

Luciana Maria Dias da Mata<sup>1</sup>  
Renata Cruzeiro Ribas<sup>2</sup>  
Maria Clara Noman de Alencar<sup>3</sup>  
Danielle Aparecida Gomes Pereira<sup>1,2</sup>  
Patrícia Fernandes Trevisan<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fisioterapia, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup>Onze METs Reabilitação, Prevenção Cardiovascular e Ensino, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

✉ **Patrícia Trevisan**

Av. Presidente Carlos Luz, 6627,  
Pampulha, Belo Horizonte, MG.  
CEP 31310-250

✉ patricia\_trevisan@yahoo.com.br

## RESUMO

**Introdução:** O exercício aeróbico (EA) é um pilar no tratamento de pessoas com diabetes mellitus tipo 2 (DM2). A intensidade adequada é necessária para o resultado assertivo e seguro. Devido ao acesso limitado ao teste ergométrico (TE) máximo para avaliação direta da frequência cardíaca máxima (FCmáx), fórmulas de predição da FCmáx podem ser alternativas para a prescrição. **Objetivo:** Comparar a FCmáx no TE e nas fórmulas de predição bem como a intensidade do EA prescrita por ambos. **Material e Métodos:** Foram incluídos indivíduos com DM2, idade > 18 anos, de ambos os sexos. A FCmáx foi obtida por meio de TE máximo em esteira e por meio das fórmulas (220- idade) e Tanaka (208-0,7 x idade). A prescrição da intensidade moderada do EA foi realizada a partir da %FCmáx e %FC reserva. Foi realizada a análise de variância (Anova) com post hoc de Tukey e o coeficiente de correlação de Pearson. **Resultados:** Foram incluídos 17 participantes, 52±10 anos, 52,9% do sexo feminino. A FCmáx prevista pelas fórmulas foi maior do que a obtida pelo TE (220- idade= 168±10; Tanaka= 171±7; TE= 153±19 bpm; p< 0,05). Não houve diferença entre as fórmulas. Houve correlação moderada entre a FCmáx TE e as fórmulas (220-idade r= 0,38; Tanaka r= 0,39). A prescrição do EA realizada pela FCmáx obtida no TE apresenta valores inferiores aos apresentados por ambas as fórmulas. **Conclusão:** A FCmáx predita pelas fórmulas é maior que a FCmáx do TE. A prescrição da intensidade do EA de moderada intensidade com uso de fórmulas superestima os valores de FC em comparação ao TE.

**Palavras-chave:** Diabetes Mellitus; Exercício Físico; Frequência Cardíaca; Teste Ergométrico.

## ABSTRACT

**Introduction:** Aerobic exercise (AE) is a pillar in the treatment of people with type 2 diabetes mellitus (T2DM). Adequate intensity is necessary for assertive and safe results. Due to limited access to maximum exercise testing (ET) for direct assessment of maximum heart rate (HRmax), HRmax prediction formulas may be an alternative for prescription. **Objective:** To compare HRmax in ET and prediction formulas as well as the AE intensity prescribed by both. **Material and Methods:** Individuals with DM2, aged > 18 years, of both sexes, were included. HRmax was obtained through maximum ET on a treadmill and using the formulas (220-age) and Tanaka (208-0.7 x age). The prescription of moderate AE intensity was based on %HRmax and %HR reserve. Analysis of variance (Anova) was performed with Tukey's post hoc and Pearson's correlation coefficient. **Results:** 17 participants were included, 52±10 years old, 52.9% female. The HRmax predicted by the formulas was higher than that obtained by ET (220- age=168±10; Tanaka= 171±7; TE=153±19 bpm; p<0.05). There was no difference between the formulas. There was a moderate correlation between HRmax ET and the formulas (220-age r=0.38; Tanaka r=0.39). The AE prescription performed by the HRmax obtained in the ET presents lower values than those presented by both formulas. **Conclusion:** The HRmax predicted by the formulas is greater than the HRmax of the ET. Prescribing moderate-intensity EA intensity using formulas overestimates HR values compared to ET.

**Keywords:** Diabetes Mellitus; Exercise; Heart Rate; Exercise Test.

Submetido: 15/10/2024

Aceito: 07/01/2025



## INTRODUÇÃO

O diabetes *mellitus* (DM) é uma síndrome multifatorial que desencadeia hiperglicemia, sendo o DM tipo 2 (DM2), especificamente, devido à resistência à ação da insulina e o tipo mais comum de DM, representando 90% dos casos.<sup>1-3</sup> Diversas complicações decorrentes do DM2 são descritas na literatura, dentre elas, a redução da aptidão cardiorrespiratória. Esta pode ocorrer por alterações metabólicas, disfunções cardíacas e musculoesqueléticas, dentre outras. A inflamação sistêmica, proveniente da desregulação metabólica, contribui para limitação à prática do exercício.<sup>4</sup> Durante o exercício físico, não há aumento de volume sanguíneo na periferia para extração celular/muscular de oxigênio prejudicando o consumo de oxigênio máximo ( $VO_{2max}$ ).<sup>5</sup> Esta é uma informação clinicamente relevante, pois além da redução da aptidão cardiorrespiratória, objetivamente indicada pela redução do  $VO_{2max}$ , impactar na qualidade de vida dos indivíduos com DM2, este cenário causa aumento das taxas de mortalidade, elevando em quatro vezes a chance de mortalidade cardiovascular.<sup>5</sup> Nesse sentido, medidas que possam amenizar tais alterações ganham relevância no tratamento do DM2. O exercício físico, com elevados níveis de indicação e evidência, é um dos pilares do tratamento dessa população que deve ser encorajado à prática regular desta, bem como à redução do tempo sedentário, com o objetivo de maximizar os efeitos da redução da glicemia.<sup>6</sup>

Dentre as modalidades de exercício físico, tanto o aeróbico quanto o resistido são recomendados.<sup>3</sup> Com maiores impactos no  $VO_2$ , o exercício aeróbico (EA) melhora a sensibilidade à insulina e, com isso, contribui com o controle dos níveis glicêmicos.<sup>6</sup> A prescrição individualizada do EA é fundamental para obtenção dos resultados e segurança da prática. Dentre os componentes de prescrição, está a intensidade do exercício físico, que é a descrição do quanto de esforço físico é necessário para a pessoa realizar a atividade.<sup>7</sup> A intensidade do EA pode ser mensurada, fisiologicamente, de diversas formas: pelo teste cardiopulmonar de exercício por meio da porcentagem do consumo de oxigênio ( $\%VO_2$  pico), pelo TE com uso de uma porcentagem da frequência cardíaca de reserva ( $\%FCR$ ) ou da frequência cardíaca máxima ( $\%FCmáx$ ), entre outras.<sup>8,9</sup> A intensidade pode, ainda, ser classificada como baixa, moderada e alta. A intensidade moderada, mais indicada para indivíduos com DM2,<sup>3,8</sup> é obtida em níveis de esforço que representem 70 a 85%  $FCmáx$  obtida em TE ou 50 a 80% da  $FCR$ .<sup>10</sup>

Embora a realização do TE seja altamente recomendada devido à especificidade das medidas fisiológicas de forma direta, principalmente em indivíduos com fatores de risco para doenças cardiovasculares como DM2<sup>8</sup>, o exame exige equipe técnica treinada e não está amplamente disponível. Dessa forma, alternativas à realização do TE podem ser relevantes para a prescrição

da intensidade do exercício físico. Frente às diferentes formas de prescrição da intensidade, as medidas estimadas, por meio do uso de fórmulas de predição da  $FCmáx$  são comumente utilizadas.<sup>9</sup> Apesar de não haver um consenso quanto a melhor fórmula, as mais utilizadas são 220-idade e a de Tanaka ( $208-0,7 \times \text{idade}$ ).<sup>11</sup>

A fórmula 220-idade foi descrita em uma população contendo homens com média de idade de 55 anos, enquanto a fórmula de Tanaka teve como população do estudo um grupo amplo de ambos os sexos saudáveis, sem histórico de doença arterial coronariana.<sup>8</sup> Essa última já foi descrita na literatura como tendo mais acurácia para predição de  $FCmáx$  em indivíduos ativos fisicamente e adultos mais velhos.<sup>12</sup> Ambas apresentam facilidade de aplicação, sendo assim amplamente utilizadas para prescrição de EA; entretanto, podem sub ou superestimar a  $FCmáx$  de cada indivíduo.<sup>8</sup> Camarda et al<sup>13</sup> descrevem a fórmula de Tanaka como tendo uma boa correlação com a  $FCmáx$  medida no TE na população sedentária de ambos os sexos. Em um outro estudo, Franckowiak et al,<sup>14</sup> descreveram a fórmula de Tanaka como mais adequada na prescrição de EA em indivíduos com obesidade, visto que 220-idade tende a superestimar a  $FCmáx$  nesta população. Especificamente em indivíduos com DM2, esses resultados não descritos na literatura.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a resposta de  $FCmáx$  obtida pelo TE e pelas fórmulas de predição (Tanaka e 220-idade) em indivíduos com DM2, avaliar a associação entre a  $FCmáx$  obtida no TE com a FC predita pelas fórmulas 220-idade e Tanaka, além de comparar a FC do treinamento aeróbico (zona alvo) de moderada intensidade calculada a partir do TE e fórmulas 220-idade e Tanaka.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Delineamento do estudo

Estudo transversal exploratório aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE:64604022.9.1001.5149).

O recrutamento de voluntários ocorreu a partir do banco de dados de interessados em participar em um ensaio clínico randomizado com intervenção baseada em treinamento físico para indivíduos com DM2.

### Crterios de inclusão

Foram incluídos participantes com diagnóstico de DM2, idade  $\geq 18$  anos, de ambos os sexos.

Não foram incluídos indivíduos em uso de medicações com ação betabloqueadora, com diagnóstico autorrelatado de infarto agudo do miocárdio ou cirurgia cardíaca nos últimos seis meses, insuficiência cardíaca, doença arterial periférica, limitações ventilatórias, neurocognitivas e/ou musculoesqueléticas que

interferissem na realização do TE.

### Critério de exclusão

Foram excluídos indivíduos que apresentaram glicemia capilar < 80 mg/dL ou > 300 mg/dL no momento do TE, aqueles que apresentassem alguma necessidade clínica ou sintomática de interrupção do TE e aqueles que não atingiram critérios de esforço máximo no TE.<sup>11</sup>

### Medidas de avaliações

As coletas de dados foram realizadas em uma visita única. Foi coletada a história clínica do indivíduo por meio da anamnese desenvolvida pelos pesquisadores para o estudo e, também, realizado o TE máximo. A equipe de pesquisa era composta por uma médica cardiologista e duas pesquisadoras treinadas.

### Teste ergométrico

Foi realizado um TE máximo em esteira ergométrica seguindo protocolo incremental em rampa.<sup>11</sup> Todos os participantes foram orientados previamente ao teste a terem uma noite tranquila de sono, alimentação leve e a manterem as medicações nos horários de rotina. O protocolo de exercício foi composto por 2 minutos de aquecimento em velocidade média de 2,4 km/h, seguido por incremento de carga de acordo com protocolo individualizado determinado pela médica cardiologista responsável pela realização do teste, a partir de anamnese prévia, com objetivo de duração do teste entre 8 a 12 minutos. A fase de desaquecimento ativo foi de 2 minutos, seguido por mais 3 minutos de recuperação passiva. Foram coletadas as medidas da FC por meio do eletrocardiograma e da pressão arterial (PA) pelo método auscultatório antes, durante e após o TE. O critério considerado para teste máximo utilizado foi o da Diretriz Brasileira de Ergometria, definido como alcance  $\geq 85\%$  da FCmáx predita.<sup>11</sup> Para análise, foi utilizada a FC pico do TE.

### Fórmula 220-idade

A fórmula (220 - idade) foi aplicada para predição da FCmáx, considerando a idade, de forma individual e, após, considerado o valor médio para análise.<sup>15</sup>

### Fórmula de Tanaka

A fórmula de Tanaka (208-0,7 x idade), foi aplicada para predição da FCmáx, considerando a idade, de forma individual e, após, considerado o valor médio para análise.<sup>16</sup>

### Prescrição da intensidade do exercício

### aeróbico

A prescrição de intensidade de EA foi realizada com uso (1) da FCmáx obtida no TE, (2) FCmáx predita pela fórmula 220-idade e (3) pela FCmáx predita pela fórmula de Tanaka.

Para os três métodos descritos acima, foram realizadas as prescrições considerando %FCmáx, considerando o percentual para moderada intensidade de 70 a 85% e,<sup>10</sup> também por meio da FCR, como a seguir: [FCR X percentual da intensidade + FC repouso], considerando o percentual para moderada intensidade, entre 50 a 80%.<sup>10</sup>

### Análise estatística

O cálculo amostral inicial, considerando as variáveis de desfecho do estudo principal, definiu o número de 18 voluntários.

A normalidade dos dados foi analisada por meio do teste Shapiro-Wilk. Para comparação da FC entre os 3 métodos de avaliação (TE, 220-idade e Tanaka) foi realizada a análise de variância (Anova) com post hoc de Tukey, quando necessário. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para avaliar a correlação entre a FC obtida pelo TE com as preditas pelas fórmulas (220-idade e Tanaka), sendo considerada correlação baixa ( $r = .10$ ), média ( $r = .30$ ) ou alta ( $r = .50$ ).<sup>17</sup> As diferenças entre as medidas hemodinâmicas de repouso e no pico do exercício (FC e PA) foram comparadas com teste t pareado. As variáveis com distribuição normal são expressas em média e desvio padrão e variáveis categóricas em frequência absoluta e relativa. Foi utilizado o *software* SPSS e considerado como significantes as diferenças com p valor < 0,05.

## RESULTADOS

A partir do recrutamento, 311 participantes foram selecionados como elegíveis, dos quais 143 foram contactados via ligação telefônica. Destes, devido critérios de exclusão apresentados na Figura 1, 23 indivíduos realizaram o TE, sendo considerados para análise final 17 indivíduos.

As características clínicas, sociodemográficas e hemodinâmicas dos participantes estão descritas na Tabela 1. Dentre o total de 17 voluntários incluídos, a média de idade foi de 52±10 anos, sendo a maioria do sexo feminino, com índice de massa corporal de 30±5 kg/m<sup>2</sup> indicando obesidade como comorbidade. A circunferência abdominal foi de 100±12 cm, sendo que nas mulheres este valor foi de 98±10 cm e nos homens 104±14 cm. A dislipidemia esteve presente em 80% dos indivíduos e não havia tabagistas dentre os voluntários. A glicemia capilar no dia do TE foi 194±99 mg/dL, a média de tempo de diagnóstico da DM2 foi de 10±5 anos e 2 indivíduos (12%) eram insulino-requerentes.

As respostas hemodinâmicas frente ao TE são representadas por aumento da FC (repouso=  $86 \pm 14$  e FC<sub>máx</sub> TE=  $153 \pm 19$  bpm,  $p < 0,05$ ), PAS (repouso=  $114 \pm 8$  e pico=  $171 \pm 22$  mmHg,  $p < 0,05$ ) e PAD (repouso=  $74 \pm 8$  e pico=  $85 \pm 10$  mmHg,  $p < 0,05$ ).

Em relação às fórmulas de predição da FC, observa-se que tanto a 220-idade quanto a Tanaka apresentam valores preditivos de FC<sub>máx</sub> superiores em relação à FC<sub>máx</sub> obtida no TE. Não foram observadas diferenças na comparação entre as fórmulas 220-idade e Tanaka.

A Figura 1 demonstra correlação moderada entre a FC<sub>máx</sub> obtida no TE máximo com a FC predita pelas fórmulas 220-idade (painel A) e Tanaka (painel B), com  $r=0,38$  e  $r=0,39$ , respectivamente.

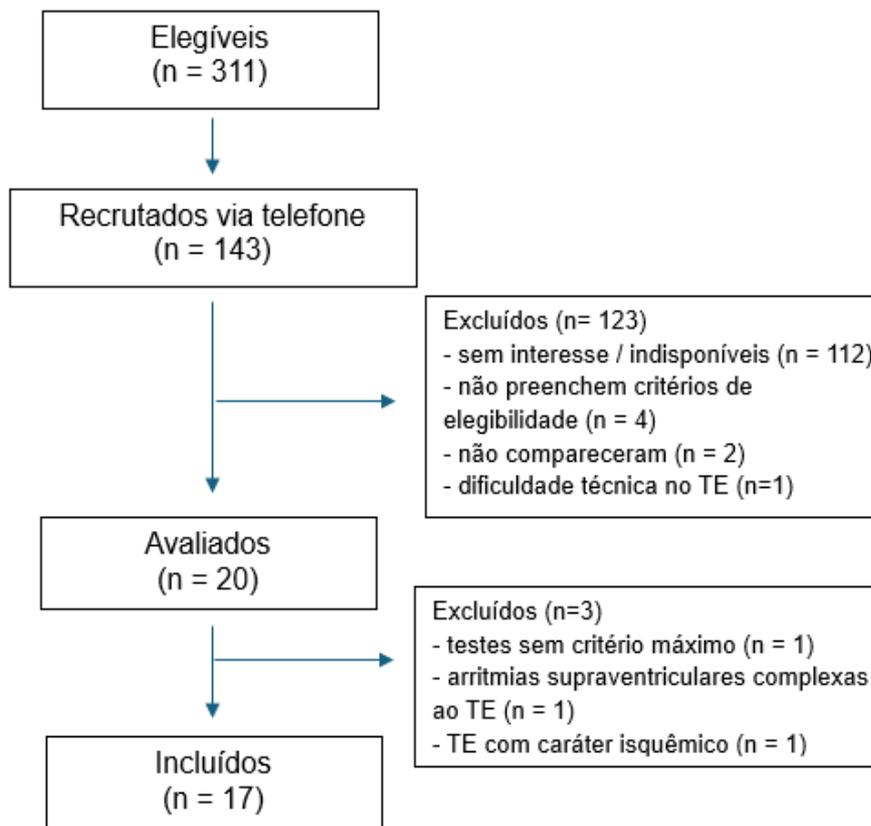
A Figura 2 demonstra a zona alvo de valores da FC para o exercício físico aeróbico calculadas pelas duas formas preconizadas pela literatura para moderada intensidade (70 a 85% FC<sub>máx</sub> do TE e 50 a 80% FC de reserva - FCR) considerando a FC<sub>máx</sub> obtida pelos 3 métodos do presente estudo: FC<sub>máx</sub> do TE, fórmula 220-idade e fórmula de Tanaka. Observa-se, primeiramente, que, independente do método de obtenção da FC<sub>máx</sub> (TE ou fórmulas), o cálculo da zona alvo a partir da %FC<sub>máx</sub> do TE (painel A) apresenta valores inferiores de zona alvo em comparação à %FCR

(painel B). Além disso, constata-se que, em ambos os painéis (A e B), a prescrição realizada pela FC<sub>máx</sub> obtida no TE apresenta valores inferiores aos apresentados pelas fórmulas.

## DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo são as diferenças da prescrição da intensidade do EA para a população com DM2 frente aos diferentes métodos analisados (FC<sub>máx</sub> obtida pelo TE vs fórmulas de predição). Dentre as duas formas de prescrição, a porcentagem da FC<sub>máx</sub> atingida no TE, apresenta valores mais baixos de FC nas zonas alvo de treinamento quando comparada à porcentagem da FCR. Ademais, comparando as FC<sub>máx</sub> obtida no TE com as preditas pelas fórmulas, essas últimas apresentaram valores superiores, ou seja, superestimaram o valor de FC<sub>máx</sub> real dos pacientes.

O perfil de indivíduos com DM2, com frequência, é caracterizado pela associação de comorbidades, devido a convergência de aspectos fisiopatológicos comuns, o que, em conjunto, potencializam o risco de eventos cardiovasculares. Descrita pela Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD)<sup>3</sup>, a obesidade é frequentemente relacionada com DM2, sendo que quando

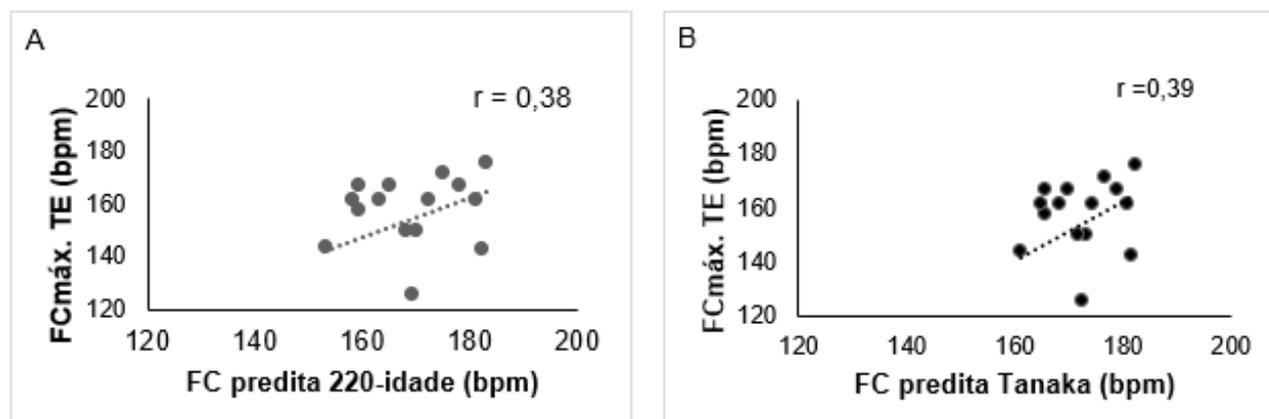


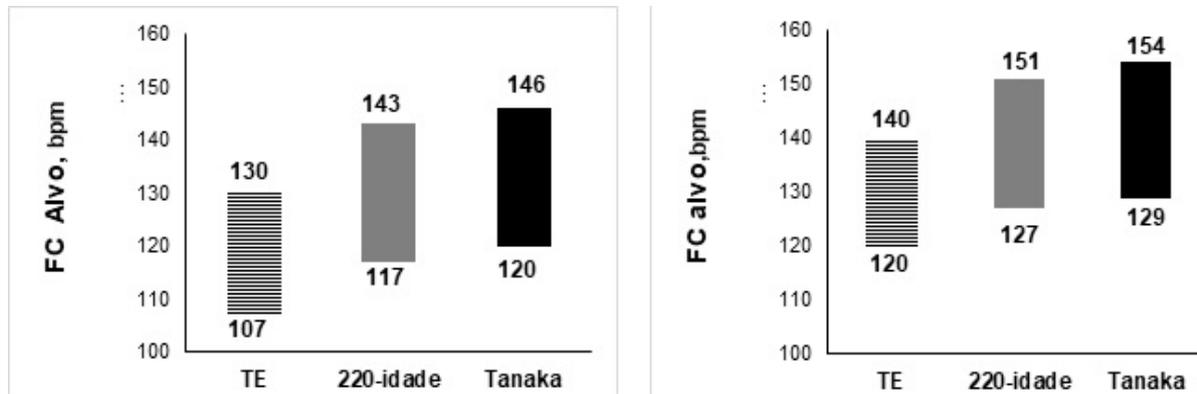
**Figura 1:** Fluxograma do estudo.

**Tabela 1:** Características clínicas, sociodemográficas e hemodinâmicas dos participantes do estudo.

Variáveis	n=17
Sexo Feminino, n (%)	9 (52,9)
Idade, anos	52±10
IMC, kg/m <sup>2</sup>	30±5
Circunferência abdominal, cm	100±12
Glicemia capilar, mg/dL	194±99
Hemoglobina glicada, %	8±2
Insulinoterapia, n (%)	2 (12)
Tempo de diagnóstico DM, anos	10±5
Comorbidades	
Hipertensão, n (%)	8 (53)
Dislipidemia, n (%)	12 (82)
Hemodinâmica	
FC repouso, bpm	86±14
PAS repouso, mmHg	114±8
PAD repouso, mmHg	74±8
PAS pico TE, mmHg	171±22 ¥
PAD pico TE, mmHg	85±10 ¥
DP pico TE, mmHg.bpm	26.163
FCmáx TE, bpm	153±19 ¥
FCmáx predita 220-idade, bpm	168±10 *
FCmáx predita Tanaka, bpm	171±7 *

IMC= índice de massa corpórea; FC= frequência cardíaca; PAS= pressão arterial sistólica, PAD= pressão arterial diastólica, TE= teste ergométrico, DP= duplo produto. \*P< 0,05 vs FCmáx TE; ¥ P< 0,05 vs repouso.

**Figura 2:** Gráficos de correlação entre a FCmáx obtida no TE máximo com as fórmulas (A) 220 – idade e (B) Tanaka.



**Figura 3:** Prescrição da FC de treinamento (zona alvo) aeróbico de moderada intensidade, considerando (A) %FCmáx do TE e (B) a FC reserva para os três métodos de obtenção da FC (TE, 220- idade e Tanaka).

associada ao aumento da circunferência abdominal há aumento do risco de doença cardiovascular. Segundo a SBD,<sup>3</sup> o valor de referência para mulheres é de 80 cm e para homens 94 cm. Dentre os voluntários deste estudo, a circunferência abdominal média das mulheres foi de  $98 \pm 10$  cm e nos homens  $104 \pm 14$  cm, evidenciando risco aumentado para ambos os sexos.<sup>3,20</sup> Ademais, assim como encontrado no presente estudo, a literatura já descreve como comum a associação da DM2 com hipertensão arterial e dislipidemia aumentando, assim, o risco de doença cardiovascular aterosclerótica,<sup>2,18</sup> necessitando controle específico para manutenção de valores dentro na normalidade.

O controle da glicemia capilar é ponto chave no tratamento da DM2. O valor recomendado para a prática de exercício físico em indivíduos com DM2 está na faixa de 100 a 250mg/dL. Para realização do TE, a glicemia capilar apresentada pelos indivíduos foi  $194 \pm 99$  mg/dL, valor dentro da normalidade para esta população. Manter a monitorização da glicemia se faz necessário entre os indivíduos que se exercitam e tem DM2, visto que a hipoglicemia, quando o nível de glicose sanguínea está abaixo de 70 mg/dL, pode causar sintomas agudos como tremores, fraqueza, confusão mental e a hiperglicemia, com ou sem cetose, podem gerar fadiga e fraqueza.<sup>8</sup> As complicações crônicas do descontrole glicêmico também devem ser uma preocupação, visto que trazem prejuízos sistêmicos.<sup>1</sup> Uribe-Heredia et al<sup>19</sup> conduziram um estudo em indivíduos com DM2 e doença cardíaca, demonstrando como preditor independente de redução de  $VO_2$  o diagnóstico de DM2. Ademais, eles observaram diminuição da capacidade aeróbica em homens com mal controle glicêmico. Frente aos benefícios do exercício físico para o controle glicêmico, esse deve estar sempre presente na rotina de pessoas com DM2.<sup>8</sup>

O controle glicêmico, assim como o controle dos fatores de risco comumente associados à DM2, como obesidade, hipertensão e dislipidemia, são fundamentais, pois, podem reduzir a chance de ocorrência de eventos

cardiovasculares.<sup>20</sup> Dentre os 20 indivíduos avaliados, dois deles foram excluídos devido a presença de arritmia supraventricular complexa ou presença de isquemia no TE. Esses achados reforçam a importância da avaliação pré-participação em um programa de exercício físico para segurança dos pacientes e profissionais. Segundo recomendações da SBD,<sup>3</sup> a avaliação do indivíduo com DM2 antes do início da prática do exercício físico é essencial para segurança e prevenção de eventos adversos. Ademais, o ACSM<sup>8</sup> recomenda para indivíduos com mais de 10 anos de DM2 a realização de TE antes do início da prática de exercício físico.

O TE é, então, indicado para estratificação de risco, e também para avaliação das respostas eletrocardiográficas e hemodinâmicas frente ao esforço máximo.<sup>11</sup> Em relação às respostas hemodinâmicas, os voluntários apresentaram respostas fisiológicas de FC, PAS e PAD durante o TE, ou seja, resposta cronotrópica com aumento linear ao incremento do esforço, aumento proporcional da PAS a carga, sendo esperado PAS pico no esforço para homens  $< 210$  mmHg e para mulheres  $< 190$  mmHg. Em relação à PAD, é considerada fisiológica a inalteração ou oscilação de até  $\pm 10$  mmHg,<sup>10</sup> como apresentado pelos participantes do presente estudo.

O TE é o padrão ouro para avaliação da FCmáx.<sup>11</sup> O uso das fórmulas de predição desta variável parece, ao menos no presente estudo, supraestimar os valores de FCmáx, apesar de apresentar correlação moderada com o TE. Em indivíduos saudáveis, Camarda et al<sup>13</sup> também compararam a FCmáx obtida no TE com as fórmulas 220-idade e Tanaka na população sedentária de ambos os sexos. Os resultados apontam para boa correlação entre as fórmulas e a FC máxima medida no TE.

O impacto clínico deste achado para a prescrição do exercício é a efetividade do treinamento proposto para o indivíduo e até mesmo a segurança da população durante a prática, de acordo com o método de escolha até acesso para avaliação da FCmáx Conforme observado no presente estudo, a prescrição do exercício baseado

em fórmulas, as quais superestimam o valor de FC<sub>máx</sub>, pode acarretar exercício físico de alta intensidade devido aos valores de FC mais elevados. Embora o treinamento físico de alta intensidade possa ser uma opção para indivíduos com DM2,<sup>3</sup> este, habitualmente, é realizado de forma intervalada, com tempo de treino mais curto e frequência semanal menor, diferentemente do exercício físico de moderada intensidade, o qual é ofertado de forma contínua, com tempo de duração mais longo e frequência semanal maior. Assim, o controle adequado dos critérios de prescrição do exercício físico, como intensidade, tempo, tipo e frequência são fundamentais para a efetividade e segurança desta conduta tão recomendada para a população com DM2.

Sattar et al<sup>21</sup> investigaram em uma coorte com população com DM2, de 2001 até 2019, os eventos adversos relacionados à prática de exercício físico. Os resultados encontrados apontam 1 evento para cada 10.000 pessoas por ano, sendo estes, infarto agudo do miocárdio, doença arterial coronariana, doença cerebrovascular e insuficiência cardíaca. Dessa forma, embora a taxa de eventos não seja elevada, trata-se de população com um fator de risco importante para doenças cardiovasculares, o que justifica e reforça a importância de uma prescrição segura exercício físico para essa população.

O presente estudo apresenta algumas limitações. Dentre elas, o número de participantes (n) limitado. Embora o n limitado de 17 voluntários, os resultados demonstram de forma consistente a resposta de correlação moderada entre a FC no TE e as preditas por fórmulas além das diferenças entre as zonas de FC de treinamento pelas diversas prescrições analisadas, demonstrando terem alcançado poder estatístico para detecção de diferenças e correlações relevantes. Outra limitação é não ter como inferir que as respostas apresentadas são especificamente referentes à indivíduos DM2 e não estão associadas às outras comorbidades associadas (HAS, dislipidemia e obesidade). Entretanto, considerando a validade externa do estudo, ressalta-se que a população com DM2 frequentemente apresenta associação com vários fatores de risco cardiovascular.

## CONCLUSÃO

A FC<sub>máx</sub> predita tanto pela fórmula 220-idade como a de Tanaka apresenta correlação moderada com a obtida no TE em indivíduos com DM2. A prescrição da intensidade moderada do exercício físico aeróbico realizada com uso de ambas as fórmulas superestima os valores de FC alvo em relação ao TE, independente do método de prescrição (%FC<sub>máx</sub> ou FCR).

## FINANCIAMENTO

Esta pesquisa teve como suporte financeiro a Pró-reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de

Minas Gerais (PRPQ-UFMG) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas 2021 [Internet]. 2021 [citado em 2023 junho, 06]. Disponível em: <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/>.
2. ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR, Raveendhara RB, Florence MB, Dennis B, et al. Classification and diagnosis of diabetes: standards of care in diabetes -2023. *Diabetes Care*. 2023; 1;46(Suppl 1):S19-S40. DOI: 10.2337/dc23-S002.
3. Rodacki M, Teles M, Gabbay M, Lamounier R. Classificação do diabetes. *Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes*. 2022. DOI: 10.29327/557753.2022-1.
4. Bilak JM, Gulsin GS, McCann GP. Cardiovascular and systemic determinants of exercise capacity in people with type 2 diabetes mellitus. *Ther Adv Endocrinol Metab*. 2021; 12:1-16. DOI: 10.1177/2042018820980235.
5. Kurl S, Hakkarainen P, Voutilainen A, Lönnroos E. Combined effects of maximal oxygen uptake and glucose status on mortality: the prospective KIH cohort study. *Scand J Med Sci Sports*. 2022; 32:913-23. DOI: 10.1111/sms.14135.
6. Kanaley JA, Colberg SR, Corcoran MH, Malin SK, Rodriguez NR, Crespo CJ et al. Exercise/physical activity in individuals with type 2 diabetes: a consensus statement from the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*. 2022; 1;54(2):353-68. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002800.
7. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The physical activity guidelines for Americans. *JAMA - Journal of the American Medical Association*. 2018; 320(19):2020-28. DOI: 10.1001/jama.2018.14854.
8. Thompson WR, Gordon NF, Pescatello LS. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 8th edition. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2010.
9. Almaadawy O, Uretsky BF, Krittanawong C, Birnbaum Y. Target heart rate formulas for exercise stress testing: what is the evidence? *J Clin Med*. 2024; 13(18):5562. DOI: 10.3390/jcm13185562.
10. Carvalho T, Milani M, Ferraz AS, Silveira AD, Herdy AH, Hossri CAC, et al. Brazilian cardiovascular rehabilitation guideline - 2020. *Arq Bras Cardiol*. 2020; 114:943-87. DOI: 10.36660/ABC.20200407.
11. Carvalho T, Freitas OGA, Chalela WA, Hossri CAC, Milani M, Buglia S, Precoma DB, et al. Diretriz brasileira de ergometria

- em população adulta - 2024. *Arq Bras Cardiol.* 2024; 121(3):e20240110. DOI: 10.36660/abc.20240110.
12. Park JH, Jung HC, Jung YS, Song JK, Lee JM. Revisiting maximal heart rate prediction using cross-validation in population aged 7–55 years. *Int J Environ Res Public Health.* 2022; 19(14):8509. DOI: 10.3390/ijerph19148509.
13. Camarda SRA, Tebexreni AS, Páfaro CN, Sasai FB, Tambeiro VL, Juliano Y, et al. Comparação da frequência cardíaca máxima medida com as fórmulas de predição propostas por Karvonen e Tanaka. *Arq Bras Cardiol.* 2008; 91:311-4. DOI: 10.1590/S0066-782X2008001700005.
14. Franckowiak SC, Dobrosielski DA, Reilley SM, Walston JD, Andersen RE. Maximal heart rate prediction in adults that are overweight or obese. *J Strength Cond Res.* 2011; 25(5):1407–12. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181d682d2.
15. Fox SM, Haskell WL. Physical activity and the prevention of coronary heart disease [Internet]. New York Heart Association. 1968 [citado em 2024 maio, 21]; 44:950-67. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1750298/>.
16. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol.* 2001; 37(1):153-6. DOI: 10.1016/S0735-1097(00)01054-8.
17. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates; 1988. DOI: 10.4324/9780203771587.
18. ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR, Bannuru RR, Brown FM, Bruemmer D, et al. Cardiovascular disease and risk management: standards of care in diabetes - 2023. In: *Diabetes Care.* American Diabetes Association Inc. 2023; 1;46(Suppl 1):S158-S190. DOI: 10.2337/dc23-S010.
19. Uribe-Heredia G, Arroyo-Espliguero R, Viana-Llamas MC, Piccone-Saponara LG, Álvaro-Fernández H, García-Magallón B, et al. Type 2 diabetes mellitus, glycated hemoglobin levels, and cardiopulmonary exercise capacity in patients with ischemic heart disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2020; 40:167-73. DOI: 10.1097/HCR.0000000000000451.
20. Lloyd-Jones DM, Allen NB, Anderson CAM, Black T, Brewer LC, Foraker RE et al. Life's essential 8: updating and enhancing the American Heart Association's construct of cardiovascular health: a presidential advisory from the American Heart Association. *Circulation.* 2022; 146:E18–E43. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001078.
21. Sattar N, McMurray J, Borén J, Rawshani A, Omerovic E, Berg N, et al. Twenty years of cardiovascular complications and risk factors in patients with type 2 diabetes: a nationwide swedish cohort study. *Circulation.* 2023; 20;147(25):1872-86. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.122.063374.