingida no TECP.

Tabela 14 - Valores da FC de treino na intensidade de 40% usando a FC máxima predita pela idade, predita adaptada, atingida no TECP, atingida no TD6M e FC correspondente ao PCR obtido no TECP

FC 40%	Todos (n = 24)	CBB (n = 12)	SBB (n = 12)
FC40 predita (bpm)	112 ± 7	111 ± 5	113 ± 9
FC40 adaptada (bpm)	-	$95 \pm 5^{* \#}$	-
FC40 TD6M (bpm)	$100 \pm 12^{*}$	$95 \pm 9^{* \#}$	105 ± 13
FC40 TECP (bpm)	$102 \pm 13^{*}$	$98 \pm 12^{*}$	106 ± 13
FC no LA (bpm)	$104 \pm 2^{*}$	103 ± 3	105 ± 1

Valores em média e desvio padrão. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, FC - Frequência Cardíaca, bpm - batimentos por minuto, FC40 – FC de treino calculada pela equação $[(FC_{\text{máxima}} - FC_{\text{repouso}}) * \% + FC_{\text{repouso}}]$ na intensidade de 40%, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos. * vs FC predita $^{\#}$ vs FC no LA.

Em análises adicionais, avaliamos a correlação entre as FC de treino na intensidade 40% (FC40), utilizando a FCmáx predita, FCmáx predita adaptada, FCmáx atingida no TD6M e FCmáx atingida no TECP. Observamos correlação entre a FC40 do

TD6M e a FC40 predita, tanto no grupo CBB ($r = 0,58$ e $p = 0,05$), quanto no grupo SBB ($r = 0,77$ e $p = 0,004$) - (figura 18A e 18B).

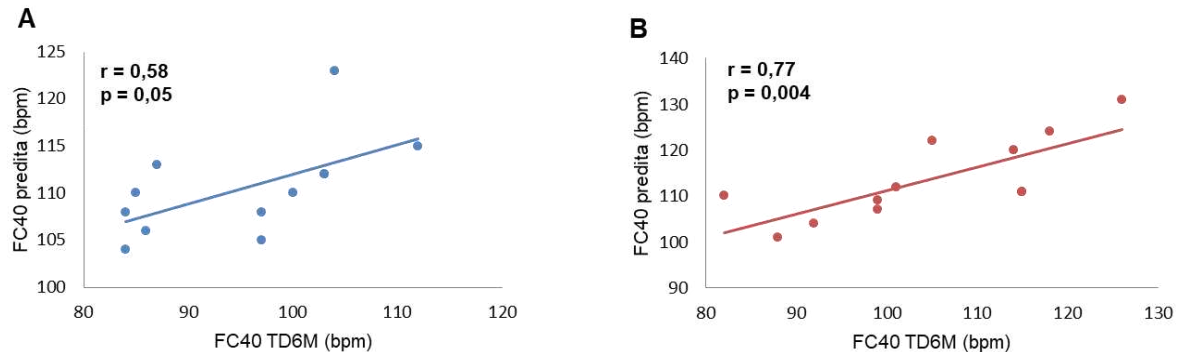


Figura 17 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva. **(A)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva (220-idade) no grupo CBB; **(B)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva (220-idade) no grupo SBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, bpm - batimentos por minuto.

Da mesma forma, observamos correlação entre a FC40 do TECP e a FC40 predita, tanto no grupo CBB ($r = 0,71$ e $p = 0,01$), quanto no grupo SBB ($r = 0,76$ e $p = 0,004$) (figura 19A e 19B).

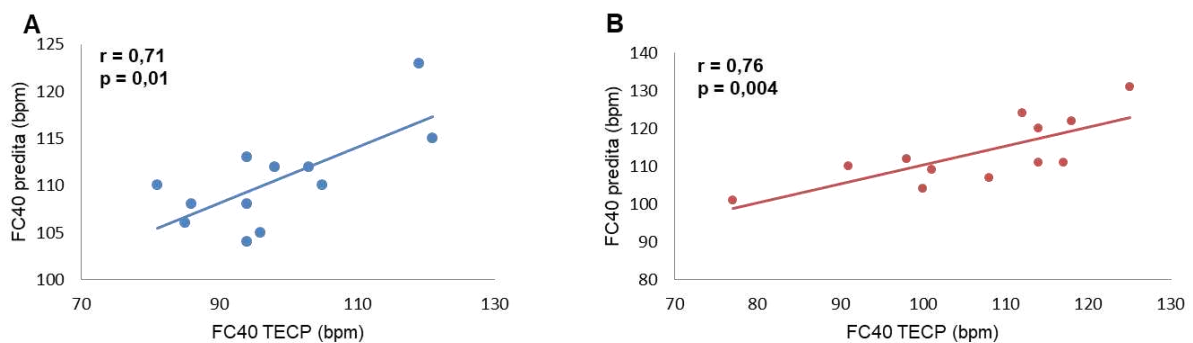


Figura 18 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TECP e pela FC máxima preditiva. **(A)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TECP e pela FC máxima preditiva (220-idade) no grupo CBB; **(B)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TECP e pela FC máxima preditiva (220-idade) no grupo SBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar em Cicloergômetro, bpm - batimentos por minuto.

No grupo CBB, encontramos forte correlação entre a FC40 predita adaptada e a FC40 do TECP ($r = 0,75$ e $p = 0,005$), correlação moderada entre a FC40 predita adaptada e o TD6M ($r = 0,65$ e $p = 0,02$) - (figuras 20A e 20B).

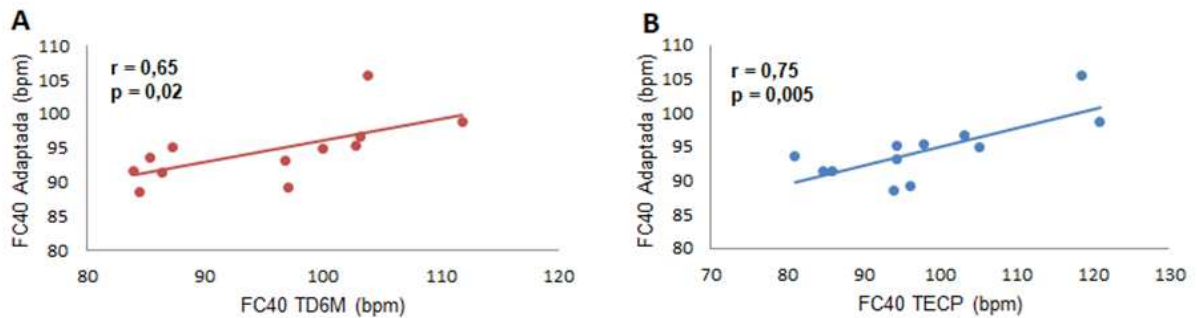


Figura 19 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva adaptada. **(A)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima preditiva adaptada ($164 - 0,7 \times \text{idade}$) no grupo CBB; **(B)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TECP e pela FC máxima preditiva adaptada ($164 - 0,7 \times \text{idade}$) no grupo CBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar em Cicloergômetro, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, bpm - batimentos por minuto.

Na correlação entre a FC40 do TD6M e a FC40 do TECP, observamos forte correlação entre os testes, tanto no grupo CBB ($r = 0,87$, $r^2 = 0,75$ e $p < 0,001$), quanto no grupo SBB ($r = 0,86$, $r^2 = 0,75$ e $p < 0,001$) - (figura 20A e 20B). A tabela 15 apresenta um resumo com os respectivos resultados das correlações abordadas neste estudo, ou seja, entre o TD6M e o TECP, entre o TD6M e a fórmula preditiva, entre o TECP e a fórmula preditiva nas intensidades de 40%, 60% e máxima nos grupos CBB e SBB. E apenas para o grupo CBB, a correlação entre o TD6M e a fórmula preditiva adaptada e o TECP e a fórmula preditiva adaptada.

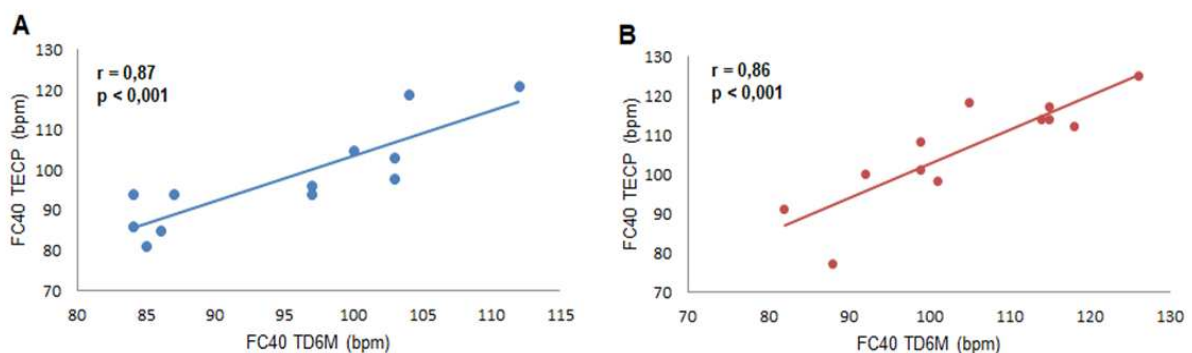


Figura 20 - Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima no TECP. **(A)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima no TECP no grupo CBB; **(B)** Correlação entre a FC de treino na intensidade 40% calculada pela FC máxima atingida no TD6M e pela FC máxima no TECP no grupo SBB. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TECP - Teste de Esforço Cardiopulmonar em Cicloergômetro, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, bpm - batimentos por minuto.

Tabela 15 – Resumo dos valores do coeficiente de correlação de Pearson (r) das correlações entre as frequências cardíacas no grupo CBB e no grupo SBB

	TD6M vs. TECP	TD6M vs. Fórmula Preditiva	TECP vs. Fórmula Preditiva	TD6M vs. Fórmula Adaptada	TECP vs. Fórmula Adaptada
Grupo CBB					
FC40	r = 0,87 p < 0,001	r = 0,58 p = 0,05	r = 0,71 p = 0,01	r = 0,65 p = 0,02	r = 0,75 p = 0,01
FC60	r = 0,82 p = 0,001	NS	NS	NS	r = 0,59 p = 0,04
FC máxima	r = 0,77 p = 0,003	NS	NS	NS	NS
Grupo SBB					
FC40	r = 0,86 p < 0,001	r = 0,77 p = 0,004	r = 0,76 p = 0,004	-	-
FC60	r = 0,78 p = 0,003	NS	r = 0,60 p = 0,04	-	-
FC máxima	r = 0,66 p = 0,02	NS	NS	-	-

NS – Não significativo. CBB - grupo com uso de betabloqueador, SBB - grupo sem uso de betabloqueador, TD6M - Teste do Degrau de 6 Minutos, FC – Frequência Cardíaca, Fórmula preditiva (220-idade), Fórmula adaptada (164-0,7*idade), FC40 - FC de treino na intensidade de 40%, FC60 - FC de treino na intensidade de 60%, vs. – Versus.

Para exemplificar o comportamento da FC durante o TD6M nos grupos CBB e SBB, apresentamos as curvas de FC de cada paciente (figura 22A e 22B). Diferentemente do TECP, o TD6M não é um teste incremental e deve ser interrompido ao final de seis minutos. De acordo com a figura, observamos que tanto os pacientes do grupo CBB quanto os pacientes do grupo SBB apresentaram um aumento mais acentuado da FC, nos dois primeiros minutos, seguido de uma atenuação no incremento da FC até o final do teste. De forma complementar, a figura 23 representa o comportamento da FC e do VO_2 relativo de um participante do grupo CBB (figura 23A e 23C) e de um participante do grupo SBB (figura 23B e 23D) durante o TD6M e o TECP.

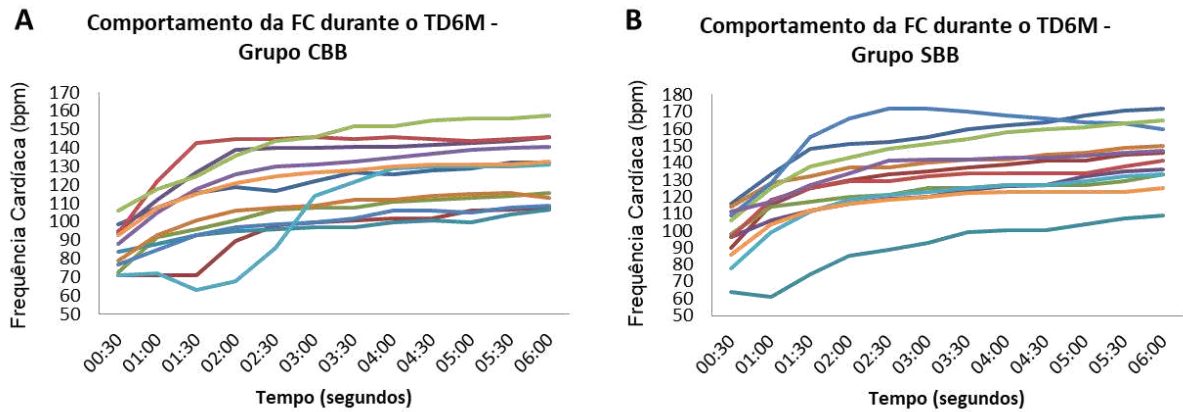


Figura 21 - Comportamento individual da Frequência Cardíaca (FC) durante o Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M). **(A)** grupo com uso de betabloqueador (CBB) e **(B)** grupo sem uso de betabloqueador (SBB).

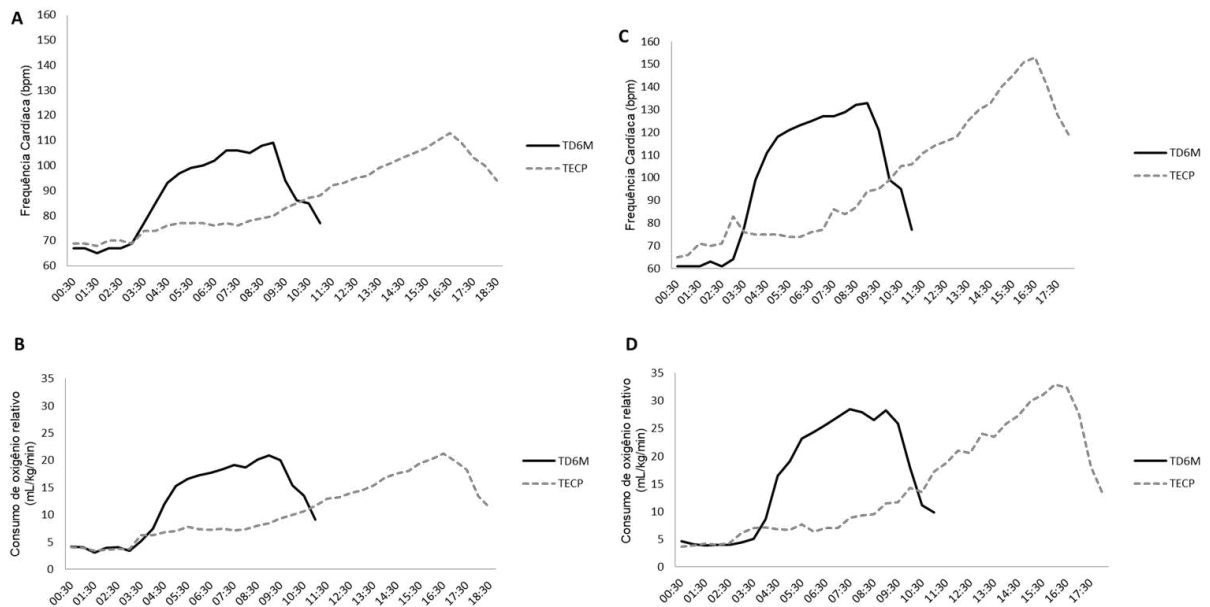


Figura 22 - Comportamento da Frequência Cardíaca (FC) e do Consumo de Oxigênio (VO₂) relativo durante o Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6M) e durante o Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP). **(A)** Comportamento da FC durante o TD6M e durante o TECP de um participante do grupo com uso de betabloqueador (CBB). **(B)** Comportamento do VO₂ relativo durante o TD6M e durante o TECP de um participante do grupo com uso de betabloqueador (CBB). **(C)** Comportamento da FC durante o TD6M e durante o TECP de um participante do grupo sem uso de betabloqueador (SBB). **(D)** Comportamento do VO₂ relativo durante o TD6M e durante o TECP de um participante do grupo sem uso de betabloqueador (SBB).

8. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo reforçam e ampliam os conhecimentos sobre pacientes com hipertensão nos seguintes pontos: (1) o VO_2 e a VE são semelhantes no pico do esforço do TECP e do TD6M em pacientes com e sem uso de betabloqueadores; (2) o RQ no pico do esforço é menor no TD6M do que no pico do TECP, e menor em ambos os testes nos pacientes com uso de betabloqueador; (3) a FC máxima atingida no TD6M é semelhante à FC máxima atingida no TECP, com menores valores nos pacientes com uso de betabloqueador, em ambos os testes; (4) o delta de variação entre a FC pré-teste e o pico do esforço é semelhante nos pacientes com e sem uso do betabloqueador em ambos os testes; (5) existe correlação significativa entre a FC máxima no pico do esforço do TD6M e do TECP, tanto no grupo CBB quanto no grupo SBB; (6) a FC de treino na intensidade 60% calculada pela fórmula da FC máxima predita é diferente, e não se correlaciona, com a FC de treino usando a FC_{máx} do TD6M e TECP em pacientes com uso de betabloqueador; (7) a FC de treino na intensidade 40% calculada pela fórmula da FC máxima predita é diferente e tem moderada correlação com a FC de treino usando a FC máxima do TD6M e do TECP em pacientes com uso de betabloqueador; (8) a FC de treino na intensidade 40% e 60% calculada pela fórmula da FC máxima predita adaptada é semelhante e tem moderada correlação com a FC de treino usando a FC máxima do TD6M e do TECP em pacientes com uso de betabloqueador.

8.1 Pico do esforço do TD6M e Pico do esforço do TECP

Os pacientes com hipertensão apresentaram VO_2 relativo e VE semelhantes no pico do esforço do TECP e do TD6M. Esses achados estão de acordo com dados da literatura. Giacomantonio *et al.* (2021), por exemplo, avaliou homens e mulheres com idade acima de dezessete anos e com dois ou mais fatores de risco para doença cardiovascular. Aproximadamente 30% dos participantes da pesquisa usavam betabloqueadores. Os autores demonstraram valores semelhantes para o VO_2 relativo e para a VE no pico do esforço do TECP na esteira e do TD6M. Adicionalmente, os autores mostraram forte correlação entre o VO_2 relativo no pico do esforço no TECP e no TD6M. Por outro lado, Thommazo-Luporini *et al.* (2015), ao avaliar mulheres obesas e sedentárias, sem uso de betabloqueadores, encontraram diferença significativa nos valores de VO_2 relativo e da VE no pico do esforço do TECP em esteira e do TD6M. Cabe ressaltar que as mulheres obesas avaliadas por Thommazo-Luporini *et al.* (2015) apresentavam IMC superior ($38,5 \pm 5,4$) ao IMC dos pacientes que avaliamos no presente estudo. Entendemos que o grau de obesidade pode ser fator limitante para o desempenho do TD6M, ou seja, que possivelmente quanto maior o grau de obesidade, maior o comprometimento do

desempenho durante o TD6M, devido à sobrecarga nos membros inferiores. No entanto, acreditamos que novos estudos são necessários para esclarecer quais os fatores que limitam o desempenho dos pacientes no TD6M.

Díaz-Buschmann *et al.* (2014) demonstrou VO_2 relativo no pico do esforço do TECP menor em pacientes com doença cardiovascular, com uso de betabloqueador, quando comparado a pacientes com doença cardiovascular, sem uso de betabloqueador. No presente estudo, não observamos diferença entre os grupos de pacientes, com e sem uso de betabloqueadores, no consumo de oxigênio no pico do esforço, tanto no TECP, como no TD6M. Diversos autores já demonstraram que, apesar dos efeitos importantes na função cardíaca, o betabloqueador não melhora a capacidade funcional de pacientes com disfunção cardíaca (PALAU *et al.*, 2021; PATEL *et al.*, 2024). O VO_2 é determinado pelo DC e pela diferença arteriovenosa de oxigênio, sendo $\text{DC} = \text{FC} \times \text{VS}$. Dessa forma, a atenuação da resposta cronotrópica contribui para a atenuação do VO_2 em pacientes que usam betabloqueador. No entanto, alguns autores já demonstraram que as alterações e/ou adaptações periféricas têm papel determinante na capacidade funcional (NEGRÃO *et al.*, 2019). Acreditamos que os resultados do presente estudo poderiam ser explicados, pelo menos em parte, por adaptações periféricas que contribuíram para a manutenção do VO_2 nos pacientes com uso de betabloqueador. No entanto, não avaliamos nenhum parâmetro de periférico para corroborar essa hipótese.

Os pacientes com hipertensão atingiram maior valor de RQ máximo no TECP, quando comparado com o TD6M. Apesar de a média do RQ no teste do degrau ser superior a 1,10, o que caracteriza um esforço metabólico máximo (YAZBEK JÚNIOR *et al.*, 1998), em nossa amostra, quatro pacientes não atingiram RQ maior do que 1,10 no TD6M - sendo três pacientes do grupo CBB (RQ = 1,06; 1,00 e 0,98) e um paciente do grupo SBB (RQ = 1,08) -, ou seja, aproximadamente 16% da nossa amostra total. Em conjunto, esses resultados estão de acordo com estudos anteriores (LUPORINI *et al.*, 2007; MARINHO *et al.*, 2021). De fato, Marinho *et al.* (2021) encontrou um RQ máximo com média de 0,99 numa amostra de 27 pacientes com insuficiência cardíaca de fração de ejeção reduzida e com uso de betabloqueador no pico do esforço do TD6M. Além disso, Giacomantonio *et al.* (2021) encontrou a média de RQ de 1,04 num estudo incluindo 28 pacientes com fatores de risco cardiovascular. Entendemos que o RQ abaixo de 1,10 no TD6M é um resultado esperado, uma vez que o teste não é incremental, é realizado sem controle do ritmo de subidas e descidas, além de ser limitado pelo tempo de seis minutos. Além disso, no presente estudo, observamos que pacientes com uso de betabloqueador apresentaram menor RQ em ambos os testes. Esse achado está de acordo com o menor consumo de oxigênio nesse grupo de pacientes.

No pico do esforço, a FC foi semelhante entre o TECP e o TD6M em pacientes com hipertensão com e sem uso de betabloqueadores. Os pacientes com uso de betabloqueadores apresentaram menores valores de FC no TECP e no TD6M. Esses achados corroboram resultados de estudos prévios. De fato, Marinho *et al.* que demonstraram resultados semelhantes entre a FC no pico do esforço do TECP (116 ± 17) e do TD6M (113 ± 19) em pacientes com insuficiência cardíaca de fração de ejeção reduzida com uso de betabloqueador (MARINHO *et al.*, 2021). No presente trabalho, ao comparar os pacientes com e sem uso de betabloqueador, observamos menores valores de FC no grupo de pacientes com uso de betabloqueador, tanto no TECP, quanto no TD6M. Esses dados são similares aos achados de Díaz-Buschmann *et al.* (2014). Nesse estudo, os autores mostraram, num TECP realizado em cicloergômetro, que a FC máxima de pacientes coronariopatas com uso de betabloqueador foi menor do que a FC máxima de pacientes que não usavam essa classe de medicamento (DÍAZ-BUSCHMANN *et al.*, 2014). Isso porque betabloqueadores têm efeito cronotrópico negativo, o que contribui para a atenuação do incremento da FC durante o esforço (BARROSO *et al.*, 2021; DÍAZ-BUSCHMANN *et al.*, 2014; WONISCH *et al.*, 2003).

Quando avaliamos o comportamento da FC em ambos os testes, observamos que o aumento da FC pré-teste até o pico do esforço no TECP foi semelhante ao aumento da FC pré-teste até o pico do esforço no TD6M, sem diferença significativa entre os pacientes com e sem uso de betabloqueadores. Esse resultado é semelhante aos achados do estudo de Patel *et al.* (2023), que também mostrou aumento similar da FC até o pico do esforço no TD6M e no TECP em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. Cabe ressaltar que, quando comparamos o comportamento da FC pré-teste até o pico do esforço no TD6M com o comportamento da FC pré-teste até o PCR (segundo limiar) do TECP, observamos menor delta de variação no TECP. O PCR é uma variável submáxima e representa 65 a 90% do esforço máximo (NEGRÃO *et al.*, 2019). Em nosso estudo, a FC no PCR representou, em média, 90% da FC máxima atingida no TECP. Sendo assim, nossos dados sugerem que o TD6M estimulou resposta cronotrópica máxima semelhante ao TECP incremental realizado em cicloergômetro em pacientes com hipertensão com e sem uso de betabloqueadores.

Cabe destacar que, entre os pacientes avaliados no presente estudo, dois pacientes do grupo CBB e cinco pacientes do grupo SBB usavam medicamentos hipoglicemiantes, já três pacientes do grupo SBB eram insulino-dependentes. Não observamos diferença estatística na frequência de uso desses medicamentos. Ademais, Cunha *et al.* (2008) observaram que, apesar de os pacientes diabéticos do tipo 2 apresentarem um VO_2 significativamente menor, quando comparados ao grupo de pacientes saudáveis, a FC máxima atingida e a pressão arterial máxima no TECP em cicloergômetro

foram semelhantes entre os grupos. Assim, os autores concluíram que o uso de medicação hipoglicemiante não interfere na resposta cronotrópica durante o exercício progressivo realizado até a exaustão (CUNHA *et al.*, 2008). Segundo os autores, a possível explicação para o menor valor de VO_2 poderia ser o baixo número de capilares sanguíneos e a oferta de oxigênio prejudicada nos pacientes diabéticos, ou seja, haveria alterações periféricas (CUNHA *et al.*, 2008).

Em relação à pressão arterial no pico do esforço, diferentemente de estudos prévios (LUPORINI *et al.*, 2007; MARINHO *et al.*, 2021), não observamos diferença na PAS no pico do esforço do TD6M e do TECP. No entanto, os valores de PAS e PAM foram menores nos pacientes com hipertensão com uso de betabloqueador. O betabloqueador, além do efeito cronotrópico negativo, também tem efeito inotrópico negativo; fatores que contribuem para a redução da FC e do volume sistólico, consequentemente, para a redução dos valores pressóricos. A pressão arterial média é determinada pelo produto do DC ($\text{DC} = \text{FC} \times \text{VS}$) e pela resistência vascular periférica (RVP), ou seja, $[\text{PAM} = (\text{FC} \times \text{VS}) \times \text{RVP}]$, o que explica os menores valores de PAS em pacientes com uso de betabloqueador (SANJULIANI, 2002). Além disso, quando analisamos os níveis pressóricos dos pacientes sem uso de betabloqueador, observamos que quatro pacientes no TECP e uma paciente no TD6M atingiram PAS superior a 190 mmHg no pico do esforço, isto é, esses pacientes apresentaram resposta hipertensiva exagerada ao esforço físico realizado. De fato, Mert *et al.* (2020) encontrou uma menor resposta pressórica ao teste de esforço máximo no grupo com uso de betabloqueador ($n=82$), quando comparado ao grupo que não utilizava betabloqueador ($n=93$). Os autores concluíram que o uso de betabloqueador evita a resposta hipertensiva ao exercício.

Outro ponto importante é que pacientes hipertensos têm vasodilatação periférica prejudicada, em parte devido à disfunção endotelial e ao aumento da ativação simpática (OPARIL *et al.*, 2018). A vasodilatação prejudicada contribui para maior RVP, e consequentemente, para a resposta hipertensiva ao exercício. A resposta hipertensiva ao exercício é considerada um fator prognóstico para desenvolvimento de danos em órgãos-alvo, doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral e mortalidade (MERT *et al.*, 2020). Adicionalmente, observamos menores valores de PAD e PAM no TD6M nos pacientes com e sem uso de betabloqueadores. Apesar de não fazer parte do escopo do estudo, entendemos que o esforço no cicloergômetro tem um grande componente de força para realização do movimento, o que gera maior tensão muscular, e com isso, maior resistência mecânica contra a vasodilatação (KIM *et al.*, 2013). Sendo assim, podemos hipotetizar que a PAD é maior no TECP devido à maior intensidade de contração dos músculos dos membros inferiores, quando comparada com a contração dos músculos dos membros inferiores no TD6M.

Em conjunto, nossos dados sugerem que o TD6M pode estimular um estresse metabólico e cardiovascular semelhante ao TECP em cicloergômetro. Logo, entendemos que o TD6M pode ser uma alternativa viável e de baixo custo para avaliar a FC máxima, de forma individualizada e segura, em pacientes hipertensos com e sem uso de betabloqueadores.

8.2 Frequência Cardíaca de treino calculada pela fórmula de Karvonen

Para o cálculo da FC de treino, foram consideradas duas intensidades: 40% e 60% da FC máxima na fórmula de Karvonen, de acordo com as recomendações da DBHA para o treinamento físico aeróbico destinado a pacientes hipertensos (BARROSO *et al.*, 2020). A prescrição de exercícios individualizada garante a segurança dos pacientes, além de potencializar os resultados alcançados. Idealmente a FC máxima utilizada deve ser a FC máxima atingida num teste de esforço progressivo máximo, pois retrata a capacidade funcional real de cada paciente. A utilização de fórmulas preditivas para o cálculo da FC máxima pode subestimar ou superestimar a capacidade do paciente, especialmente em pacientes com uso de betabloqueador ou de outras classes de medicamentos que alteram o cronotropismo cardíaco.

No presente estudo, quando comparamos a FC máxima atingida no TECP e no TD6M com a fórmula da FC máxima predita e adaptada, observamos que a FC máxima atingida em ambos os testes foi menor do que a FC máxima predita, tanto no grupo de pacientes com uso de betabloqueador, quanto no grupo sem o uso desse medicamento. Por outro lado, a FC máxima predita pela fórmula adaptada foi semelhante à FC máxima atingida nos testes. Adicionalmente, observamos significância estatística na correlação entre o TECP e o TD6M, mas não entre os testes e as fórmulas preditivas. Essas análises confirmam nossa visão anterior e a hipótese de que o TD6M pode ser uma alternativa para avaliar a FC máxima ao esforço.

Na intensidade 60%, observamos que a FC de treino calculada a partir da FC máxima dos testes e da fórmula preditiva adaptada foi menor do que a FC60 calculada com a FC máxima preditiva em pacientes hipertensos com uso de betabloqueador. No entanto, a FC correspondente ao PCR (segundo limiar ventilatório) foi semelhante à FC60 calculada pela FC predita. Até o momento, não temos explicação para essa semelhança. Adicionalmente, observamos forte correlação apenas entre a FC60 no TECP e no TD6M, dado que reforça a hipótese de que o TD6M pode ser uma alternativa para o cálculo da FC de treino. Já nos pacientes sem uso de betabloqueador, apenas a FC60 calculada pela FC máxima atingida no TD6M foi menor do que a FC60 predita. Apesar disso, também encontramos forte correlação entre a FC60 calculada pela FC máxima do TECP e do TD6M em pacientes com hipertensão sem uso de betabloqueador.

Na intensidade de 40%, não observamos diferenças significativas entre as FC40 no grupo de pacientes que não usa betabloqueador. Entretanto, no grupo que utiliza betabloqueador, observamos maior FC40 calculada pela fórmula predita quando comparada com a FC40 calculada pela FC máxima atingida nos testes e pela FC adaptada. A FC40 predita foi semelhante à FC correspondente ao LA (primeiro limiar ventilatório). Apesar das diferenças significativas entre os valores absolutos, na análise de correlações, observamos correlação moderada entre as fórmulas e os testes de pacientes com e sem o uso de betabloqueador. Cabe ressaltar que a correlação entre a FC de treino calculada pela FC máxima do TECP e do TD6M foi alta, reforçando ainda mais a similaridade entre os testes.

Analisando nossos resultados, entendemos que, em intensidades mais baixas, a FC de treino calculada a partir de diferentes FC máxima (teste ou fórmula preditiva) podem apresentar valores semelhantes nos pacientes com hipertensão com uso ou não de betabloqueador. No entanto, em intensidades mais elevadas, a FC de treino calculada a partir da FC máxima de um teste de esforço retrata melhor a capacidade funcional do paciente, especialmente de pacientes que utilizam betabloqueador. Em conjunto, esses achados sugerem que quanto maior a intensidade de treino, maior a necessidade de uma avaliação personalizada para a prescrição individualizada e segura de exercícios. Adicionalmente, esses achados elucidam que o TD6M pode ser uma alternativa viável e de baixo custo para o cálculo das FC de treino em pacientes hipertensos, especialmente para pacientes com uso de betabloqueador.

No presente estudo, o TD6M se mostrou uma ferramenta válida para avaliar a FC durante e no pico do esforço. Estudo anterior mostrou que o TD6M é uma ferramenta para a avaliação da capacidade funcional ao prever o pico de VO_2 (CARVALHO *et al.*, 2015). No entanto, é importante destacar que existe uma grande variedade de protocolos para a realização do teste do degrau, descritos desde 1929. Essa variedade se explica pela necessidade de se encontrar um teste que avalie de forma alternativa a capacidade funcional e auxilie na prescrição de exercício e que, ao mesmo tempo, seja de baixo custo, de fácil aplicação e capaz de ser realizado em diferentes locais, como consultórios médicos ou hospitais (ANDRADE *et al.*, 2012, HOUCHEWOLLOFF *et al.*, 2020; VILARINHO *et al.*, 2021). As principais diferenças entre os protocolos estão na altura do degrau, na duração do teste ou na cadência (autocadenciado ou cadenciado por estímulo externo). No entanto, entendemos que protocolos com degraus de maior altura e cadenciados externamente podem limitar o desempenho de indivíduos com menor aptidão física, além de levar à fadiga precoce. Por outro lado, testes autocadenciados, como o TD6M, apresentam como desvantagem a possibilidade de variação do desempenho de acordo com o grau de motivação do paciente, o que pode contribuir para que ele não realize esforço máximo e com isso não atinja a exaustão. Outro ponto importante é que o teste autocadenciado

apresenta grande variabilidade no número de subidas e descidas, o que altera a quantidade de trabalho realizado, dificultando a comparação dessa variável em diferentes momentos, como por exemplo, antes e após um período de treinamento físico (HOUCHEN-WOLLOFF *et al.*, 2020, MARINHO *et al.*, 2021).

Além disso, o TD6M tem sido comparado não só com o padrão ouro, o TECP, mas também com outros testes submáximos consolidados na literatura, como o teste de caminhada de seis minutos. Comparado com o teste de caminhada, o TD6M requer menos espaço para sua realização, além de possibilitar a monitoração eletrocardiográfica, caso seja necessário (HOUCHEN-WOLLOFF *et al.*, 2020). Travensolo *et al.* avaliou 35 pacientes com doença arterial coronariana, os quais realizaram dois TD6M e dois testes de caminhada de seis minutos. A confiabilidade teste-reteste do TD6M foi excelente. O primeiro e o segundo TD6M apresentaram valores significativamente maiores de FC final, de PAS e de PAD final em comparação ao primeiro e ao segundo teste de caminhada de seis minutos. Os autores também encontraram correlação entre o número total de passos no segundo TD6M e a distância total percorrida no segundo teste de caminhada de seis minutos ($r = 0,7$; $p < 0,001$) (MARINHO *et al.*, 2021).

8.3 Limitações

Nosso estudo apresenta limitações. É um estudo unicêntrico. Por isso, pode não representar a realidade de todos os pacientes hipertensos, uma vez que excluímos pacientes com disfunção cardíaca instalada. Não realizamos a distribuição de homens e mulheres de forma igualitária no grupo CBB e também, não identificamos quantas mulheres estavam no período de menopausa. No teste do degrau, não contabilizamos a quantidade de subidas e descidas, dessa forma não podemos analisar a carga de trabalho realizada pelos pacientes. Alguém poderia questionar que cada teste foi realizado apenas uma vez, ou seja, não realizamos o re-teste do TECP e do TD6M. No entanto, estudo recente mostrou que apenas um teste é suficiente para avaliar pacientes com fatores de risco (GIACOMANTONIO *et al.*, 2020).

8.4 Aplicações Práticas

Este estudo amplia as possibilidades de avaliação do comportamento da frequência cardíaca durante o esforço em pacientes hipertensos com uso ou não de betabloqueadores. Nossos resultados sugerem que o TD6M é uma alternativa de baixo custo e de fácil utilização para avaliar a frequência cardíaca máxima. Ele também permite o cálculo da FC de treino para pacientes hipertensos com ou sem uso de betabloqueador. Nesse sentido, o TD6M parece ser uma alternativa para substituir o TECP e o teste ergométrico, que necessitam de equipamentos caros, além de profissionais especializados.

Logo, o teste utilizado neste estudo pode ser uma ótima opção de avaliação na atenção primária de saúde, por exemplo.

Por outro lado, novos estudos precisam ser conduzidos para ampliar a aplicabilidade e confirmar a viabilidade do uso do TD6M em larga escala. Além disso, entendemos que é necessário avaliar e validar a utilização da FC de treino calculada a partir do TD6M para prescrição de treinamento físico a pacientes hipertensos, especialmente com uso de betabloqueador ou de outros medicamentos com efeito cronotrópico negativo, bem como em outras populações.

Adicionalmente, pretendemos realizar análises para avaliar o comportamento da curva de FC durante todo o TD6M, comparar com o comportamento da curva de FC durante o TECP e analisar o comportamento da FC entre os diferentes níveis de atividade física.

9. CONCLUSÃO

O desempenho dos pacientes hipertensos foi semelhante no TD6M e no TECP, como menores valores de FC máxima no grupo de pacientes com uso de betabloqueador. A FC de treino calculada a partir da FC máxima atingida no TD6M é semelhante à FC de treino calculada a partir da FC máxima no TECP, mas diferente da FC de treino calculada com base nas fórmulas preditivas. Dessa forma, o TD6M parece ser uma alternativa viável e segura para a avaliação da FC máxima e para o cálculo da FC de treino, na ausência do TECP ou do teste ergométrico, em pacientes com hipertensão, especialmente aqueles que utilizam betabloqueador.

10. REFERÊNCIAS

- AMBROSINO, Pasquale *et al.* Endothelial Dysfunction: from a pathophysiological mechanism to a potential therapeutic target. **Biomedicines**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 78, 31 dez. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/biomedicines10010078>.
- AMBROSINO, Pasquale *et al.* Mechanisms and Clinical Implications of Endothelial Dysfunction in Arterial Hypertension. **Journal Of Cardiovascular Development And Disease**, [S.L.], v. 9, n. 5, p. 136, 27 abr. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/jcdd9050136>.
- ANDRADE, Carlos Henrique Silva de *et al.* O uso de testes do degrau para a avaliação da capacidade de exercício em pacientes com doenças pulmonares crônicas. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 116-124, fev. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37132012000100016>.
- AZEVEDO, Luan Moraes *et al.* EXERCÍCIO FÍSICO E PRESSÃO ARTERIAL: efeitos, mecanismos, influências e implicações na hipertensão arterial. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 415-422, 20 dez. 2019. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo. <http://dx.doi.org/10.29381/0103-8559/20192904415-22>.
- BARROSO, Weimar Kunz Sebba *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.L.], v. 116, n. 3, p. 516-658, mar. 2021. Sociedade Brasileira de Cardiologia. <http://dx.doi.org/10.36660/abc.20201238>.
- BENJAMIN, Emelia J. *et al.* Clinical Correlates and Heritability of Flow-Mediated Dilation in the Community. **Circulation**, [S.L.], v. 109, n. 5, p. 613-619, 10 fev. 2004. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1161/01.cir.0000112565.60887.1e>.
- BENNETT, Hunter *et al.* Validity of Submaximal Step Tests to Estimate Maximal Oxygen Uptake in Healthy Adults. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 46, n. 5, p. 737-750, 15 dez. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-015-0445-1>.
- BEUTNER, Frank *et al.* Validation of a brief step-test protocol for estimation of peak oxygen uptake. **European Journal Of Preventive Cardiology**, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 503-512, 29 abr. 2014. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1177/2047487314533216>.
- BODNER, Michael E. *et al.* A Review of the Concept of the Heart Rate Deflection Point. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 31-46, 2000. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200030010-00004>.
- BRAWNER, Clinton A. *et al.* Predicting maximum heart rate among patients with coronary heart disease receiving β -adrenergic blockade therapy. **American Heart Journal**, [S.L.], v. 148, n. 5, p. 910-914, nov. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ahj.2004.04.035>.
- BRASIL, Vigilatel *et al.* Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2023 [recurso eletrônico] Brasília: Ministério da Saúde, 2023.
- BUCKLEY, J P *et al.* Reliability and validity of measures taken during the Chester step test to predict aerobic power and to prescribe aerobic exercise. **British Journal Of Sports Medicine**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 197-205, 23 mar. 2004. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2003.005389>.

CARVALHO, Livia Pinheiro *et al.* Prediction of Cardiorespiratory Fitness by the Six-Minute Step Test and Its Association with Muscle Strength and Power in Sedentary Obese and Lean Young Women: a cross-sectional study. **Plos One**, [S.L.], v. 10, n. 12, p. 1-16, 30 dez. 2015. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0145960>.

CARVALHO, Tales de *et al.* Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular – 2020. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.L.], v. 114, n. 5, p. 943-987, maio 2020. Sociedade Brasileira de Cardiologia. <http://dx.doi.org/10.36660/abc.20200407>.

CHATTERJEE, Satipati; CHATTERJEE, Pratima; BANDYOPADHYAY, Amit. Validity of Queen's College Step Test for estimation of maximum oxygen uptake in female students. **Indian Journal Of Medical Research**, S.L., p. 32-35, jan. 2005.

CONCONI, F. *et al.* Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. **Journal Of Applied Physiology**, [S.L.], v. 52, n. 4, p. 869-873, 1 abr. 1982. American Physiological Society. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.1982.52.4.869>.

CORNELISSEN, Veronique A. *et al.* Exercise Training for Blood Pressure: a systematic review and meta-analysis. **Journal Of The American Heart Association**, [S.L.], v. 2, n. 1, 23 jan. 2013. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1161/jaha.112.004473>.

COSTA, Rochelle Rocha *et al.* Heart rate deflection point as an alternative to determining the anaerobic threshold in dyslipidaemic patients. **Motriz: Revista de Educação Física**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 1-7, jan. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1980-6574201900010006>.

CRUICKSHANK, John M.. The Role of Beta-Blockers in the Treatment of Hypertension. **Advances In Experimental Medicine And Biology**, [S.L.], p. 149-166, 2016. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/5584_2016_36.

CUNHA, Felipe Amorim da *et al.* Methodological and practical application issues in exercise prescription using the heart rate reserve and oxygen uptake reserve methods. **Journal Of Science And Medicine In Sport**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 46-57, jan. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.isams.2010.07.008>.

CUNHA, M. R. *et al.* Cardiovascular, metabolic and hormonal responses to the progressive exercise performed to exhaustion in patients with type 2 diabetes treated with metformin or glyburide. **Diabetes, Obesity And Metabolism**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 238-245, 16 jan. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1463-1326.2006.00690.x>.

DANIELE, Alessio *et al.* Detrimental effects of physical inactivity on peripheral and brain vasculature in humans: insights into mechanisms, long-term health consequences and protective strategies. **Frontiers In Physiology**, [S.L.], v. 13, 27 set. 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2022.998380>.

DELEVATTI, Rodrigo Sudatti *et al.* Heart rate deflection point as an alternative method to identify the anaerobic threshold in patients with type 2 diabetes. **Apunts. Medicina de L'Esport**, [S.L.], v. 50, n. 188, p. 123-128, out. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apunts.2015.05.001>.

DÍAZ-BUSCHMANN, Isabel *et al.* Programming exercise intensity in patients on beta-blocker treatment: the importance of choosing an appropriate method. **European Journal Of Preventive Cardiology**, [S.L.], v. 21, n. 12, p. 1474-1480, 5 ago. 2013. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1177/2047487313500214>.

DIETARY Approaches to Stop Hypertension (DASH). Disponível em: <https://www.nhlbi.nih.gov/education/dash-eating-plan>. Acesso em: 01 out. 2023.

DOLL, S *et al.* Body mass index, abdominal adiposity and blood pressure: consistency of their association across developing and developed countries. **International Journal Of Obesity**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 48-57, jan. 2002. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0801854>.

EVANS, Harrison J.L. *et al.* A systematic review of methods to predict maximal oxygen uptake from submaximal, open circuit spirometry in healthy adults. **Journal Of Science And Medicine In Sport**, [S.L.], v. 18, n. 2, p. 183-188, mar. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2014.03.006>.

FILIPPINI, Tommaso *et al.* The effect of potassium supplementation on blood pressure in hypertensive subjects: a systematic review and meta-analysis. **International Journal Of Cardiology**, [S.L.], v. 230, p. 127-135, mar. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.12.048>.

FOX, Sm; HASSELL, WI. The exercise stress test: needs for standardization. In: ELIAKIM, M; NEUFELD, Hn. **Cardiology: Current Topics and Progress**. New York: Academic Press, 1970. p. 149-154.

FRANCKOWIAK, Shawn C *et al.* Maximal Heart Rate Prediction in Adults that Are Overweight or Obese. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [S.L.], v. 25, n. 5, p. 1407-1412, maio 2011. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d682d2>.

FRATTOLA, Alessandra *et al.* Prognostic value of 24-hour blood pressure variability. **Journal Of Hypertension**, [S.L.], v. 11, n. 10, p. 1133-1137, out. 1993. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/00004872-199310000-00019>.

GIACOMANTONIO, Nicholas *et al.* Reliability and Validity of the 6-Minute Step Test for Clinical Assessment of Cardiorespiratory Fitness in People at Risk of Cardiovascular Disease. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [S.L.], v. 34, n. 5, p. 1376-1382, maio 2020. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000002537>.

GRANT, Stan *et al.* A Comparison of the Reproducibility and the Sensitivity to Change of Visual Analogue Scales, Borg Scales, and Likert Scales in Normal Subjects During Submaximal Exercise. **Chest**, [S.L.], v. 116, n. 5, p. 1208-1217, nov. 1999. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.116.5.1208>.

GRASSI, Guido *et al.* Total Cardiovascular Risk, Blood Pressure Variability and Adrenergic Overdrive in Hypertension: evidence, mechanisms and clinical implications. **Current Hypertension Reports**, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 333-338, 3 maio 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11906-012-0273-8>.

HAN, Yaeun *et al.* Endothelial senescence in vascular diseases: current understanding and future opportunities in senotherapeutics. **Experimental & Molecular Medicine**, [S.L.], v. 55, n. 1, p. 1-12, 4 jan. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s12276-022-00906-w>.

HANSEN, Henner *et al.* Personalized exercise prescription in the prevention and treatment of arterial hypertension: a consensus document from the european association of preventive cardiology (eapc) and the esc council on hypertension. **European Journal Of Preventive Cardiology**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 205-215, 24 mar. 2021. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/eurjpc/zwaa141>.

HERDA, Ashley A. *et al.* Cross-Validation of the Recumbent Stepper Submaximal Exercise Test to Predict Peak Oxygen Uptake in Older Adults. **Physical Therapy**, [S.L.], v. 94, n. 5, p. 722-729, 1 maio 2014. Oxford University Press (OUP).

<http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20130307>.

HONG, Sung Hyun *et al.* Validation of Submaximal Step Tests and the 6-Min Walk Test for Predicting Maximal Oxygen Consumption in Young and Healthy Participants. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 16, n. 23, p. 4858, 3 dez. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16234858>.

HOUCHEN-WOLLOFF, Linzy *et al.* Which functional outcome measures can we use as a surrogate for exercise capacity during remote cardiopulmonary rehabilitation assessments? A rapid narrative review. **Erj Open Research**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 00526-2020, out. 2020. European Respiratory Society (ERS). <http://dx.doi.org/10.1183/23120541.00526-2020>.

HUGHES, Alun D. *et al.* Estimation of maximal oxygen consumption and heart rate recovery using the Tecumseh sub-maximal step test and their relationship to cardiovascular risk factors. **Artery Research**, [S.L.], v. 18, n. , p. 29, 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1016/j.artres.2017.02.005>.

IZQUIERDO, Mireia Cano *et al.* The Chester step test is a valid tool to assess cardiorespiratory fitness in adults with hypertension: reducing the gap between clinical practice and fitness assessments. **Hypertension Research**, [S.L.], v. 42, n. 12, p. 2021-2024, 26 ago. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41440-019-0316-5>.

KARVONEN, Mj; KENTALA, E; MUSTALA, O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. **Annales Medicinae Experimentalis Et Biologiae Fenniae**, S.L., v. 3, n. 35, p. 307-315, 1957.

KASCH, F W *et al.* A comparison of maximal oxygen uptake by treadmill and step-test procedures. **Journal Of Applied Physiology**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 1387-1388, jul. 1966. American Physiological Society. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.1966.21.4.1387>.

KHAN, N. *et al.* Re-examining the efficacy of β -blockers for the treatment of hypertension: a meta-analysis. **Canadian Medical Association Journal**, [S.L.], v. 174, n. 12, p. 1737-1742, 6 jun. 2006. CMA Joule Inc.. <http://dx.doi.org/10.1503/cmaj.060110>.

KHURANA, Vatsala; GOSWAMI, Binita. Angiotensin converting enzyme (ACE). **Clinica Chimica Acta**, [S.L.], v. 524, n. 0, p. 113-122, jan. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cca.2021.10.029>.

KIKUYA, Masahiro *et al.* Prognostic Significance of Blood Pressure and Heart Rate Variabilities. **Hypertension**, [S.L.], v. 36, n. 5, p. 901-906, nov. 2000. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1161/01.hyp.36.5.901>.

KIM, Young Joo; CHUN, Heaja; KIM, Chul-Hyun. Exaggerated Response of Systolic Blood Pressure to Cycle Ergometer. **Annals Of Rehabilitation Medicine**, [S.L.], v. 37, n. 3, p. 364, 2013. Korean Academy of Rehabilitation Medicine. <http://dx.doi.org/10.5535/arm.2013.37.3.364>.

KNIGHT, Emily *et al.* Validation of the Step Test and Exercise Prescription Tool for Adults. **Canadian Journal Of Diabetes**, [S.L.], v. 38, n. 3, p. 164-171, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cjcd.2014.03.007>.

LAMBRICK, Danielle M. *et al.* Prediction of maximal oxygen uptake from submaximal ratings of perceived exertion and heart rate during a continuous exercise test: the efficacy of rpe 13.

European Journal Of Applied Physiology, [S.L.], v. 107, n. 1, p. 1-9, 2 jun. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-009-1093-7>.

LARSEN, Monica Korsager; MATCHKOV, Vladimir V.. Hypertension and physical exercise: the role of oxidative stress. **Medicina**, [S.L.], v. 52, n. 1, p. 19-27, 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medici.2016.01.005>.

LAUDER, Lucas *et al.* Hypertension management in patients with cardiovascular comorbidities. **European Heart Journal**, [S.L.], v. 44, n. 23, p. 2066-2077, 7 nov. 2022. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehac395>.

LEE, Min Chul *et al.* Validity of the 6-minute walk test and step test for evaluation of cardio respiratory fitness in patients with type 2 diabetes mellitus. **Journal Of Exercise Nutrition & Biochemistry**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 49-55, 30 mar. 2018. Korea Society for Exercise Nutrition. <http://dx.doi.org/10.20463/jenb.2018.0008>.

LIGUORI, Gary *et al.* **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023.

MACHADO, Nadine Cristina *et al.* Comparative study between six minute walk test and six minute step test in Chronic Obstructive Pulmonary Disease patients. **Arquivos Médicos do Abc**, Santo André, v. 32, p. 47-50, 2007.

MALACHIAS, Marcus Vinícius Bolívar *et al.* Apresentação. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.L.], v. 107, n. 3, p. 1-104, 2016. Sociedade Brasileira de Cardiologia. <http://dx.doi.org/10.5935/abc.20160140>.

MANCIA, Giuseppe *et al.* 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension. **Journal Of Hypertension**, [S.L.], v. 41, n. 12, p. 1874-2071, 26 set. 2023. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/hjh.0000000000003480>.

MARINHO, R.s. *et al.* Reliability and validity of six-minute step test in patients with heart failure. **Brazilian Journal Of Medical And Biological Research**, [S.L.], v. 54, n. 10, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1414-431x2020e10514>.

MENDIS, Shanthi *et al.* **Global atlas on cardiovascular disease prevention and control: policies, strategies and interventions**. Geneva: World Health Organization; World Heart Federation; World Stroke Organization, 2011.

MENEGHELO, Romeu Sergio *et al.* Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 95, n. 5, p. 1-26, 2010.

MERT, Kadir U?ur *et al.* The association of exaggerated hypertensive response to exercise and beta-blockers use in hypertensives. **Clinical And Experimental Hypertension**, [S.L.], v. 42, n. 8, p. 707-713, 16 jun. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10641963.2020.1779284>.

MURRAY, Christopher J L *et al.* Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the global burden of disease study 2019. **The Lancet**, [S.L.], v. 396, n. 10258, p. 1223-1249, out. 2020. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30752-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30752-2).

MYERS, Jonathan. Principles of exercise prescription for patients with chronic heart failure. **Heart Failure Reviews**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 61-68, 16 out. 2007. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10741-007-9051-0>.

NEDER, Jose Alberto; NERY, Luiz Eduardo. Teste de Exercício Cardiopulmonar. **J Pneumol**, [s. l], v. 28, n. 3, p. 166-206, out. 2002.

NEGRÃO, Carlos Eduardo *et al.* **Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata**. 4. ed. São Paulo: Manole, 2019.

NEGRÃO, Carlos Eduardo; RONDON, Maria Urbana Pinto Brandão. Exercício físico, hipertensão e controle barorreflexo da pressão arterial. **Revista Brasileira de Hipertensão**, [s. l], v. 8, n. 1, p. 89-95, 2001.

NETER, Judith E. *et al.* Influence of Weight Reduction on Blood Pressure. **Hypertension**, [S.L.], v. 42, n. 5, p. 878-884, nov. 2003. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1161/01.hyp.0000094221.86888.ae>.

NIEUWLAND, Wybe *et al.* Individual assessment of intensity-level for exercise training in patients with coronary artery disease is necessary. **International Journal Of Cardiology**, [S.L.], v. 84, n. 1, p. 15-20, jul. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0167-5273\(02\)00059-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0167-5273(02)00059-1).

OPARIL, Suzanne *et al.* Hypertension. **Nature Reviews Disease Primers**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 1-48, 22 mar. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nrdp.2018.14>.

PALAU, Patricia *et al.* Effect of β -Blocker Withdrawal on Functional Capacity in Heart Failure and Preserved Ejection Fraction. **Journal Of The American College Of Cardiology**, [S.L.], v. 78, n. 21, p. 2042-2056, nov. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2021.08.073>.

PARATI, Gianfranco *et al.* European Society of Hypertension guidelines for blood pressure monitoring at home: a summary report of the second international consensus conference on home blood pressure monitoring. **Journal Of Hypertension**, [S.L.], v. 26, n. 8, p. 1505-1526, ago. 2008. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/hjh.0b013e328308da66>.

PATEL, Suhani *et al.* The Six-minute Step Test as an Exercise Outcome in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Annals Of The American Thoracic Society**, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 476-479, mar. 2023. American Thoracic Society. <http://dx.doi.org/10.1513/annalsats.202206-516r1>.

PEDRALLI, Marinei L. *et al.* Effects of exercise training on endothelial function in individuals with hypertension: a systematic review with meta-analysis. **Journal Of The American Society Of Hypertension**, [S.L.], v. 12, n. 12, p. 65-75, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jash.2018.09.009>.

PELLICCIA, Antonio *et al.* 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. **European Heart Journal**, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 17-96, 29 ago. 2020. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>.

PETRELLA, Robert J *et al.* Can primary care doctors prescribe exercise to improve fitness? **American Journal Of Preventive Medicine**, [S.L.], v. 24, n. 4, p. 316-322, maio 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0749-3797\(03\)00022-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0749-3797(03)00022-9).

PETRELLA, Robert J. *et al.* A Self-Paced Step Test to Predict Aerobic Fitness in Older Adults in the Primary Care Clinic. **Journal Of The American Geriatrics Society**, [S.L.], v. 49, n. 5, p. 632-638, maio 2001. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1532-5415.2001.49124.x>.

PHYSICAL status: the use and interpretation of anthropometry.: Report of a WHO Expert Committee.. Report of a WHO Expert Committee.. **World Health Organ Tech Rep Ser.**, [s. l], p. 1-452, 1995. PMID: 8594834.

PINTO, Stephanie S. *et al.* Noninvasive Determination of Anaerobic Threshold Based on the Heart Rate Deflection Point in Water Cycling. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 518-524, fev. 2016. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000001099>.

PLANO de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos não Transmissíveis no Brasil 2021-2030 [recurso eletrônico]: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. 2021. Brasília : Ministério da Saúde. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_enfrentamento_doencas_cronicas_agravs_2021_2030.pdf. Acesso em: 01 fev. 2023.

RICCI, P.A. *et al.* Validation of the two-minute step test in obese with comorbidities and morbidly obese patients. **Brazilian Journal Of Medical And Biological Research**, [S.L.], v. 52, n. 9, 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1414-431x20198402>.

RITT, Luiz Eduardo Fonteles *et al.* O Teste do Degrau de Seis Minutos como Preditor de Capacidade Funcional de Acordo com o Consumo de Oxigênio de Pico em Pacientes Cardíacos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.L.], v. 116, n. 5, p. 889-895, maio 2021. Sociedade Brasileira de Cardiologia. <http://dx.doi.org/10.36660/abc.20190624>.

ROSS, Robert *et al.* Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: a case for fitness as a clinical vital sign. **Circulation**, [S.L.], v. 134, n. 24, p. 653-699, 13 dez. 2016. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1161/cir.0000000000000461>.

SANJULIANI, Antonio Felipe. Fisiopatologia da hipertensão arterial: conceitos teóricos úteis para a prática clínica. **Revista da Socerj**, [s. l], v. 15, n. 4, p. 210-218, dez. 2002.

SANTO, Antonio Saraiva *et al.* Predicting Maximum Oxygen Uptake from a Modified 3-Minute Step Test. **Research Quarterly For Exercise And Sport**, [S.L.], v. 74, n. 1, p. 110-115, mar. 2003. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.2003.10609070>.

SARTOR, Francesco *et al.* Estimation of Maximal Oxygen Uptake via Submaximal Exercise Testing in Sports, Clinical, and Home Settings. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 43, n. 9, p. 865-873, 3 jul. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-013-0068-3>.

SARZANI, Riccardo *et al.* Renin–angiotensin system, natriuretic peptides, obesity, metabolic syndrome, and hypertension: an integrated view in humans. **Journal Of Hypertension**, [S.L.], v. 26, n. 5, p. 831-843, maio 2008. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/hjh.0b013e3282f624a0>.

SCHIFFRIN, E *et al.* Role of endothelin-1 in hypertension and vascular disease. **American Journal Of Hypertension**, [S.L.], v. 14, n. 11, p. 83-89, nov. 2001. Oxford University Press (OUP). [http://dx.doi.org/10.1016/s0895-7061\(01\)02074-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0895-7061(01)02074-x).

SCHIFFRIN, Ernesto L. *et al.* Vascular Remodeling in Hypertension. **Hypertension**, [S.L.], v. 59, n. 2, p. 367-374, fev. 2012. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1161/hypertensionaha.111.187021>.

SENTIJA, D. *et al.* Validity of the Modified Conconi Running Test. **International Journal Of Sports Medicine**, [S.L.], v. 28, n. 12, p. 1006-1011, dez. 2007. Georg Thieme Verlag KG.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-965071>.

SILVA, Gabriela da *et al.* Nitric Oxide as a Central Molecule in Hypertension: focus on the vasorelaxant activity of new nitric oxide donors. **Biology**, [S.L.], v. 10, n. 10, p. 1041, 14 out. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/biology10101041>.

SKINNER, James S.; MCLELLAN, Thomas H.. The Transition from Aerobic to Anaerobic Metabolism. **Research Quarterly For Exercise And Sport**, [S.L.], v. 51, n. 1, p. 234-248, mar. 1980. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1980.10609285>.

SMITH, Ashleigh E. *et al.* A Perceptually-regulated Exercise Test Predicts Peak Oxygen Uptake in Older Active Adults. **Journal Of Aging And Physical Activity**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 205-211, abr. 2015. Human Kinetics. <http://dx.doi.org/10.1123/japa.2013-0213>.

SMITH, Ashleigh E. *et al.* Submaximal Exercise-Based Equations to Predict Maximal Oxygen Uptake in Older Adults: a systematic review. **Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation**, [S.L.], v. 97, n. 6, p. 1003-1012, jun. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2015.09.023>.

TANAKA, Hirofumi *et al.* Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal Of The American College Of Cardiology**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 153-156, jan. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)01054-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0735-1097(00)01054-8).

TEIXEIRA, Jorge M. M. *et al.* Intermittent high-intensity exercise for pre to established hypertension: a systematic review and metaanalysis. **Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports**, [S.L.], v. 33, n. 4, p. 364-381, 16 jan. 2023. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/sms.14299>.

THOMAS, Fre?de?rique *et al.* Cardiovascular Mortality in Hypertensive Men According to Presence of Associated Risk Factors. **Hypertension**, [S.L.], v. 37, n. 5, p. 1256-1261, maio 2001. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1161/01.hyp.37.5.1256>.

THOMMAZO-LUPORINI, L di *et al.* The six-minute step test as a predictor of cardiorespiratory fitness in obese women. **European Journal Of Physical And Rehabilitation Medicine**, [s. l.], v. 6, n. 51, p. 793-802, maio 2015.

TOYA, Takumi *et al.* Incremental Prognostic Impact of Peripheral Microvascular Endothelial Dysfunction on the Development of Ischemic Stroke. **Journal Of The American Heart Association**, [S.L.], v. 9, n. 9, 5 maio 2020. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1161/jaha.119.015703>.

TRAVENTSOLO, Cristiane de Fátima *et al.* Validity and reliability of the 6 min step test in individuals with coronary artery disease. **Physiotherapy Research International**, [S.L.], v. 25, n. 1, 10 out. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/pri.1810>.

VIDONI, Eric D. *et al.* Validity of the Step Test for Exercise Prescription: no extension to a larger age range. **Journal Of Aging And Physical Activity**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 444-454, out. 2013. Human Kinetics. <http://dx.doi.org/10.1123/japa.21.4.444>.

VILARINHO, Rui; CANEIRAS, Cátia; MONTES, António Mesquita. Measurement properties of step tests for exercise capacity in COPD: a systematic review. **Clinical Rehabilitation**, [S.L.], v. 35, n. 4, p. 578-588, 6 nov. 2020. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215520968054>.

VISSEREN, Frank L J *et al.* 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. **European Heart Journal**, [S.L.], v. 42, n. 34, p. 3227-3337, 30 ago. 2021. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehab484>.

WASSERMAN K. The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. **American Review of Respiratory Disease**, v. 129, n. 2, p. S35-S40, 1984.

WHELTON, Paul K. *et al.* 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults. **Journal Of The American College Of Cardiology**, [S.L.], v. 71, n. 19, p. 127-248, maio 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2017.11.006>.

WILLIAMS, Bryan *et al.* 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. **European Heart Journal**, [S.L.], v. 39, n. 33, p. 3021-3104, 25 ago. 2018. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>.

WONISCH, Manfred *et al.* Influence of beta-blocker use on percentage of target heart rate exercise prescription. **European Journal Of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 296-301, ago. 2003. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1097/00149831-200308000-00013>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Disponível em: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>. Acesso em: 07 jan. 2023.

YAZBEK JUNIOR, Paulo *et al.* Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s. l.], v. 71, p. 719-724, 1998.

ZHOU, Bin *et al.* Worldwide trends in blood pressure from 1975 to 2015: a pooled analysis of 1479 population-based measurement studies with 19.1 million participants. **The Lancet**, [S.L.], v. 389, n. 10064, p. 37-55, jan. 2017. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)31919-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(16)31919-5).

ZHOU, Bin *et al.* Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. **The Lancet**, [S.L.], v. 398, n. 10304, p. 957-980, set. 2021. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)01330-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(21)01330-1).

ANEXO I – Parecer Consubstanciado do comitê de ética em pesquisa (CEP)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do potencial do teste do degrau para prescrição de exercício físico aeróbico em pacientes com hipertensão arterial em uso de betabloqueador.

Pesquisador: Ligia de Moraes Antunes Corrêa

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 53572221.1.0000.5404

Instituição Proponente: Faculdade de Educação Física

Patrocinador Principal: FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.281.076

Apresentação do Projeto:

As informações contidas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram obtidas dos documentos apresentados para apreciação ética e das informações inseridas pelo Pesquisador Responsável do estudo na Plataforma Brasil.

Introdução:

Hipertensão arterial (HA) é definida como um aumento sustentado dos níveis pressóricos sistólico 140 e/ou diastólico 90 mmHg. Sua prevalência é de 1.13 bilhões de pessoas em todo o mundo, afetando um em cada quatro adultos. A Organização Mundial da Saúde apresenta dados sobre a HA como sendo o principal fator de risco de morbimortalidade para as doenças cardiovasculares (DCV), correspondendo a cerca de 55.3% das 38 milhões de mortes/ano decorrentes de complicações circulatórias. No Brasil, aproximadamente 32.5% da população (36 milhões de pessoas) sofrem de HA, que acomete mais de 60% dos indivíduos na faixa etária acima de 60 anos. Sua alta incidência na população de adultos e, principalmente, de idosos é preocupante por contribuir em mais de 50% da mortalidade por DCV, a principal causa de morte no país. Em uma revisão, que incluiu estudos prospectivos e ensaios clínicos para determinar quais os riscos estão associados à pressão arterial (PA), reforça que a pressão arterial sistólica (PAS) é um forte preditor independente de DCV, renal crônica e de todas as causas de morte. Williams e colaboradores verificaram que mais de 50% dos pacientes hipertensos apresentaram um ou mais fatores de risco que contribuem para a incidência de HA. Tais fatores incluem predisposição genética,

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, 1º andar do Prédio I da Faculdade de Ciências Médicas
Bairro: Barão Geraldo **CEP:** 13.083-887
UF: SP **Município:** CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 **Fax:** (19)3521-7187 **E-mail:** cep@unicamp.br



UNICAMP - CAMPUS
CAMPINAS



Continuação do Parecer: 5.281.076

comportamento sedentário, consumo excessivo de sal e de bebidas alcoólicas, sobrepeso, obesidade, diabetes e estresse mental. Quando esses fatores estão presentes em longo prazo, ocorrem alterações fisiológicas e morfológicas nas estruturas e funcionalidades do sistema circulatório. Débito cardíaco, volume sistólico e ação da musculatura lisa das artérias periféricas são alguns parâmetros responsáveis por regular a PA. Alterações nos níveis de peptídeo natriurético cerebral (BNP), ativação exacerbada do sistema renina-angiotensina-aldosterona e do sistema nervoso simpático (SNS) são fatores que contribuem para o aumento da PA. Ao longo do tempo, essa situação poderá resultar em complicações e/ou danos a órgãos-alvo, como o desenvolvimento de insuficiência renal crônica, hipertrofia do ventrículo esquerdo, doença arterial coronariana e periférica, comprometendo a expectativa e qualidade de vida desses indivíduos. Consequentemente, haverá maiores gastos públicos por constantes complicações e hospitalizações relacionadas a causas cardiovasculares. A fim de reduzir o impacto negativo do HA, duas alternativas de tratamento são propostas: medicamentoso e não medicamentoso. Uso de betabloqueadores, diuréticos, inibidores da enzima conversora de angiotensina e bloqueadores de canais de cálcio são exemplos de estratégias farmacológicas consolidadas na literatura por sua característica anti-hipertensiva e capacidade de reduzir a morbimortalidade desses pacientes. Ao mesmo tempo, o tratamento não medicamentoso é igualmente importante e essencial para prevenir riscos cardiovasculares associados à HA, intensificando os efeitos do tratamento antihipertensivo. Mudanças do estilo de vida, incluindo perda de peso, redução da ingestão de sódio e aumento de atividade física diária são eficazes na redução da PA. A prática regular de exercício físico é uma das principais ferramentas amplamente estudadas na prevenção e no tratamento de pacientes com HA. Somente sua inclusão na rotina diária de forma sistematizada é suficiente para reduzir a PA. Azevedo e colaboradores verificaram que, durante uma sessão de exercício aeróbico contínuo, existe um aumento da PA, porém observaram que houve uma redução de seu valor após o término do estímulo, permanecendo por até 24 horas. Esse efeito hipotensor pós- exercício agudo é decorrente da redução do débito cardíaco e do volume sistólico. Quando acontece uma prática regular de exercício físico, caracterizado como treinamento físico, há diminuição da ativação simpática no coração o que resulta em bradicardia no repouso. Ao mesmo tempo, a melhora da vasodilatação decorrente do aumento da ação do óxido nítrico, resulta na redução da resistência vascular periférica. Essa alteração importante no sistema leva à diminuição do débito cardíaco e da PA, fatores esses essenciais para os pacientes hipertensos. No entanto, é importante considerar cada tipo de exercício, intensidade, duração e frequência mais adequados para se atingir os benefícios nessa população. Caminhada, corrida e bicicleta são exemplos de

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, 1º andar do Prédio I da Faculdade de Ciências Médicas
Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
UF: SP Município: CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@unicamp.br



UNICAMP - CAMPUS
CAMPINAS



Continuação do Parecer: 5.281.076

exercícios aeróbicos. Somar mais de 150 minutos de exercício na semana, divididos em 3 a 5 sessões intercaladas de intensidade moderada, com duração mínima de 30 minutos, foi associado a uma redução de 30% no risco de mortalidade em idosos. Dados adicionais reforçam que o treinamento físico regular é capaz de reduzir em média 7 a 8 mmHg na PAS e 5 mmHg na PAD. Pedralli e colaboradores encontraram uma melhora de 1.45% na função vascular periférica em pacientes hipertensos que foram submetidos a sessões de exercício aeróbio. O mesmo estudo demonstrou que a melhora de 1% na função endotelial foi capaz de reduzir 13% dos desfechos de DCV, evidenciando que o treinamento físico é uma alternativa eficaz de proteção cardiovascular. Nesse sentido, o Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP) é considerado o "padrão ouro" para avaliar a capacidade funcional em diferentes populações. Uma avaliação precisa do teste permite observar a resposta da PA e da frequência cardíaca (FC), ocorrência de arritmias e outros sintomas que possam surgir durante o esforço físico máximo. Expandindo os resultados do TECP, ainda é possível descobrir o momento que ocorre o limiar anaeróbio (LA) e o ponto de compensação respiratória (PCR) através de parâmetros metabólicos, respiratórios e cardiovasculares. Tanto o LA quanto o PCR são importantes ferramentas utilizadas para caracterizar o grau de capacidade ou comprometimento funcional, além de possibilitar prescrever treinamento físico de forma individualizada. Volume e intensidade estão entre as principais características que compõem uma prescrição de exercício físico adequada. Entretanto, a intensidade tem se destacado por melhor contribuir nos ganhos de aptidão cardiorrespiratória de forma segura. De acordo com as diretrizes do American College of Sports Medicine (ACSM), a intensidade do exercício físico pode ser determinada de acordo com o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máximo), com a FC no LA e no PCR, com esforço percebido pela escala de Borg e com a FC máxima predita ou atingida. O método ideal para prescrição, portanto, é através da porcentagem do VO_2 , da FC máxima ou daquela atingida em ambos os limites do TECP. Entretanto, esse teste é de alto custo e demanda profissionais especializados, o que dificulta sua ampla utilização em diferentes consultórios médicos, centros de reabilitação e de atenção básica. Em busca de alternativas para facilitar a prescrição e monitoramento de exercício aeróbio, diferentes fórmulas preditivas de FC máxima foram propostas. As fórmulas da FC predita ($\text{FC máxima} = 220 - \text{idade (anos)}$ e/ou $\text{FC máxima} = 220 - 0,7 * \text{idade}$) são gerais por considerar somente o fator "idade" em sua equação, sendo insuficientes para prescrever exercício de forma minimamente individualizada. A frequência cardíaca de reserva proposta por Karvonen, em 1957, tem sido uma escolha alternativa um pouco mais fidedigna da encontrada em um teste de esforço máximo, por isso, ela auxilia na determinação da intensidade do exercício físico. Diferentes estudos mostraram baixa margem de

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, 1º andar do Prédio I da Faculdade de Ciências Médicas
Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
UF: SP Município: CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@unicamp.br



Continuação do Parecer: 5.261.076

erro nos valores da %FC de reserva quando comparada a FC real do indivíduo, tomando-a uma boa escolha quando não existe um TECP. Contudo, seu uso pode ser limitado para fins de avaliação e prescrição de intensidade de treinamento físico para pessoas que fazem uso de betabloqueador. Diferentes testes submáximos, como Six-Minute Walk Test, Incremental Shuttle- Walk Test, Rockport Walk Test e Step Test, têm sido utilizados para estimar a capacidade funcional através de fórmulas preditivas. Na prática, eles são uma forma de auxiliar os profissionais no acompanhamento de seus alunos e pacientes quando há limitação no acesso a equipamentos específicos e de alto custo, como o TECP. Embora se encontrem aplicações práticas desse teste em diferentes populações, ainda existe uma ampla variedade metodológica em sua aplicação, isso dificulta sua utilização para reproduzir e comparar seus resultados com estudos da área. Smith e colaboradores encontraram 13 fórmulas diferentes para predição de VO₂ em 9 artigos incluídos que consideraram somente a população idosa, caracterizando a ampla variedade metodológica. Apesar disso, quatro equações advindas de três protocolos do degrau (TD) e um de esteira ergométrica apresentaram forte correlação entre o VO₂ máximo avaliado diretamente com o VO₂ máximo estimado ($R > 0.80$), sem diferença significativa entre ambos. Em indivíduos adultos esses achados foram semelhantes, entretanto, grande parte dos estudos utilizaram a FC máxima predita por idade nas fórmulas de predição, o que pode gerar potenciais erros na previsão de capacidade funcional. Por esse motivo, é importante conhecer o limite para prescrever treinamento físico que utiliza a FC máxima predita, em função da possibilidade de expor o indivíduo a altos esforços que acabam favorecendo a ocorrência de eventos indesejados, como arritmias ou outras complicações cardiovasculares. Dentre a variedade de testes submáximos, o TD (também denominado de step test) tem se mostrado uma boa opção, por ser um equipamento de baixo custo, fácil manuseio e por não exigir locais específicos para ser empregado. Diferentes protocolos de TD foram validados em diferentes populações, incluindo pacientes hipertensos, como forma de avaliar a capacidade funcional e aptidão física. Em estudo envolvendo adultos saudáveis, tanto o consumo máximo de oxigênio quanto a FC máxima obtida no TD tiveram alta correlação com os achados no TECP ($r = 0.89$ e $r = 0.83$, respectivamente). Resultados semelhantes foram encontrados em estudos incluindo indivíduos hipertensos. Seu principal achado foi a alta correlação entre o VO₂ predito pelos dados obtidos do TD com o medido pelo TECP ($r = 0.87$). Isso sugere que o TD e a fórmula de predição do VO₂ máximo podem ser usados para avaliar a capacidade funcional de idosos com fatores de risco e serem uma importante ferramenta para auxiliar na prescrição de treinamento físico para essa população. Mais recentemente, Izquierdo et. al. validaram o Chester Step Test (CST) em pacientes hipertensos. Para isso, o estudo incluiu 14 adultos com diagnóstico de HA para testar a

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, 1º andar do Prédio I da Faculdade de Ciências Médicas
 Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
 UF: SP Município: CAMPINAS
 Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@unicamp.br



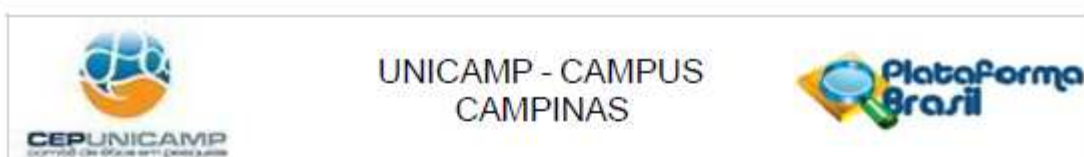
Continuação do Parecer: 5.281.076

validade do CST em estimar o VO2 máximo e avaliar a melhor fórmula de FC máxima predita para auxiliar na equação de predição do VO2. Os resultados mostraram que o VO2 máximo medido pelo CST e o VO2 avaliado pelo TECP tiveram forte correlação dada pela fórmula de Fox-Haskell ($r = 0.989$), com viés de apenas $-0,35$ ($-2,74$ a $2,04$) ml.kg.min. Como conclusão, essa pequena diferença entre ambos os testes pode não influenciar na prescrição de treinamento físico para pacientes hipertensos. Em resumo, o VO2 estimado pelo TD apresentou boa correlação com o VO2 relativo do TECP, mostrando ser uma ferramenta alternativa para acompanhar a capacidade funcional e auxiliar na prescrição de exercício físico para pessoas com HA. Portanto, a relação positiva encontrada entre o TD e o TECP pode auxiliar diferentes profissionais da área da saúde e do exercício quanto à forma de avaliação, prescrição e acompanhamento de treinamento físico. No Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS) tem por objetivo reduzir a desigualdade e disparidade social e regional ao garantir acesso gratuito a serviços e ações de saúde a todos. Em conjunto, a estratégia da Saúde da Família auxilia na promoção da atividade física através de ações interdisciplinares, principalmente para as pessoas em vulnerabilidade social. Nos últimos anos, políticas públicas voltadas à promoção e proteção à saúde tem se intensificado na atenção básica, através das ações multiprofissionais, como o programa de controle da Hipertensão Arterial Sistêmica. As Unidades Básicas de Saúde (UBS) e o Programa de Saúde da Família (PSF) são responsáveis pelo atendimento primário às famílias e à população, desenvolvendo atividades educativas com foco na prevenção de doenças, promoção e recuperação da saúde. Segundo dados do DATASUS, no ano de 2015, aproximadamente 980 mil pacientes hipertensos eram acompanhados no estado de São Paulo, sendo 14 mil somente na região metropolitana de Campinas. Um estudo recente, envolvendo o acompanhamento de indivíduos normotensos, identificou que avaliar regularmente a capacidade funcional é uma forma eficaz de prevenção da HA. A atuação de uma equipe multiprofissional, portanto, é fundamental no combate e controle dos fatores de riscos associados à HA, pois está diretamente relacionada a uma maior aderência ao tratamento medicamentoso e não medicamentoso pelos pacientes. Com foco nas ações de promoção, proteção e recuperação da saúde, a atuação do professor de educação física se faz fundamental para o trabalho desses fatores, através de ações educativas, orientação, prescrição e acompanhamento de exercício físico. Em outras palavras, o educador físico tem a possibilidade de oferecer algo que vai além das práticas curativas, mas é capaz de incentivar e proporcionar um "novo" estilo de vida para os pacientes hipertensos.

Hipótese:

Hipótese 1 O TD pode ser uma ferramenta eficaz e de baixo custo para auxiliar a prescrição de

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, 1º andar do Prédio I da Faculdade de Ciências Médicas
 Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
 UF: SP Município: CAMPINAS
 Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@unicamp.br



Continuação do Parecer: 5.281.076

treinamento físico para pacientes hipertensos em uso de betabloqueador.

Hipótese 2 A avaliação da frequência cardíaca pelo TD pode ser uma variável mais precisa quando comparada com a FC obtida pela fórmula da FC reserva para hipertensos em uso de betabloqueador, garantindo maior segurança na avaliação e prescrição de exercício físico nesta população.

Hipótese 3 Os resultados do TD apresentam correlação direta com os níveis de atividade física e a qualidade de vida dos pacientes com hipertensão arterial sistêmica, em uso de betabloqueador.

Metodologia Proposta:

Participantes, local de realização da pesquisa e desenho do estudo: Esse é um estudo piloto e cross-over. Serão convidados a participar do estudo pacientes hipertensos (n=30), de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, que realizam acompanhamento no Hospital de Clínicas da Unicamp. As avaliações serão realizadas no Hospital de Clínicas da UNICAMP e será utilizado o sistema de ergoespirometria, equipamento multiusuário do Centro de Pesquisa em Obesidade e Comorbidades (CEPID/FAPESP). Os participantes que preencherem os critérios de inclusão e exclusão serão convidados a participar do estudo. Após concordar e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) os participantes deverão realizar duas sessões de avaliações, em dias diferentes, com intervalo de 5-15 dias, e duração de aproximadamente 1h cada, no Hospital de Clínicas da UNICAMP. As avaliações serão agendadas em horários semelhantes e os participantes serão randomizados para determinar em qual sessão realizarão o TD e o TECP. Será solicitado a todos os participantes evitar atividades físicas vigorosas por 24 horas antes dos testes, não ingerir bebidas estimulantes (álcool e cafeína) por 6 horas antes do teste de exercício e manter sua rotina diária no dia anterior à visita. O TD e o TECP só serão iniciados com PAS e PAD abaixo de 160mmHg e 10mmHg, respectivamente. Visita 1 – Dados pessoais, clínicos e antropométricos 1 Etapa: Preenchimento da anamnese referente ao histórico clínico de HA nos últimos 6 meses e dos medicamentos atuais com detalhes sobre o horário do betabloqueador. Avaliação das medidas antropométricas, incluindo peso, altura, cintura-quadril, FC, PAS e PAD. 2 Etapa: Preenchimentos dos questionários: Avaliação do nível de atividade física (IPAQ-verso curta) e Avaliação da qualidade de vida (SF-36). 3 Etapa: Realização do TD ou TCPE de acordo com a randomização. Visita 2 – Dados pessoais, clínicos e antropométricos 1 Etapa: Reavaliação das medidas antropométricas, incluindo peso, altura, cintura-quadril, FC, PAS e PAD. 2 Etapa: Realização do TD ou TCPE de acordo com a randomização.

Critério de Inclusão:

Pacientes de ambos os sexos, com idade entre 35 e 65 anos, com diagnóstico de hipertensão

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, 1º andar do Prédio I da Faculdade de Ciências Médicas
 Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
 UF: SP Município: CAMPINAS
 Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@unicamp.br



Continuação do Parecer: 5.281.076

arterial, em uso regular de betabloqueador, clinicamente estáveis, com acompanhamento médico nos últimos 6 meses, que não participam de nenhum programa regular de treinamento físico, e tenham completado o esquema de vacinação contra o Covid-19.

Critério de Exclusão:

Pacientes que apresentam em seu histórico clínico e/ou por autorrelato: doença cardiovascular instalada (cardiopatias isquêmicas e hipertensiva, acidente vascular cerebral, valvulopatias, entre outros), doença pulmonar obstrutiva crônica ou osteoarticulares limitantes, comprometimento musculoesquelético que reduz sua capacidade de caminhar, sequelas neurológicas, síndromes genéticas, distúrbios cognitivos ou psiquiátricos, história de arritmias atriais ou ventriculares que necessitavam de drogas antiarrítmicas, implante de marcapasso, ou apresentar qualquer contraindicação para o teste de esforço de acordo com o ACSM56 e/ou condições médicas que impeçam a participação segura em exercícios regulares.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a correlação da frequência cardíaca obtida no TD e no TECP em pacientes com hipertensão arterial sistêmica, em uso de betabloqueador, para prescrição de exercício físico aeróbico.

Objetivo Secundário: Avaliar a correlação da frequência cardíaca obtida no TD e na fórmula da frequência cardíaca de reserva em pacientes com hipertensão arterial sistêmica, em uso de betabloqueador, para prescrição de exercício físico aeróbico; e Correlacionar o resultado do teste do degrau com os níveis de atividade física e qualidade de vida dos pacientes com hipertensão arterial sistêmica, em uso de betabloqueador

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Possíveis riscos estão relacionados ao tempo utilizado para responder aos questionários (30 minutos), no qual o voluntário poderá apresentar sinais de cansaço e desconfortos com as questões, por tratar de assuntos pessoais e profissionais. Durante a realização dos TECP e TD o paciente poderá apresentar sintomas como tontura, fadiga muscular, cansaço, e aumento/queda de pressão arterial. Apesar de ser raro, alguns pacientes podem apresentar arritmias cardíacas. Entretanto, os potenciais riscos podem ser minimizados pela presença e monitoramento do pesquisador e do médico a todo momento, garantindo os cuidados necessários e a proteção dos participantes.

Benefícios: A realização da pesquisa não trará benefícios diretos aos participantes, mas poderá trazer benefícios na produção do conhecimento na área da saúde e de uma possibilidade futura de

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, 1º andar do Prédio I da Faculdade de Ciências Médicas
 Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
 UF: SP Município: CAMPINAS
 Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@unicamp.br



Continuação do Parecer: 5.261.076

aplicação prática nas unidades de atendimento primário, as quais, são acessíveis à toda população.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Esse protocolo se refere ao Projeto de Pesquisa intitulado "Avaliação do potencial do teste do degrau para prescrição de exercício físico aeróbico em pacientes com hipertensão arterial em uso de betabloqueador", que tem como finalidade embasar a dissertação de mestrado da aluna Milena Schiezeri Ru Barnabe Salmistraro. A orientadora e pesquisadora responsável pelo projeto será a Profa. Lgia de Moraes Antunes Corrêa – Professora Assistente do Departamento de Atividade Física Adaptada da Faculdade de Educação Física – UNICAMP. A instituição proponente é a Faculdade de Educação Física da UNICAMP. Segundo as Informações Básicas do Projeto, a pesquisa tem orçamento estimado em R\$ 1.650,00.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo abaixo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações"

Recomendações:

A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), do Conselho Nacional de Saúde (CNS) orienta a adoção das diretrizes do Ministério da Saúde (MS) decorrentes da pandemia causada pelo Coronavírus SARS-CoV-2 (Covid-19), com o objetivo de minimizar os potenciais riscos à saúde e a integridade dos participantes de pesquisas e pesquisadores.

De acordo com carta circular da CONEP intitulada "ORIENTAÇÕES PARA CONDUÇÃO DE PESQUISAS E ATIVIDADE DOS CEP DURANTE A PANDEMIA PROVOCADA PELO CORONAVÍRUS SARS-COV-2 (COVID-19)" publicada em 09/05/2020, referente ao item II. "Orientações para Pesquisadores":

- Aconselha-se a adoção de medidas para a prevenção e gerenciamento de todas as atividades de pesquisa, garantindo-se as ações primordiais à saúde, minimizando prejuízos e potenciais riscos, além de prover cuidado e preservar a integridade e assistência dos participantes e da equipe de pesquisa.
- Em observância às dificuldades operacionais decorrentes de todas as medidas impostas pela pandemia do SARS-CoV-2 (COVID- 19), é necessário zelar pelo melhor interesse do participante da pesquisa, mantendo-o informado sobre as modificações do protocolo de pesquisa que possam afetá-lo, principalmente se houver ajuste na condução do estudo, cronograma ou plano de trabalho.
- Caso sejam necessários a suspensão, interrupção ou o cancelamento da pesquisa, em

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, 1º andar do Prédio I da Faculdade de Ciências Médicas
 Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
 UF: SP Município: CAMPINAS
 Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@unicamp.br



Continuação do Parecer: 5.261.076

decorrência dos riscos imprevisíveis aos participantes da pesquisa, por causas diretas ou indiretas, caberá aos investigadores a submissão de notificação para apreciação do Sistema CEP/Conep.

- Nos casos de ensaios clínicos, é permitida, excepcionalmente, a tramitação de emendas concomitantes à implementação de modificações/alterações no protocolo de pesquisa, visando à segurança do participante da pesquisa, assim como dos demais envolvidos no contexto da pesquisa, evitando-se, ainda, quando aplicável, a interrupção no tratamento dos participantes da pesquisa. Eventualmente, na necessidade de modificar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o pesquisador deverá proceder com o novo consentimento, o mais breve possível.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Em relação ao parecer anterior número 5.200.984 de 14 de janeiro de 2022, pesquisador encaminha o documento CARTA_RESPOSTA_Milena.doc postado em 24 de janeiro de 2022:

PENDÊNCIA 1. Quanto ao arquivo "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1856415.pdf"

1.1. No campo "Metodologia Proposta" foi informado que "Serão convidados a participar do estudo pacientes hipertensos (n=30), de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, que realizam acompanhamento no Hospital de Clínicas da Unicamp". Solicita-se detalhar como será feito o recrutamento dos participantes, tais como a forma que será obtida a informação sobre o diagnóstico de hipertensão arterial e o uso de medicação anti-hipertensiva betabloqueadora, a relação de potenciais participantes e o local do hospital em que ocorrerá a seleção.

RESPOSTA: "Serão convidados a participar do estudo pacientes hipertensos (n=30), de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, que realizam acompanhamento no Ambulatório de Hipertensão do Professor Wilson Nadruz Júnior do Hospital de Clínicas da Unicamp. O primeiro contato com o paciente será realizado no dia da consulta agendada ou através de contato telefônico. Informações sobre telefone de contato, diagnóstico e os medicamentos em uso, tal como betabloqueador serão obtidas através do prontuário médico eletrônico."

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

Considerações Finais a critério do CEP:

- O participante da pesquisa deve receber uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (quando aplicável).

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, 1º andar do Prédio I da Faculdade de Ciências Médicas
 Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
 UF: SP Município: CAMPINAS
 Telefone: (19)3521-8938 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@unicamp.br



UNICAMP - CAMPUS
CAMPINAS



Continuação do Parecer: 5.261.076

- O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (quando aplicável).

- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado. Se o pesquisador considerar a descontinuação do estudo, esta deve ser justificada e somente ser realizada após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou. O pesquisador deve aguardar o parecer do CEP quanto à descontinuação, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao participante ou quando constatar a superioridade de uma estratégia diagnóstica ou terapêutica oferecida a um dos grupos da pesquisa, isto é, somente em caso de necessidade de ação imediata com intuito de proteger os participantes.

- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas e aguardando a aprovação do CEP para continuidade da pesquisa. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial.

- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente seis meses após a data deste parecer de aprovação e ao término do estudo.

- Lembramos que segundo a Resolução 466/2012, item XI.2 letra e, "cabe ao pesquisador apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento".

- O pesquisador deve manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa.

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, 1º andar do Prédio I da Faculdade de Ciências Médicas
Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
UF: SP Município: CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@unicamp.br



Continuação do Parecer: 5.281.076

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1856415.pdf	24/02/2022 15:38:23		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_Milena.doc	24/02/2022 15:24:40	Ligia de Moraes Antunes Corrêa	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP_corrigido.docx	24/02/2022 15:23:32	Ligia de Moraes Antunes Corrêa	Aceito
Declaração de concordância	Autorizacao_coleta_HC.pdf	19/11/2021 10:50:18	Ligia de Moraes Antunes Corrêa	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_corrigida.pdf	19/11/2021 10:49:35	Ligia de Moraes Antunes Corrêa	Aceito
Outros	carteirinha_Milena.jpeg	10/11/2021 10:23:58	Ligia de Moraes Antunes Corrêa	Aceito
Outros	LigiaMAC_Carteirinha_unicamp.jpg	09/11/2021 17:57:37	Ligia de Moraes Antunes Corrêa	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CEP.pdf	09/11/2021 17:56:52	Ligia de Moraes Antunes Corrêa	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP.pdf	09/11/2021 17:56:43	Ligia de Moraes Antunes Corrêa	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINAS, 09 de Março de 2022

Assinado por:

Renata Maria dos Santos Celeghini
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, 1º andar do Prédio I da Faculdade de Ciências Médicas
Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
UF: SP Município: CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@unicamp.br

ANEXO II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TECP)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Avaliação do potencial do teste do degrau para prescrição de exercício físico aeróbico em pacientes com hipertensão arterial sistêmica em uso de betabloqueador

Pesquisadora(s) Responsável(is): Lígia de Moraes Antunes Corrêa e Milena Schiezzari Ru Barnabe Salmistraro

Número do CAAE: 53572221.1.0000.5404

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante da pesquisa e é elaborado em duas vias, assinadas e rubricadas pelo pesquisador e pelo participante/responsável legal, sendo que uma via deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

Praticar exercício regularmente proporciona uma série de benefícios nos sistemas cardiovascular, respiratório e musculoesquelético. E todos esses benefícios ajudam a prevenir complicações e outras doenças decorrentes da hipertensão arterial, reduzindo o índice de mortalidade por doenças cardíacas. Por isso, é essencial que haja uma prescrição individualizada para garantir sua segurança e aumentar os benefícios. O melhor teste para prescrever exercícios aeróbicos é o teste de esforço cardiopulmonar. Esse é um teste caro e disponível em poucos lugares. Por outro lado, o teste do degrau é um teste de baixo custo, fácil aplicação e muito eficaz. Dessa forma, o objetivo deste estudo é verificar se os resultados do teste do degrau se correlacionam com o teste de esforço cardiopulmonar, ou seja, se eles são parecidos, e se podemos usar o teste de degrau no lugar do teste de esforço cardiopulmonar para auxiliar na prescrição de exercício físico aeróbico para pessoas com hipertensão arterial, em uso regular ou não de betabloqueador.

Procedimentos:

Concordando em participar desse estudo, você será convidado a realizar *duas visitas* ao Hospital de Clínicas da Unicamp. A *primeira visita* será dividida em duas etapas. Na primeira etapa faremos: algumas perguntas sobre seu histórico clínico; medidas de peso e altura usando uma balança; medidas da circunferência da cintura e do quadril usando uma fita métrica; medida de pressão arterial usando um aparelho que aperta o seu braço; e a medida da frequência cardíaca de repouso com um frequencímetro, ou seja, uma fita no tórax. Em seguida, faremos algumas perguntas para preencher dois questionários, um referente às atividades físicas que você realiza e o outro referente a sua qualidade de vida. Para essa primeira etapa, esperamos gastar em média de 30 minutos de duração. Na segunda etapa você fará o teste do degrau ou o teste de esforço cardiopulmonar, de acordo com o resultado de um sorteio. Essa etapa deve durar aproximadamente mais 30 minutos. A *segunda visita* deverá acontecer de 5-15 dias depois da primeira e será dividida em duas etapas. A primeira etapa consistirá na reavaliação das medidas de peso, altura, circunferência da cintura e quadril, pressão arterial e frequência cardíaca. A segunda etapa consistirá na realização do teste do degrau ou teste cardiopulmonar, ou seja, aquele que

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____

o teste não fez na primeira visita. O teste do *degrau* consiste em subir e descer um único degrau de 20 cm de altura com uma superfície antiderrapante, o maior número de vezes durante 6 minutos. Já o teste de *esforço cardiopulmonar* será realizado em um cicloergômetro, pedindo para manter 60 a 70 rotações por minuto até sua exaustão. Durante ambos os testes você fará o exercício utilizando uma máscara que está acoplada a um aparelho que analisará a sua respiração. Serão colocados adesivos no seu peito para ver como seu coração se comporta e um aparelho para medir sua pressão arterial no braço, e seu cansaço será monitorado por uma escala, conhecida como escala de Borg. Você poderá diminuir a velocidade e até mesmo parar em qualquer momento do teste.

Desconfortos e riscos:

Os testes do *degrau* e de *esforço cardiopulmonar* aumentam a frequência cardíaca fazendo seu coração bater mais rápido. Com isso, você poderá sentir cansaço, fadiga muscular e aumento ou queda de pressão arterial. Todos esses possíveis sintomas deverão passar após o término ou interrupção do teste, recebendo todo o atendimento médico caso necessário. Se o cansaço e incômodo muscular permanecerem por mais de dois dias, você deverá entrar em contato com a nossa equipe de pesquisadores. Esses testes podem fazer o seu coração bater de forma descompassada ou causar alguma dor no peito, isso é muito raro de acontecer, mas caso aconteça, você será prontamente atendido pela nossa equipe de pesquisadores, recebendo atendimento médico, se for necessário. Os questionários para avaliar seu nível de atividade física e qualidade de vida podem trazer cansaço ou desconforto durante o preenchimento das questões. Caso isso ocorra, você poderá parar de responder o questionário, sem nenhum tipo de prejuízo ou penalização, podendo continuar a participar da pesquisa.

Você não deve participar deste estudo se apresentar alguma doença cardiovascular instalada, doença pulmonar e osteoarticulares limitantes ou qualquer contraindicação clínica para realizar esforço físico de maneira segura.

Benefícios:

Essa pesquisa não tem benefícios diretos. No entanto, você receberá o resultado das avaliações o que auxiliará no conhecimento do seu nível de capacidade física. Sua participação também poderá ajudar na produção do conhecimento na área da saúde e na validação de um teste de baixo custo para prescrição de exercício aeróbico para pacientes hipertensos, em uso ou não de betabloqueador.

Acompanhamento e assistência:

Você tem o direito à assistência integral e gratuita devido a danos diretos e indiretos, imediatos e tardios, pelo tempo que for necessário. Caso ocorra qualquer dano ou evento adverso associado ao nosso estudo, você deverá entrar em contato imediatamente com a nossa equipe de pesquisadores, que estará disponível para prestar assistência sem nenhum ônus.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e indenização:

Todas as avaliações serão realizadas no Hospital de Clínicas da UNICAMP. As despesas de transporte para o deslocamento de sua casa até o hospital e vice-versa serão

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____

ressarcidas integralmente pela nossa equipe. Além disso, você tem garantia de indenização diante de eventuais danos decorrentes dessa pesquisa.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável: Profa. Lígia de Moraes Antunes Corrêa. Endereço: Av. Érico Veríssimo, 701. Prédio 1 – sala 2. Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo - Campinas – SP, CEP: 13.083-851. Telefone: (19) 3521-6396. Celular: (19) 99304-2599. E-mail: ligiamac@unicamp.br; ou Milena Schieziari Ru Barnabe Salmistraro, aluna de mestrado da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Endereço: Av. Érico Veríssimo, 701 – Cidade Universitária "Zeferino Vaz" – Barão Geraldo – Campinas – SP. CEP: 13.083-851. Celular: (19) 99141-4024. E-mail: m147456@dac.unicamp.br.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:00hs às 11:30hs e das 13:00hs às 17:30hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: cep@unicamp.br

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do (a) participante da pesquisa. Data: ____/____/____.

(Assinatura do participante da pesquisa ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante da pesquisa. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante da pesquisa.

Data: ____/____/____.

(Assinatura do pesquisador)

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____

ANEXO III - ESCALA DE BORG ADAPTADA

0	Repouso
0,5	Muito muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	
7	Muito difícil
8	
9	Muito , muito difícil
10	Máximo /Extremamente difícil