



# AVALIAÇÃO DA CINÉTICA ON DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM PACIENTES ASMÁTICOS E EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS DURANTE O ENDURANCE SHUTTLE WALK TEST

## EVALUATION OF HEART RATE ON KINETICS IN ASTHMATIC PATIENTS AND IN HEALTHY INDIVIDUALS DURING THE ENDURANCE SHUTTLE WALK TEST

 **Matheus Guedes Fernandes Silva<sup>1</sup>**

 **Grasiani Breggue<sup>2</sup>**

 **Michel Reis<sup>3</sup>**

 **Henrique de Oliveira Galli<sup>4</sup>**

 **Angela Mendonça<sup>5</sup>**

 **Ivan Peres Costa<sup>6</sup>**

 **Luciana Maria Malosá Sampaio<sup>7</sup>**

(CAAE 55844416.6.0000.5511).

### Autor correspondente:

Luciana Maria Malosá-Sampaio, PhD  
 Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Ciências da Reabilitação - Universidade Nove de Julho.  
 Rua Vergueiro, 239 - Vergueiro – São Paulo, Brasil  
 Telefone: +55-11-33859241.

<sup>1</sup>Fisioterapeuta, mestre; Universidade Nove de Julho.  
 Rua Vergueiro, 239/245 – São Paulo – SP.  
[matheusgfs@bol.com.br](mailto:matheusgfs@bol.com.br)

<sup>2</sup>Fisioterapeuta, doutora, Universidade Nove de Julho.  
 Rua Vergueiro, 239/245 – São Paulo – SP.  
[gbreggue@gmail.com](mailto:gbreggue@gmail.com)

<sup>3</sup>Fisioterapeuta, doutor, Universidade Federal do Rio de Janeiro.  
 Rio de Janeiro – RJ  
[msreis@hucff.ufrj.br](mailto:msreis@hucff.ufrj.br)

<sup>4</sup>Fisioterapeuta, Universidade Nove de Julho.  
 Rua Vergueiro, 239/245 – São Paulo – SP.  
[henriquegalli15@gmail.com](mailto:henriquegalli15@gmail.com)

<sup>5</sup>Fisioterapeuta, Universidade Nove de Julho.  
 Rua Vergueiro, 239/245 – São Paulo – SP.  
[angel\\_mendonca@outlook.com](mailto:angel_mendonca@outlook.com)

<sup>6</sup>Fisioterapeuta, doutor, Universidade Nove de Julho.  
 Rua Vergueiro, 239/245 – São Paulo – SP.  
[yvanperes@gmail.com](mailto:yvanperes@gmail.com)

<sup>7</sup>Fisioterapeuta, doutora, Universidade Nove de Julho.  
 Rua Vergueiro, 239/245 – São Paulo – SP.  
[lucianamalosa@gmail.com](mailto:lucianamalosa@gmail.com)

### Cite como

Vancouver

Silva, MGF, Breggue, G, Reis, M, Galli, HO, Mendonça, A, Costa, IP, Sampaio, LMM. Avaliação da cinética on da frequência cardíaca em pacientes asmáticos e em indivíduos saudáveis durante o Endurance Shuttle Walk Test. *Conscientiae Saúde* 2023;22(1):1-13, e23984.  
<https://doi.org/10.5585/22.2023.23984>

### Resumo

**Introdução:** O comportamento cinético da frequência cardíaca (FC) na transição do repouso para o exercício nos informa sobre a integridade do sistema nervoso autônomo. Recuperações mais lentas associam-se ao risco de mortalidade por eventos cardiovasculares, tornando-se imprescindível sua avaliação.

**Objetivo:** Avaliar e comparar a resposta da cinética on da FC em pacientes asmáticos e indivíduos saudáveis durante o *Endurance Shuttle Walk Test* (ESWT).

**Métodos:** Trata-se de um estudo prospectivo, transversal e controlado, com 14 adultos asmáticos e 8 controles saudáveis. Os indivíduos realizaram as seguintes avaliações: Teste de função pulmonar, Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e Incremental Shuttle Walk Test e ESWT.

**Resultados:** O grupo asmático apresentou um atraso da cinética on da FC na transição do repouso para o teste, e uma correlação negativa moderada ( $r=-0,60$ ;  $p<0,05$ ) entre a distância percorrida (m) e o tempo de resposta (TRM) cinética on da FC.

**Conclusão:** Os pacientes asmáticos apresentaram um atraso da cinética "on", quando comparados ao grupo de indivíduos saudáveis, demonstrando ser um importante marcador na avaliação da performance física.

**Descritores:** Asma. Frequência cardíaca Cinética. exercício físico. *Endurance Shuttle Walk Test*.

### Abstract

**Introduction:** The kinetic behavior of heart rate (HR) in the transition from rest to exercise, as this assessment informs us about the integrity of the autonomic nervous system. Slower recoveries are associated with the risk of mortality from cardiovascular events, making their evaluation, essential.

**Objective:** To evaluate and compare the HR on kinetics response in asthmatic patients and healthy individuals during the *Endurance Shuttle Walk Test* (ESWT).

**Methods:** This is a prospective, cross-sectional, controlled study with 14 asthmatic adults and 8 healthy controls. Subjects performed the following assessments: Pulmonary Function Test, Heart Rate Variability (HRV) and Incremental Shuttle Walk Test and ESWT.

**Results:** The asthmatic group showed a delay in the HR on kinetics in the transition from rest to the test, and a moderate negative correlation ( $r=-0.60$ ;  $p<0.05$ ) between the distance covered (m) and the response time (TRM) kinetics on from FC.

**Conclusion:** Asthmatic patients showed a delay in "on" kinetics, in comparison to the group of healthy individuals, proving to be an important marker in physical performance assessments.

**Keywords:** Asthma. heart rate Kinetics. Physical exercise. *Endurance Shuttle Walk Test*



## Introdução

A asma é uma doença crônica das vias aéreas inferiores associada à hiperresponsividade brônquica e limitação variável do fluxo aéreo, podendo ser reversível espontaneamente ou através de terapia farmacológica, e associado a terapia não farmacológica, como a Reabilitação Pulmonar (RP).<sup>1,2</sup> A RP para pacientes asmáticos é necessária, objetivando o aumento da capacidade aeróbia, a força e a resistência muscular periférica, pois a atividade física por meio da RP é considerada como a terapia não farmacológica de maior impacto na melhoria dos desfechos supracitados, na capacidade funcional e diminuição da inatividade física desses pacientes.<sup>3-5</sup> Essa capacidade funcional limitada pode estar intimamente ligada a lentificação da cinética da frequência cardíaca (FC)<sup>6,7</sup> no início do exercício, como já relatado na literatura, quando comparado com uma população portadora de DPOC e ao processo do envelhecimento em idosos saudáveis.<sup>6,8</sup>

A transição do repouso para o exercício conhecido como (Fase *on*), resulta em alterações e/ou modificações no ritmo e na contratilidade cardíaca e metabólicas, tendo como objetivo primordial a manutenção da homeostase através do suprimento da demanda metabólica, imposta pelo organismo nessa situação.<sup>9-11</sup> Além disso, o Sistema Nervoso Autônomo possui um papel importante, tanto no controle da musculatura lisa dos brônquios<sup>11</sup>, quanto no início do exercício físico agudo, bem como nos efeitos dos programas de treinamento físico em portadores de doenças pulmonares.<sup>12</sup> Efeitos como a lentificação da cinética da FC tem sido estudados em indivíduos idosos saudáveis e em diferentes testes de carga constante, de moderado ou de alta intensidade, e sua associação com a tolerância a atividade física e limitação funcional que ocorre em pacientes portadores de doenças respiratórias.<sup>11,12</sup>

Sendo assim, a reabilitação pulmonar em pacientes asmáticos é necessária, objetivando o aumento da capacidade aeróbia, a força e a resistência muscular periférica, bem como a melhora na capacidade funcional e tolerância ao exercício. Porém não é de nosso conhecimento até o momento estudos que comprovem alterações da cinética da FC, sua avaliação em testes funcionais na população asmática, bem como sobre a sua comparação com indivíduos saudáveis. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é avaliar e comparar a resposta da cinética *on* da FC, em pacientes asmáticos e indivíduos saudáveis durante o *Endurance Shuttle Walk Test* (ESWT).

## Materiais e métodos

### *Desenho do estudo e amostra*

Foi realizado um estudo transversal controlado, envolvendo uma amostra consecutiva, recrutada na Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (Brasil). Vinte homens e mulheres entre 20 e 35 anos de idade com asma e vinte indivíduos saudáveis, que não realizavam atividade física diariamente, foram recrutados como grupo controle. Os critérios de inclusão foram tratamento ambulatorial por pelo menos seis meses, condição clínica estável por três meses e terapia medicamentosa otimizada. Os critérios de exclusão foram cardiopatia associada a doença pulmonar e condições musculoesqueléticas que pudessem interferir na realização do exercício. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Nove de Julho (Brasil) sob o número de processo 55844416.6.0000.5511. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes do início do estudo.

## Avaliações

### *Espirometria*

O teste de função pulmonar foi realizado para classificar a gravidade da obstrução pulmonar. Os testes foram realizados no espirômetro CPF/D USB (*Medical Graphics Corporation*<sup>®</sup>, St. Paul, Mo, USA) com um pneumotacógrafo previamente calibrado de acordo com a temperatura e umidade da sala. Os pacientes, durante o teste, permaneceram em sedestação, em repouso e foi orientado não realizar nenhum tipo de ingestão de alimentos que contenham cafeína (24 horas antes da avaliação), ou alimentos de modo geral, até duas horas antes da realização das mensurações. Os procedimentos técnicos bem como os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade adotados foram realizados seguindo as Diretrizes de Espirometria de 2002. As seguintes variáveis foram registradas: determinação da capacidade vital forçada (CVF), VEF<sub>1</sub> e VEF<sub>1</sub>/CVF, adotando-se valores de referência para a população brasileira.<sup>13</sup>

### *Composição corporal*

O índice de massa corporal (IMC) foi determinado por meio de escala antropométrica e estadiômetro (Welmy<sup>®</sup>, modelo W200a) com o participante descalço. O peso corporal (kg) e a estatura (m) foram determinadas e o IMC foi calculado como Kg/m<sup>2</sup>.

### *Avaliação do controle da asma*

O Questionário de Controle da Asma (ACQ-6) foi utilizado para a avaliação do controle da asma. Este questionário foi traduzido e validado por Leite et al. e é um instrumento de avaliação válido para medir o controle da asma em pacientes ambulatoriais adultos.<sup>14</sup> Tal questionário é composto por 6 questões, cinco referem-se a sintomas da asma (noturnos, diurnos, limitações de atividades diárias, dispnéia e sibilância) e uma questão em relação ao uso de medicação beta-agonista. Neste questionário é considerado o score de <1,5 para asma controlada, caso o score apresentar-se > 1,5 pontos, há 88% de chance do paciente estar apresentando asma clinicamente descontrolada.

### **Variabilidade da frequência cardíaca**

Antes da avaliação os sujeitos foram entrevistados e examinados com a medida de pressão arterial, frequência cardíaca, ausculta pulmonar e saturação periférica de oxigênio para determinar o estado basal dos sinais vitais e verificar se as instruções foram seguidas. Os sujeitos foram orientados a evitar bebidas estimulantes (chá, café e álcool), a não realizar atividade física e a fazer refeições leves no dia anterior e no dia da avaliação, bem como a ter uma noite de sono adequada (pelo menos 8 horas).

A aquisição dos dados de FC e intervalo R-R (iR-R) em repouso e durante o exercício submáximo foi realizada por um sistema de telemetria Polar RScx810 (Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia) que foi utilizado para aquisição dos dados de FC e iR-R para análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC). Após a coleta dos dados de FC e da série iR-R, esses dados foram transferidos para o Polar Precision Performance Software e exportados como um arquivo txt. Todas as batidas ectópicas ou artefatos de movimento foram analisados por inspeção visual do sinal na tela do computador. Apenas segmentos com mais de 90% de batimentos sinusais puros foram incluídos na análise final.

As coletas de VFC foram realizadas durante a resistência do teste de caminhada de vaivém, 10 minutos antes, durante sua realização e 10 minutos após o término.

### *Incremental Shuttle Walk Test e Endurance Shuttle Walk Test*

O *Incremental Shuttle Walk Test* (ISWT) foi realizado com base na descrição original do teste. Exigiu que o paciente caminhasse em um corredor com 10 metros, estes identificados por dois cones embutidos a 0,5 metros de cada extremidade para evitar as mudanças bruscas de velocidade. O sujeito foi instruído a caminhar de cone em cone, em um ritmo crescente e determinado por estímulos sonoros previamente gravados. Um único sinal sonoro indicava que o participante deveria manter o ritmo e um bipe triplo indicava o início de um novo nível, momento em que o participante aumentava o ritmo. O teste compreendeu 12 níveis, cada um com duração de um minuto. O ritmo do primeiro nível foi de 1,8 Km/h, com um aumento de 0,17 m/s a cada minuto até atingir uma velocidade máxima de 8,53 Km/h. O teste foi interrompido quando o participante não conseguiu alcançar o cone antes do próximo bipe. O teste foi realizado duas vezes. O segundo teste foi realizado após um intervalo de repouso de 20 minutos ou quando os sinais vitais do participante retornaram aos níveis basais.<sup>15</sup>

O *Endurance Shuttle Walk Test* (ESWT) foi realizado em um corredor com 10 metros, demarcado a cada metro, com dois cones e velocidade constante pré-determinada por estímulos sonoros. A velocidade foi estabelecida com base no SWT incremental, utilizando-se 85% da velocidade do último nível completado pelo paciente. O paciente foi orientado a caminhar na velocidade constante especificada, o tempo máximo (15 minutos), e foi interrompido quando não atingiu o cone antes do sinal sonoro ou de acordo com sinais, sintomas e/ou queixas.

A percepção de falta de ar e fadiga nas pernas durante o esforço físico foi avaliada por meio das escalas de Borg modificadas, que variam de 0 a 10 pontos, com escores mais altos denotando maior esforço.<sup>16</sup>

### **Análise cinética**

Os dados de FC, obtidos durante a resistência SWT, foram analisados no software SigmaPlot 10.0, eliminando os ruídos. Os modelos utilizados para analisar a resposta cinética na transição repouso-exercício (60 s da condição de repouso pré-repouso + 180 s de exercício):

$$\text{Transição em: } Y(t) = Y_{(BL)} + A (1 - e^{-(t-DT)/\tau})$$

Onde Y representa a variável HR como uma função de tempo (t); Y (BL) é o valor basal da variável; A é a amplitude; DT é o tempo de atraso e  $\tau$  é a constante de tempo da resposta estável. A e BL descrevem parâmetros relacionados ao componente principal do eixo Y (HR), TD e  $\tau$  descrevem os parâmetros relacionados ao eixo X (tempo). O tempo médio de resposta (TMR) da cinética da FC foi determinado pela soma do  $\tau$  com o DT. Para determinar os

parâmetros do melhor ajuste da curva, foi utilizado um algoritmo de mínimos quadrados não lineares, que adotará a minimização dos erros quadrados como critério de convergência.<sup>17</sup>

### Análise estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade da distribuição dos dados. Os dados paramétricos foram expressos em média e desvio padrão. Os dados não paramétricos foram expressos em mediana e intervalo interquartil.

O teste t de *Student* foi utilizado para as comparações intergrupos. Possíveis correlações entre as variáveis foram calculadas, utilizando a correlação de *Pearson*. Um valor de  $p < 0,05$  indicou significância estatística para todos os testes. Os dados foram analisados no programa SPSS 20.0 (IBM, Armonk, NY).

### Resultados

Vinte indivíduos foram recrutados para o grupo asmático. Dos 6 sujeitos excluídos, 2 foram excluídos por apresentarem problemas de transporte, dois apresentarem arritmia cardíaca e dois apresentarem problemas familiares. Quatorze pacientes permaneceram elegíveis para as avaliações que compuseram o grupo de asma. Para o grupo controle, um total de vinte indivíduos foram recrutados. Dos 12 excluídos, 6 recusaram-se a participar, quatro apresentaram problemas familiares e dois apresentaram distúrbios ortopédicos. Oito sujeitos permaneceram elegíveis para as avaliações para o grupo controle.

A Tabela 1 apresenta os dados sobre idade, estatura, IMC, variáveis espirométricas, escore do ACQ, FC basal e pico e distância percorrida entre asma e grupo controle. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre o grupo asma e o grupo controle.

**Tabela 1** - Características Demográficas e clínicas da amostra (grupo asma e grupo controle)

Variáveis	Grupo Asma (n=14)	Grupo controle (n=8)	Valor de p
Idade (anos)	28,64 ±6,43	29,79 ±10,06	0,43
Peso (Kg)	70,89 ±16,53	65,88 ±14,75	0,35
Altura (m)	1,65 ±0,08	1,64 ±0,09	0,36
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,37 ±6,54	24,77 ±5,22	0,35
VEF <sub>1</sub>	2,89 ±0,57	2,99 ±0,26	0,79
CVF	3,75 ±0,83	3,57 ±0,55	0,38
VEF <sub>1</sub> /CVF	0,79 ±0,09	0,84 ±0,06	0,26
%VEF <sub>1</sub>	93%±0,17	96% ±0,11	0,45
%CVF	101% ±0,19	98% ±0,18	0,48
ACQ-6	0,89 ±0,67	NA	NA
FC Rep (bpm)	91,6 ±8,80	90,4 ±23,02	0,16
FC Max (bpm)	160,2 ±19,66	159,87 ±29,66	0,95
DP ISWT (m)	582 ±173,83	652 ±137,64	0,19

**Legenda:** Kg= quilogramas; m= metros; IMC= Índice de Massa Corpórea; kg/m<sup>2</sup>= Quilogramas dividido pela altura ao quadrado; VEF<sub>1</sub>= Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo; CVF= Capacidade Vital forçada; VEF<sub>1</sub>/CVF= Índice de Tiffeneau; %VEF<sub>1</sub>= Porcentagem do volume expiratório forçado no primeiro segundo; %CVF= Porcentagem da capacidade vital forçada, ACQ-6= Asthma Control Questionnaire – 6; NA= Não Avaliado; FC= Frequência Cardíaca; Rep= Repouso; Max= Máxima; bpm= batimentos por minuto; DP= Distância Percorrida; ISWT= Incremental Shuttle Walk Test. \*p<0,05= estatisticamente significativa na comparação entre os grupos.

Cinética da FC durante o ESWT expressa na Tabela 2 como média e desvio padrão para Tau, MRT e TA, respectivamente. O grupo asmático apresentou um atraso da cinética on da FC na transição do repouso para o teste em todas as variáveis avaliadas: Tau, MRT e TA (p<0,004; p<0,050; p<0,000) respectivamente.

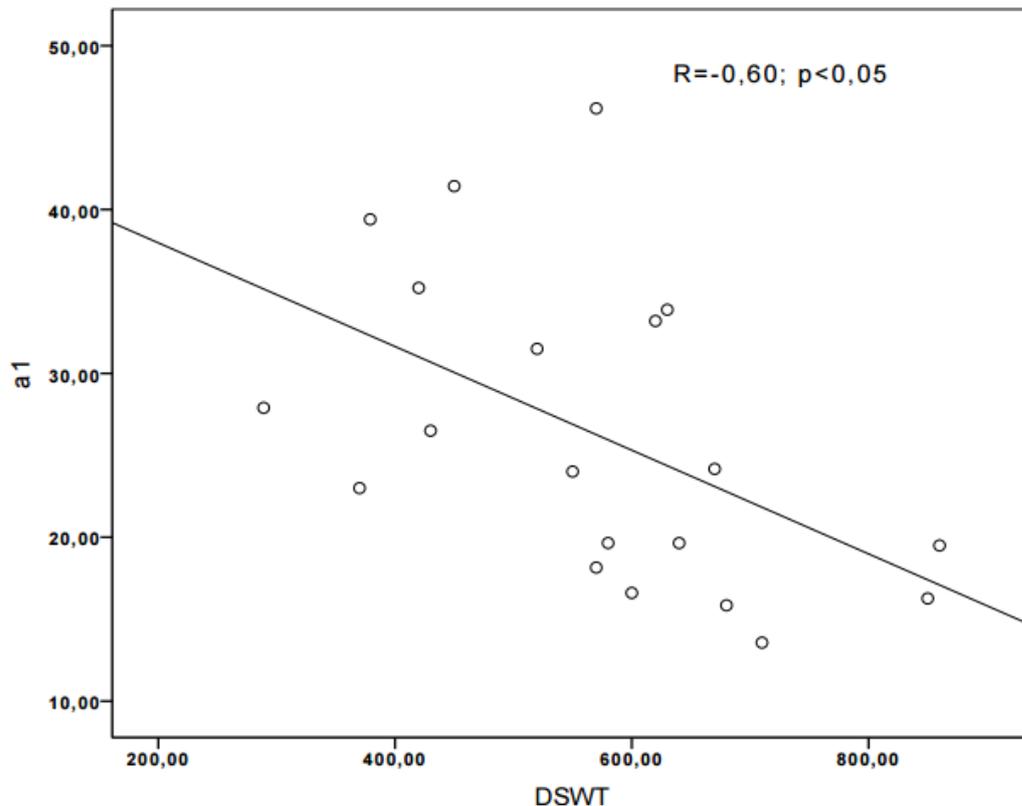
**Tabela 2** - Cinética “on” da Frequência cardíaca durante o ESWT no grupo asma e grupo controle

Variáveis	Grupo Asma (n=14)	Grupo Controle (n=8)	Valor de p
Tau (s)	246,9±101,6*	118,9±61,9	0,004*
TRM (s)	82,9±10,1*	69,4±20,7	0,050*
TA (s)	32,2±8,3*	17,8±2,9	0,000*

**Legendas:** ESWT= Endurance Shuttle Walk Test; Tau= constante de tempo; TA= tempo de atraso; TRM= tempo de reposta média; s= segundos. \*= p<0.05 estatisticamente significativa na comparação entre os grupos.

A Figura 1 demonstra uma análise de correlação negativa moderada entre a distância percorrida do ESWT com o tempo de resposta da cinética sobre a frequência cardíaca. Foi encontrado uma correlação negativa moderada (r=-0,60; p<0,05) entre a distância percorrida (m) e o tempo de resposta (TRM) cinética on da FC nos pacientes do grupo asma. Tais resultados fornecem informações adicionais sobre a performance de exercício verificada pela cinética on como um marcador prognóstico nesses pacientes. Não foram realizadas mais correlações com os dados obtidos.

**Figura 1** - Correlação da Distância Percorrida no ESWT (DSWT) com o tempo de resposta da cinética *on* da FC (a1), sendo considerado como estatisticamente significante quando  $p < 0,05$ .



## Discussão

O principal achado do estudo foi a lentificação da cinética da FC durante a transição do repouso para o exercício no *endurance shuttle walk test* no grupo de asmáticos quando comparado ao grupo controle. Tal resultado se confirma quando observamos a comparação entre as variáveis TRM e Tau, que nos permite evidenciar, de fato, a lentificação da resposta cardiovascular descrita anteriormente. Isto significa dizer que a lentificação da FC provavelmente possa inferir em um comprometimento da performance do exercício em pacientes com doenças obstrutivas, corroborando com a literatura, como encontrado em um estudo prévio com pacientes portadores de DPOC<sup>6,7</sup> e por consequência, a cinética *on* lentificada da FC pode ser um marcador importante para gravidade da doença.<sup>23</sup>

Esses resultados confirmam o comportamento do sistema cardiovascular frente às diferentes cargas de trabalhos impostas, referenciando a dinâmica da FC e da contratilidade cardíaca para atender a demanda de energia imposta pela atividade.<sup>24-27</sup> Sendo assim, a cinética *on* da FC pode ser considerado um método alternativo, de baixo custo<sup>28-30</sup> e fácil aplicação na

prática clínica, com o intuito de avaliar o condicionamento cardiovascular, seja em atletas ou pacientes submetidos a reabilitação pulmonar.

No estudo de Chiappa et al.,<sup>(6)</sup> pacientes portadores de DPOC, moderado a grave, possuem uma resposta cardiovascular central e periférica ao exercício que leva uma lentificação da cinética do débito cardíaco (Frequência cardíaca + Volume Sistólico), associada a uma desoxigenação muscular mais rápida após o exercício de alta intensidade. Em nosso estudo, a população asmática apresentou resultados que corroboram com os apresentados nos portadores de DPOC, pois a cinética da FC durante a mudança do repouso para o início do exercício de endurance mostrou-se lentificada.

Outros achados importantes e possíveis explicações para a lentificação da cinética do débito cardíaco em doenças pulmonares como o DPOC e a Asma são: o desequilíbrio e anormalidade autonômico<sup>(13, 20, 23)</sup> e o efeito da mecânica respiratória no volume sistólico.<sup>29-30</sup> Em doenças respiratórias obstrutivas o aumento da frequência cardíaca ocorre em decorrência da ativação simpática mais lenta do que o realizado pela retirada parassimpática.<sup>29</sup> A mudança para uma maior atividade simpática no DPOC<sup>28</sup> promoveria uma atividade desacelerada da FC e conseqüentemente a dinâmica do débito cardíaco.

Resultados similares aos nossos foram encontrados no estudo de Simões et al.,<sup>29</sup> compararam a cinética da FC e VO<sub>2</sub> entre idosos (idade: 70±4 anos) e indivíduos jovens (idade: 23±3 anos). Como resultado, encontraram que idosos apresentam uma resposta da cinética mais lenta em relação ao grupo de jovens. Ainda assim, as respostas foram mais lentas em intensidades moderadas em relação às leves em indivíduos jovens, resultados estes, similares aos nossos, tendo em vista que foi utilizado um teste com velocidade contínua e tratando-se de uma população jovem (grupo asma).

Outro importante resultado encontrado em nosso estudo, foi a correlação negativa moderada ( $p < 0,05$ ) entre a distância percorrida (m) e o tempo de resposta (TRM) cinética *on* da FC, nos esclarecendo uma importante limitação ao exercício e podendo ser utilizado como um importante marcador de severidade da doença. Resultados similares foram encontrados por Pessoa et al.,<sup>19</sup> em pacientes portadores de DPOC da distância percorrida em (m) e predita (%) do TC6' e a TRM, corroborando com nossos resultados. Podemos inferir que essas informações podem ser utilizadas como uma ferramenta útil no prognóstico e em relação ao impacto negativo, sob a funcionalidade dessa população.

Ao iniciar uma atividade, espera-se que a FC esteja associada a maior ativação simpática e/ou retirada vagal, com o objetivo de aumentar o fluxo sanguíneo periférico, a fim de suprir as necessidades metabólicas para a realização da tarefa. Por outro lado, a redução da FC após esse

discreto aumento associa-se a um maior volume sanguíneo central, decorrente da atividade dos músculos envolvidos na atividade, resultando em aumento do volume de ejeção e, por conta disso, os barorreceptores arteriais e carotídeos reduzem a FC através da ativação parassimpática ou através da redução da atividade simpática.<sup>30</sup>

Considerando os achados do presente estudo, torna-se evidente a necessidade de um maior número de estudos que avaliem a cinética *on* da FC em pacientes portadores de asma, uma vez que a cinética tem sido sugerida como um importante parâmetro de avaliação da capacidade aeróbia, bem como da tolerância ao exercício físico,<sup>30</sup> pois reflete a gravidade da doença e as respostas as intervenções terapêuticas durante o processo de reabilitação pulmonar. Ainda, as medidas da cinética *on* da FC, realizadas durante o ESWT, podem ser uma ferramenta útil para avaliar a capacidade funcional em pacientes portadores de asma, por ser um teste de fácil aplicação quando comparado ao teste em ciclo ergômetro, sugerindo que tais achados possam ser aplicados em ensaios futuros, avaliando os efeitos dos programas de reabilitação pulmonar.

## Conclusão

Podemos concluir que os pacientes asmáticos possuem uma cinética da frequência cardíaca *on* lentificada em relação aos indivíduos saudáveis durante a transição do repouso para o exercício na realização do *endurance shuttle walk test*. Tal resposta pode ser um marcador importante da limitação da performance física. Tornam-se necessárias, entretanto, investigações futuras que avaliem efeitos da cinética *on* e *off* como marcador de gravidade nessa população, bem como sua avaliação em diferentes intensidades terapêuticas e ergômetros utilizados na prática clínica.

## Limitações do estudo

Inicialmente, podemos tomar como maior limitação o tamanho amostral, tendo em vista a perda amostral durante a execução do protocolo. Seria ideal um maior número de pacientes para consolidação dos resultados. Apesar de nossa amostra reduzida, encontraram-se resultados com correlações moderadas no presente estudo.

Outra importante limitação é o fato de não termos realizado a comparação em diferentes ergômetros ou diferentes testes de campo para a análise do comportamento dessa variável, bem como a análise dos gases exalados durante o teste. Não é de nosso conhecimento estudos que

evidenciem a cinética da frequência cardíaca *on* em pacientes portadores de asma até o presente momento.

### Referência

- 1- Bateman ED, Hurd SS, Barnes PJ, Bousquet J, Drazen JM, FitzGerald M, et al. Global strategy for asthma management and prevention: GINA executive summary. *Eur Respir J*. 2008;31(1):143-78.
- 2- Horak F, Doberer D, Eber E, Horak E, Pohl W, Riedler J, et al. Diagnosis and management of asthma - Statement on the 2015 GINA Guidelines. *Wien Klin Wochenschr*. 2016;128(15-16):541-54.
- 3- França-Pinto A, Mendes FA, de Carvalho-Pinto RM, Agondi RC, Cukier A, Stelmach R, et al. Aerobic training decreases bronchial hyperresponsiveness and systemic inflammation in patients with moderate or severe asthma: a randomised controlled trial. *Thorax*. 2015;70(8):732-9.
- 4- Mendes FA, Almeida FM, Cukier A, Stelmach R, Jacob-Filho W, Martins MA, et al. Effects of aerobic training on airway inflammation in asthmatic patients. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(2):197-203.
- 5- Mendes FA, Gonçalves RC, Nunes MP, Saraiva-Romanholo BM, Cukier A, Stelmach R, et al. Effects of aerobic training on psychosocial morbidity and symptoms in patients with asthma: a randomized clinical trial. *Chest*. 138(2):331-7.
- 6- Chiappa GR, Borghi-Silva A, Ferreira LF, Carrascosa C, Oliveira CC, Maia J, et al. Kinetics of muscle deoxygenation are accelerated at the onset of heavy-intensity exercise in patients with COPD: relationship to central cardiovascular dynamics. *J Appl Physiol* (1985). 2008;104(5):1341-50.
- 7- Puente-Maestu L, Sáenz ML, Sáenz P, Nuñez A, González F, Whipp BJ. Reproducibility of the parameters of the on-transient cardiopulmonary responses during moderate exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur J Appl Physiol*. 2001;85(5):434-41.
- 8- Laveneziana P, Valli G, Onorati P, Paoletti P, Ferrazza AM, Palange P. Effect of heliox on heart rate kinetics and dynamic hyperinflation during high-intensity exercise in COPD. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(2):225-34.
- 9- Emin O, Esra G, Aysegül D, Ufuk E, Ayhan S, Rusen DM. Autonomic nervous system dysfunction and their relationship with disease severity in children with atopic asthma. *Respir Physiol Neurobiol*. 2012;183(3):206-10.
- 10- Borghi-Silva A, Arena R, Castello V, Simões RP, Martins LE, Catai AM, et al. Aerobic exercise training improves autonomic nervous control in patients with COPD. *Respir Med*. 2009;103(10):1503-10.
- 11- Jones AM, McConnell AM. Effect of exercise modality on oxygen uptake kinetics during heavy exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999;80(3):213-9.

- 12- Borghi-Silva A, Beltrame T, Reis MS, Sampaio LM, Catai AM, Arena R, et al. Relationship between oxygen consumption kinetics and BODE Index in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2012;7:711-8.
- 13- Pereira C, Barreto S, Simões J. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol.* 1992;18:10-22.
- 14- Leite M, Ponte EV, Petroni J, D'Oliveira Júnior A, Pizzichini E, Cruz AA. Evaluation of the asthma control questionnaire validated for use in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2008;34(10):756-63.
- 15- Singh SJ, Morgan MD, Scott S, Walters D, Hardman AE. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax.* 1992;47(12):1019-24.
- 16- Hill K, Dolmage TE, Woon L, Coutts D, Goldstein R, Brooks D. A simple method to derive speed for the endurance shuttle walk test. *Respir Med.* 2012;106(12):1665-70.
- 17- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
- 18- Engelen M, Porszasz J, Riley M, Wasserman K, Maehara K, Barstow TJ. Effects of hypoxic hypoxia on O<sub>2</sub> uptake and heart rate kinetics during heavy exercise. *J Appl Physiol (1985).* 1996;81(6):2500-8.
- 19- Pessoa BV, Beltrame T, Di Lorenzo VA, Catai AM, Borghi-Silva A, Jamami M. COPD patients' oxygen uptake and heart rate on-kinetics at cycle-ergometer: correlation with their predictors of severity. *Braz J Phys Ther.* 2013;17(2):152-62.
- 20- Hayashi N, Tanaka A, Ishihara M, Yoshida T. Delayed vagal withdrawal slows circulatory but not oxygen uptake responses at work increase. *Am J Physiol.* 1998;274(5 Pt 2):R1268-73.
- 21- Grassi B, Marconi C, Meyer M, Rieu M, Cerretelli P. Gas exchange and cardiovascular kinetics with different exercise protocols in heart transplant recipients. *J Appl Physiol (1985).* 1997;82(6):1952-62.
- 22- Hughson RL. Alterations in the oxygen deficit-oxygen debt relationships with beta-adrenergic receptor blockade in man. *J Physiol.* 1984;349:375-87.
- 23- Sietsema KE, Daly JA, Wasserman K. Early dynamics of O<sub>2</sub> uptake and heart rate as affected by exercise work rate. *J Appl Physiol (1985).* 1989;67(6):2535-41.
- 24- Linnarsson D. Dynamics of pulmonary gas exchange and heart rate changes at start and end of exercise. *Acta Physiol Scand Suppl.* 1974;415:1-68.
- 25- Bunc V, Heller J, Leso J. Kinetics of heart rate responses to exercise. *J Sports Sci.* 1988;6(1):39-48.

- 26- Wilkerson DP, Campbell IT, Jones AM. Influence of nitric oxide synthase inhibition on pulmonary O<sub>2</sub> uptake kinetics during supra-maximal exercise in humans. *J Physiol.* 2004;561(Pt 2):623-35.
- 27- Ozyener F, Rossiter HB, Ward SA, Whipp BJ. Influence of exercise intensity on the on- and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. *J Physiol.* 2001;533(Pt 3):891-902.
- 28- Heindl S, Lehnert M, Criée CP, Hasenfuss G, Andreas S. Marked sympathetic activation in patients with chronic respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;164(4):597-601.
- 29- Simões RP, Bonjorno JC, Beltrame T, Catai AM, Arena R, Borghi-Silva A. Slower heart rate and oxygen consumption kinetic responses in the on- and off-transient during a discontinuous incremental exercise: effects of aging. *Braz J Phys Ther.* 2013;17(1):69-76.
- 30- Rumenig E, Bertuzzi RCdM, Nakamura FY, Franchini E, Matsushigue KA, Kiss MAPD, et al. Cinética e variabilidade da frequência cardíaca mediante exercício físico predominantemente aeróbico: influência da intensidade e do tempo de análise. 2007. 2007;21(3)