

## Respostas Cardíacas e Musculoesqueléticas aos Efeitos do Tilt Test Passivo e Ativo em Indivíduos Saudáveis

*Cardiac and Musculoskeletal Responses to the Effects of Passive and Active Tilt Test in Healthy Subjects*

Rogério Ferreira Liporaci, Marcelo Camargo Saad, Julio César Crescêncio, Fabiana Marques, Debora Bevilaqua-Grossi, Lourenço Gallo-Júnior

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP – Brasil

### Resumo

**Fundamento:** A manutenção do ortostatismo requer interação das respostas autonômicas e musculares para um controle postural eficiente e minimizar oscilações do corpo e facilitar o retorno venoso frente a um tipo comum de síncope chamada neurocardiogênica (SNC). A atividade da musculatura na posição de pé pode ser documentada por meio da eletromiografia de superfície (EMG) e as oscilações do corpo confirmadas pelo deslocamento do centro de pressão (CP) sobre uma plataforma de força. Estas variáveis periféricas mostram o papel muscular na manutenção do ortostatismo durante o tilt test ativo bem como esta atividade muscular ser comparada durante o teste passivo, Head-Up Tilt test, na tentativa de verificar alterações na atividade eletromiográfica destes músculos que podem antecipar os efeitos clínicos da SNC durante estes testes.

**Objetivo:** Avaliar e comparar os efeitos de um protocolo padronizado para testes ativo e passivo de detecção da SNC associado ao efeito da manobra de valsalva (MV).

**Métodos:** 23 voluntárias mulheres clinicamente saudáveis foram recrutadas para realizar ambos os testes. Os eletrodos da EMG foram posicionados em músculos associados com a manutenção postural, além de durante o teste ativo os sujeitos realizarem a postura ortostática sobre uma plataforma de força. Foi registrado além da EMG e da plataforma, a frequência cardíaca durante todo o teste. Três MV foram realizadas durante os testes.

**Resultados:** Alterações periféricas foram verificadas de maneira progressiva ao longo dos testes, sendo mais evidente durante o teste ativo.

**Conclusão:** o teste ativo verificou mudanças mais evidentes nas respostas musculares e cardiovasculares, amplificadas pela MV. (Arq Bras Cardiol. 2018; 110(1):74-83)

**Palavras-chave:** Síncope Vasovagal; Frequência Cardíaca; Equilíbrio Postural; Teste da Mesa Inclinada.

### Abstract

**Background:** Maintenance of orthostatism requires the interaction of autonomic and muscle responses for an efficient postural control, to minimize body motion and facilitate venous return in a common type of syncope called neurocardiogenic syncope (NCS). Muscle activity in standing position may be registered by surface electromyography, and body sway confirmed by displacement of the center of pressure (COP) on a force platform. These peripheral variables reflect the role of muscles in the maintenance of orthostatism during the active tilt test, which, compared with muscle activity during the passive test (head-up tilt test), enables the analyses of electromyographic activity of these muscles that may anticipate the clinical effects of CNS during these tests.

**Objective:** to evaluate and compare the effects of a standardized protocol of active and passive tests for CNS diagnosis associated with the effects of Valsalva maneuver (VM).

**Methods:** twenty-three clinically stable female volunteers were recruited to undergo both tests. EMG electrodes were placed on muscles involved in postural maintenance. During the active test, subjects stood on a force platform. In addition to electromyography and the platform, heart rate was recorded during all tests. Three VMs were performed during the tests.

**Results:** progressive peripheral changes were observed along both tests, more evidently during the active test.

**Conclusion:** the active test detected changes in muscle and cardiovascular responses, which were exacerbated by the VM. (Arq Bras Cardiol. 2018; 110(1):74-83)

**Keywords:** Syncope, Vasovagal; Heart Rate; Postural Balance; Tilt Table Test.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Rogério Ferreira Liporaci •

Av. Bandeirantes, 3900. CEP 14048-900, Monte Alegre, Ribeirão Preto, SP – Brasil

E-mail: rogerioliporaci@gmail.com, rogerio.liporaci.fisio@gmail.com

Artigo recebido em 13/10/2016, revisado em 02/08/2017, aceito em 21/08/2017

DOI: 10.5935/abc.20180003

### Introdução

A manutenção do equilíbrio na posição ortostática está associada a pequenas e constantes oscilações do corpo que provoca variações nas áreas de pressão na superfície plantar dos pés e contribui para o retorno venoso.<sup>1</sup> Estas oscilações podem ser confirmadas pelo deslocamento do centro de pressão (CP) sobre uma plataforma de força. Alguns indivíduos apresentam dificuldade na manutenção do ortostatismo, com perdas transitórias de consciência, associada à perda do tônus postural e recuperação espontânea, a denominada síncope neurocardiogênica (SNC).<sup>2-4</sup> Mais comum em mulheres, em virtude da maior atenuação da resposta ao ortostatismo em relação ao sexo masculino,<sup>5,6</sup> a SNC pode ser predisposta por alguns fatores, dentre eles uma menor eficiência da vasoconstricção reflexa.<sup>7</sup>

Para avaliação da SNC há dois tipos de testes não-invasivos que utilizam o efeito da gravidade; o Head-Up Tilt Test (HUT) ou teste tilt passivo,<sup>3,8-11</sup> e o Active Standing Test (AS) ou teste de tilt ativo.<sup>11</sup> No HUT, a mudança do decúbito dorsal para o ortostatismo é realizada passivamente por intermédio de uma maca, onde permanece por até 45 minutos.<sup>3</sup> Já no AS, a avaliação é feita com a mudança ativa para a posição vertical, sem haver consenso quanto duração do teste.<sup>11,12</sup> Ambos testes são considerados positivos quando há perda da consciência. O uso de manobras expiratórias forçadas, como a manobra de Valsalva (MV) quando utilizadas junto ao AS ou HUT, tornam esses testes mais aplicáveis na rotina clínica.

O estresse ortostático provoca mudanças na frequência cardíaca (FC) e pressão arterial.<sup>13</sup> Estas reações cardiovasculares repercutem nos grupamentos musculares periféricos. A investigação desta resposta muscular frente ao ortostatismo pode ser importante no entendimento do estresse fisiológico sistêmico como forma de antever as reações cardiovasculares e interromper o teste antes que a síncope se estabeleça. O objetivo do estudo foi avaliar o HUT e AS, com o efeito da MV, nas alterações na FC e na atividade eletromiográfica dos músculos relacionados à manutenção postural e a relação do estresse ortostático ativo com as alterações no deslocamento do centro de pressão sobre uma plataforma de força, no sentido de melhor conhecer os efeitos do ortostatismo prolongado.

### Métodos

#### Amostra

O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Todas as pessoas assinaram o termo de consentimento para participar da pesquisa.

Foram selecionados por conveniência 23 voluntários clinicamente saudáveis do sexo feminino com idade entre 18 e 30 anos, médias de idade de 23,4 anos, altura de 1,62 m e peso de 56,2 kg, sem histórico de síncope ao longo da vida. A seleção dos sujeitos foi realizada por um cardiologista e todos foram submetidos a exame clínico e a um eletrocardiograma com a finalidade de descartar alterações cardiovasculares. Em seguida, houve exame por um

fisioterapeuta que aplicou avaliação funcional nos membros inferiores para exclusão de distúrbios musculoesqueléticos que pudessem interferir nos resultados.

Todas as voluntárias realizaram ambos os testes AS e HUT, com aleatorização tipo crossover, por meio de sorteio, do teste inicial: início dos testes com o HUT (HUT-AS, n = 13). As demais iniciaram os testes pelo AS (AS-HUT n = 10). Todas foram orientadas previamente sobre a não ingestão de cafeína ou qualquer tipo de outra substância estimulante no dia que antecede o exame, bem como a não participação da coleta em jejum.

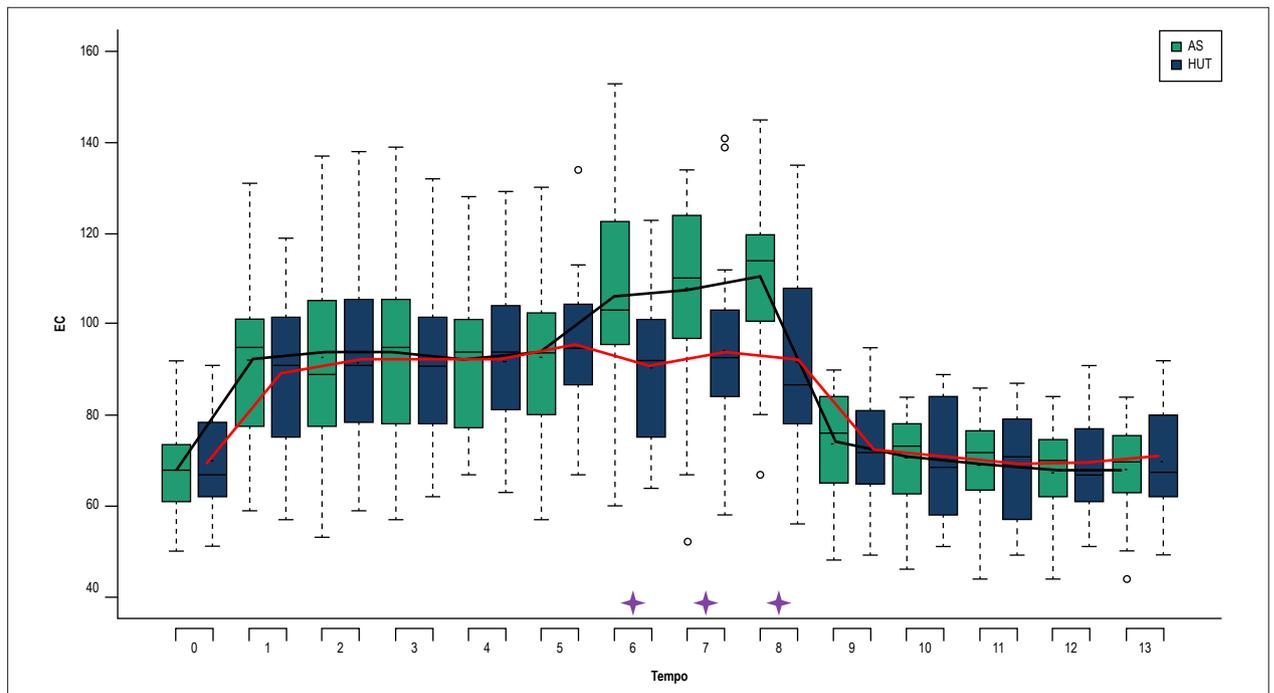
#### Coleta dos dados

##### Avaliação durante HUT

Para a realização da coleta dos dados de FC e atividade eletromiográfica (EMG), durante o HUT, as voluntárias foram posicionadas, na posição supina horizontal, por quinze minutos, em repouso. No décimo quinto minuto, a voluntária era inclinada, passivamente 70° e permanecia por quinze minutos nesta posição, ou até início de sinais e sintomas pré-síncope ou de intolerância ao ortostatismo. As voluntárias eram monitoradas constantemente por eletrocardiógrafo e a atividade muscular registrada por meio de eletromiógrafo Myosystem Br-1P84 (DATA-HOMINIS-BR) com os eletrodos de superfície posicionados no ventre muscular dos músculos gastrocnêmio medial (GM), tibial anterior (TA), reto-abdominal (RA) e eretor da espinha (EE), bilateralmente. As normas de colocação dos eletrodos seguiram as diretrizes do projeto SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles - [www.seniam.org](http://www.seniam.org)) e registrados via software Myosystem I versão 3.5 (DATA-HOMINIS-BR) para posterior avaliação da raiz quadrada da média dos quadrados (RMS), da amplitude do sinal eletromiográfico (mV). Foi registrada a média do RMS para cada minuto de teste. Os dados EMG foram normalizados pelo esforço isométrico máximo de cada voluntário.

##### Avaliação durante o Active Standing (AS)

Para a realização da coleta dos dados de FC, atividade EMG e da oscilação postural sobre a plataforma de força, durante o AS, as voluntárias foram posicionadas por 15 min em supino horizontal em uma mesa estrategicamente posicionada ao lado da plataforma de força (Figura 1). Com iluminação constante, temperatura e umidade do ar da sala controladas a 24 graus. Após este tempo, a voluntária era instruída à mudança súbita e ativa da posição supina para a posição em pé sobre a plataforma, onde permanecia com os pés afastados um do outro em 20 cm, no centro da plataforma, por mais quinze minutos. Os dados da oscilação postural sobre a plataforma de força da marca AMTI - OR6-7-1000 (MA - EUA) foram analisados pelo software ByoDynamics Análise em ambiente labview (DATA-HOMINIS, MG - Brasil). Foram analisados para cada minuto de teste ortostático o deslocamento total (Dt) do centro de pressão (CP) e a velocidade média total (VMedt) do CP, durante a fase de ortostatismo. Os valores para Dt e VMedt foram recortados a cada minuto do teste TA e cada minuto foi comparado com o minuto anterior.



**Figura 1** – Comportamento da FC durante os testes AS e HUT. —:Variação das médias da FC durante AS. —: Variação das médias da FC durante HUT. ✦: Diferença significativa entre AS e HUT;  $p < 0,05$ . FC em batimentos por minuto (bpm).

Após o quinto minuto pós-ortostatismo de cada um dos testes, as pacientes foram orientadas a realizar três manobras de Valsalva, a cada 3 minutos: 6º, 9º e 12º minutos, encerrando o teste ao completar o 15º minuto. O manovacuômetro era ligado a um bocal por meio de um conector de 1,5 m de distância. O bocal para realizar a pressão expiratória permanecia posicionado à frente da boca do paciente, em um pedestal, sem a necessidade de tocá-lo. O mesmo procedimento foi utilizado para a realização das MVs do HUT.

#### Análise estatística

Cada variável contínua com distribuição normal, além de analisada dentro de cada teste, minuto a minuto, foi comparada entre os testes, bem como agrupadas em períodos pré-MV, período durante MV e período pós-MV, na forma de média e desvio padrão. Variáveis contínuas com distribuição não normal foram apresentadas através de mediana e intervalo interquartil. Para análise da resposta aos testes da FC e para as variáveis da EMG, utilizaram-se os modelos lineares de efeitos mistos (efeitos aleatórios e fixos). Estes modelos são utilizados na análise de dados onde as respostas de um mesmo indivíduo estão agrupadas e a suposição de independência entre observações num mesmo grupo não é adequada. O sinal EMG foi analisado no domínio do tempo, através do root mean square (RMS). A normalização da amplitude do sinal foi verificada utilizando o teste de Kolmogorov-Sminov e em função do resultado a estatística não paramétrica foi utilizada.

No modelo de efeitos mistos utilizado, foram considerados como efeito aleatório os indivíduos e, como efeitos fixos, os testes, os tempos e a interação entre os mesmos.

Para análise das variáveis obtidas, durante a manobra postural ativa, pela plataforma de força, utilizou-se a metodologia de análise de variância (ANOVA). Utilizou-se o software SAS® 9.2, por meio do PROC GLM. Para as comparações foi utilizado contrastes ortogonais baseados na distribuição t para uma ANOVA com medidas repetidas. O nível de significância adotado nas análises estatísticas foi de 5%. Os dados foram normalizados pelas máximas para cada variável apresentada.

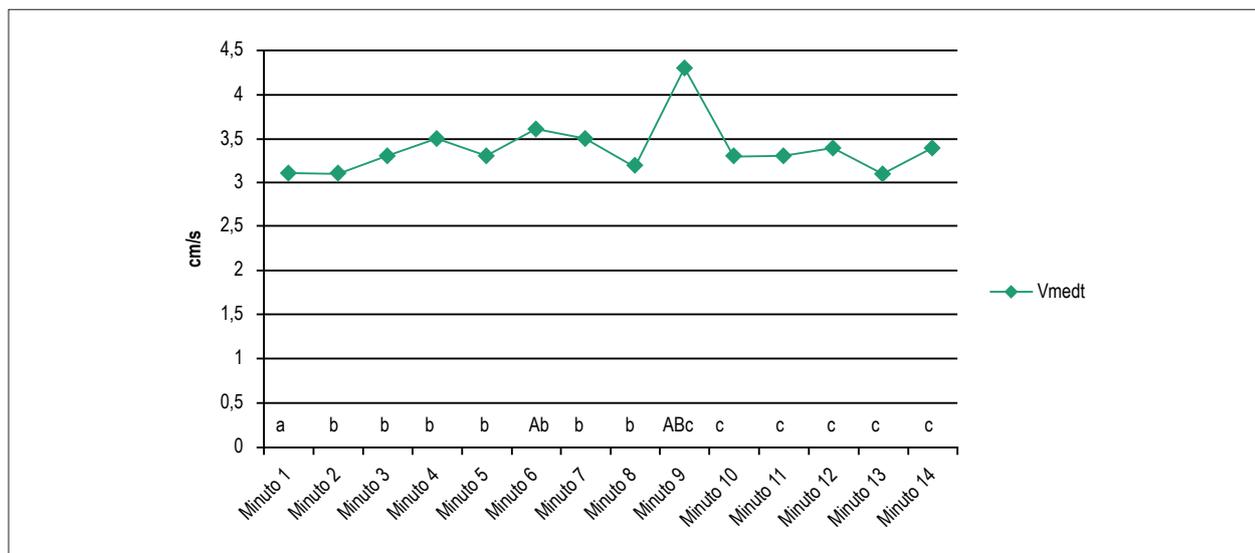
#### Resultados

A frequência cardíaca (FC) entre os testes AS e HUT em cada minuto, apresentou diferenças estatisticamente significantes durante a 1ª MV (minuto 6), minuto 7 e minuto 8, onde os valores de FC durante AS foram estatisticamente superiores em relação ao HUT (Figura 1).

#### Velocidade Média Total (Vmedt) e Deslocamento total (Dt) sobre a plataforma de força durante o teste de mudança postural ativa (AS)

Os valores médios da Vmedt ao longo do tempo estão graficamente representados na Figura 2, onde foi verificada relevância estatística para os valores aferidos durante 1ª MV (minuto 6), 2ª MV (minuto 9) em relação ao minuto 1. Também foi observada esta relevância durante 2ª MV em relação ao minuto 2 ao 8 e do minuto 10 ao 14 em relação a 2ª MV.

Em relação à variável Dt, houve diferença estatística durante os minutos 3, 6 (1ª MV), 7, 9 (2ª MV), 12 (3ª MV) e 14, em relação ao minuto 1 de ortostatismo durante o AS.



**Figura 2** – Velocidade média total sobre plataforma de força ao longo do tempo do teste AS. A, B, C: diferença significativa no minuto correspondente em relação ao minuto correspondente representado por sua letra minúscula (a,b,c);  $p < 0,05$ . Vmedt: velocidade média total.

Também foram encontradas diferenças significativas durante o minuto 7, minuto 9 (2ª MV) e minuto 14 em relação ao minuto 2, e durante a 2ª MV (minuto 6) em relação ao minuto 3, 4, 5, 7 e minuto 8. Por fim, do minuto 10 ao 13, houve valores estatisticamente significantes em relação ao minuto 9 (2ª MV) (Figura 3).

Quando o tempo total do teste foi dividido em 3 partes: pré-MV, VM e pós MV e comparada cada variável Dt e Vmedt entre estes tempos, houve diferenças estatisticamente significativas entre entre MV em relação e pré-MV, em ambas as variáveis, sendo que, para Vmedt, foi verificado também diferença entre o período pós-MV em relação ao período imediatamente anterior (Figuras 4 e 5).

### Eletromiografia de superfície durante AS e HUT divididos em 3 partes: pré MV, MV e pós-MV

A análise eletromiográfica dos grupos musculares estudados, quando as atividades elétricas, dividindo-se o tempo total dos testes AS e HUT em três períodos, pré-MV, MV e pós-MV, houve diferenças estatisticamente significativas, durante o AS, entre o período MV em relação ao período pré-MV para os todos os grupos musculares avaliados, EEd, EEe, GMd, GMe, RAe, TAd, TAe, exceto para o músculo Rad. Já para o período pós-MV em relação ao período pré-MV, encontramos relevância estatística nos dados para EEd, EEe, GMd, GMe, RAe, TAd. Por fim, ainda durante o AS, entre o período pós-MV em relação ao período durante MV, encontramos diferenças estatisticamente significantes para os músculos GMd, GMe, RAe, TAd e TAe (Figura 6).

Na avaliação destes períodos pré-MV, MV e pós-MV durante o HUT, verificamos uma relevância estatística para os dados do período MV em relação ao período pré-MV para os músculos EEd, EEe, GMe, RAe, TAd, TAe. Na comparação entre o período pós-MV e pré-MV,

verificamos diferença significativa para EEe, GMd, GMe, RAe, TAd, TAe. Por fim, na comparação entre período pós-MV e durante MV, diferenças relevantes estatisticamente ocorreram para os músculos EEd, EEe, RAe, TAd (Figura 7).

A comparação entre os testes HUT e AS nos períodos anterior, durante e após a manobra de Valsalva, mostrou relevância estatística nos dados para o período MV para todos os grupos musculares, onde a atividade elétrica dos músculos foi maior em AS do que em HUT, exceto para eretores da espinha direito e esquerdo, cuja atividade eletromiográfica foi significativamente maior em HUT do que em relação ao AS (Figuras 8).

### Discussão

Esta investigação explora alternativa para o teste clássico de diagnóstico da síncope neurocardiogênica (SNC) com o Head-Up Tilt Test cujo tempo de execução, além de ser demorado, demanda grande esforço e cooperação do paciente,<sup>3</sup> o que pode contribuir para aumentar o tempo de agendamento. Nossa proposta foi conhecer melhor os efeitos do ortostatismo prolongado em indivíduos saudáveis sobre parâmetros de pressão arterial, nível de consciência, etc. Neste aspecto, o active standing test é mais rápido, em tese pode ser feito no leito do paciente, mas é melhor que seja feito em condições controladas, principalmente em pacientes com muito sensíveis ao SNC.

A comparação entre HUT e AS é pouco discutida na literatura. Um estudo prévio encontrou que o AS apresenta efeito cardioacelerador mais evidente que o HUT.<sup>11</sup> Entretanto, estudo foi realizado apenas em crianças e adolescentes e, ainda, foram realizados diferentes protocolos para AS e HUT, o que dificulta as comparações. Para definir um desenho de estudo realístico e otimizado, o presente trabalho realizou uma coleta prévia de nove voluntárias para realização do AS e delimitarmos o tempo dos testes a serem

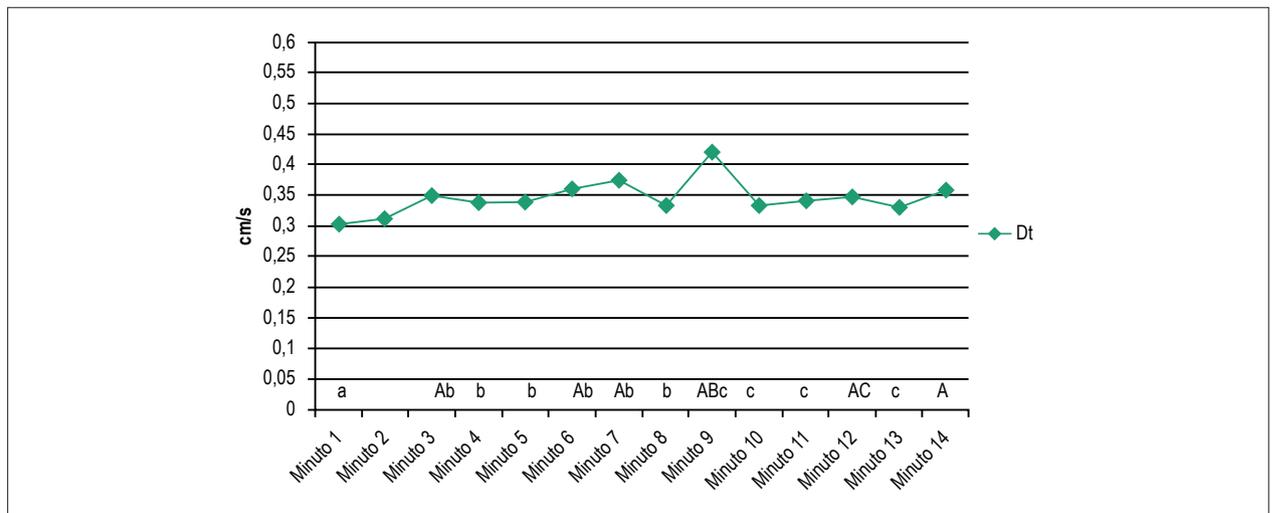


Figura 3 – Deslocamento total sobre plataforma de força ao longo do tempo do teste AS. A, B, C: diferença significativa no minuto correspondente em relação ao minuto correspondente representado por sua letra minúscula (a,b,c);  $p < 0,05$ . Dt: deslocamento total.

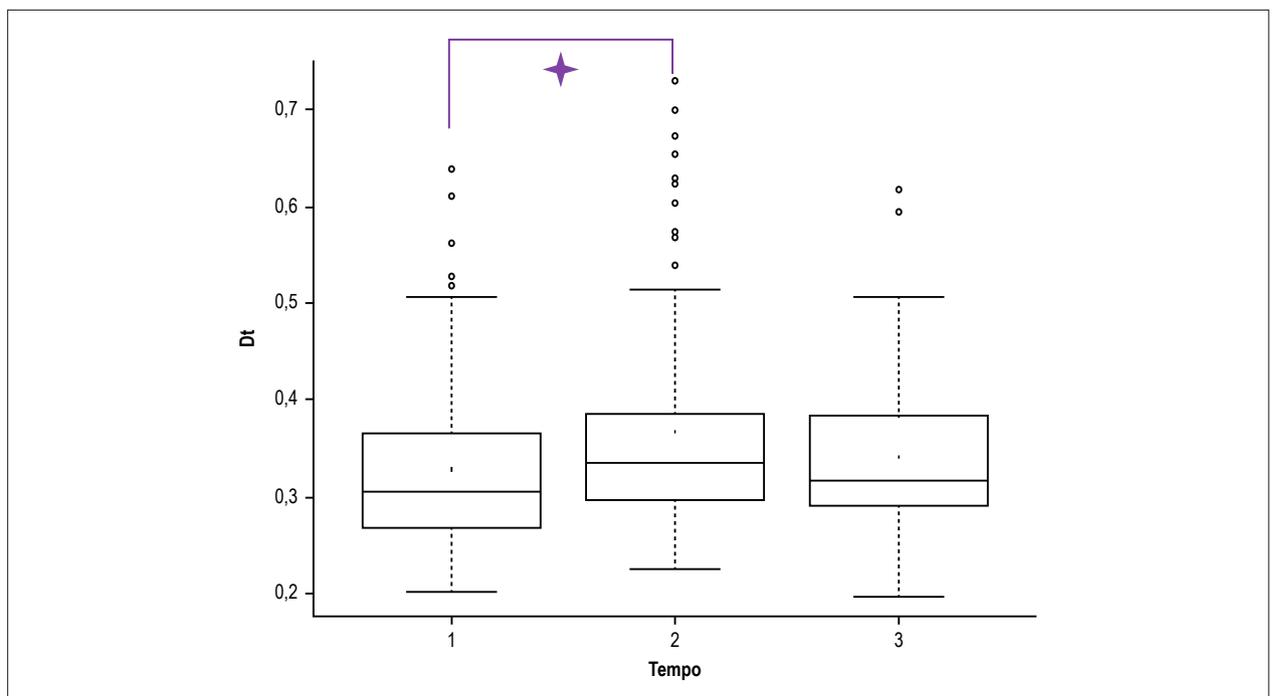


Figura 4 – Variação do deslocamento total durante período pré-MV (1), MV (2) e pós-MV (3). Valores significativos entre MV e pré-MV;  $p < 0,05$ .

realizados durante o protocolo experimental, que fosse suficiente para verificar as alterações cardiovasculares. Três voluntárias apresentaram síncope em média no 15º minuto e uma apresentou pródromos no minuto 12, o que nos auxiliou a definir que as comparações com o HUT seriam pareadas em 15 minutos de teste e assim avaliarmos quais respostas seriam observadas nas variáveis.

A manobra de Valsalva é documentada como capaz de detectar a intolerância ao ortostatismo.<sup>10</sup> Prakash e Pravitan,<sup>14</sup> ponderaram que a realização dos testes ativos com três manobras

de Valsalva em intervalos pré-determinados, poderiam ser obtidos resultados análogos com uso de drogas vasodpressoras.

Esta inferência nos motivou a vislumbrar um protocolo que pudesse ser totalmente conservador, ou seja, sem ingestão de qualquer droga ou procedimento invasivo. Aliado com a proposta oferecida por Matsushima et al.,<sup>11</sup> de comparação de dois testes ativo e passivo, formulamos a idéia de compararmos não só estes dois modos de realização do tilt test, com e sem uso de mesa ortostática, mas também de testar neles a inserção destas três manobras de Valsalva.

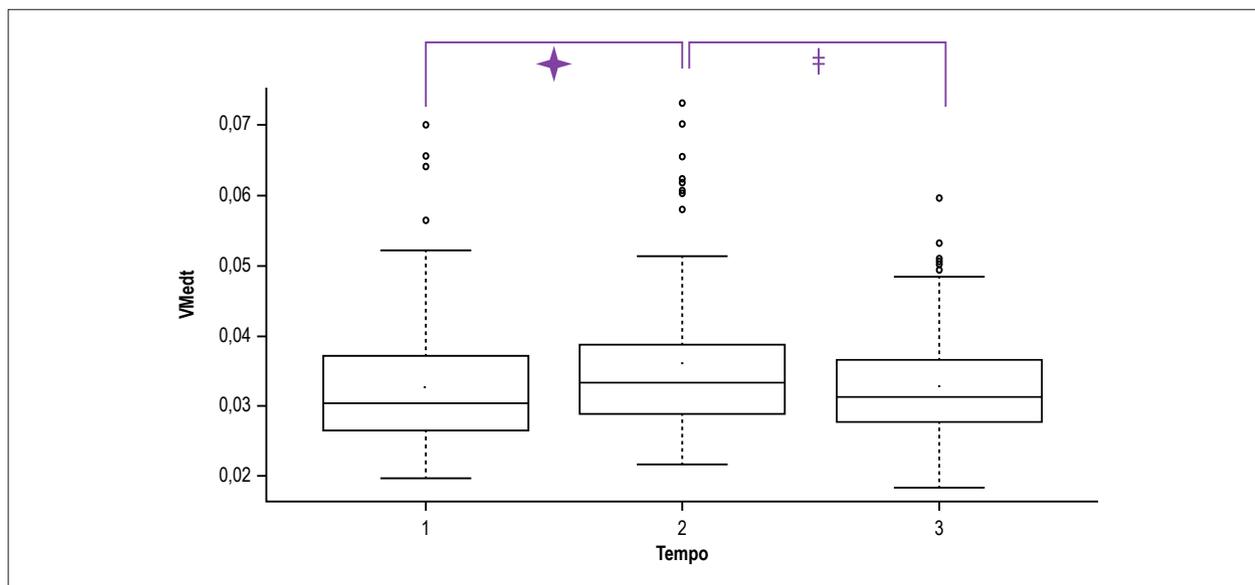


Figura 5 – Variação do VMedt durante período pré-MV (1), MV (2) e pós-MV (3). \* : Valores significativos entre MV e pré-MV;  $p < 0,05$ . ‡ : Valores significativos entre pós-MV e MV;  $p < 0,05$ .

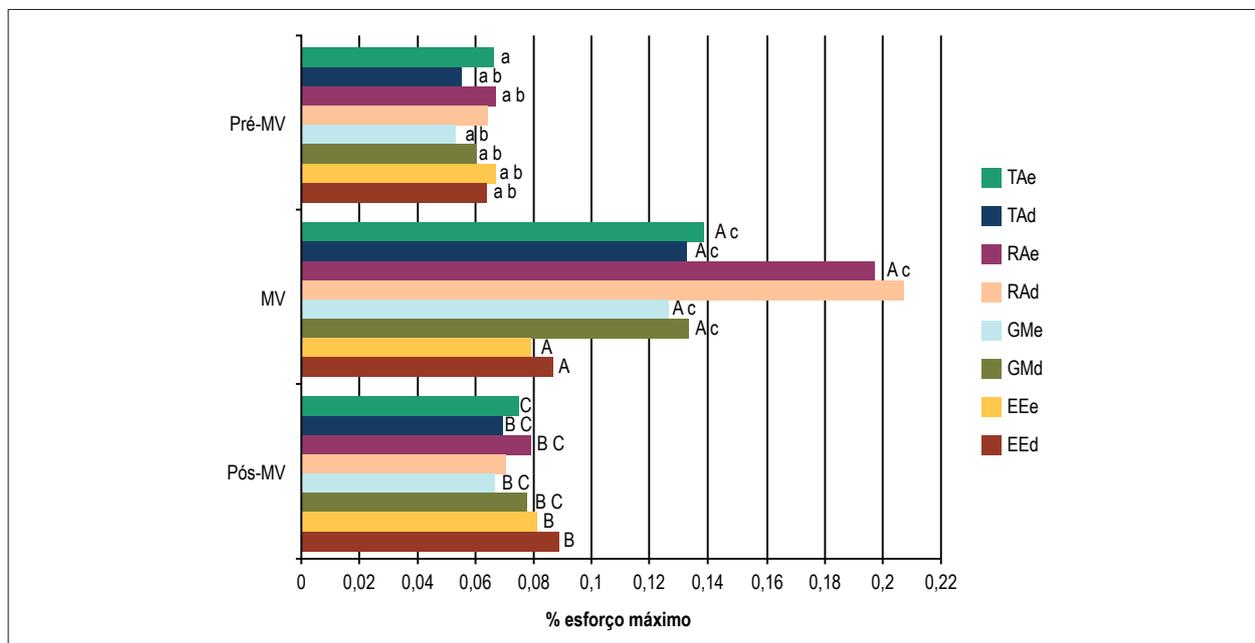


Figura 6 – Porcentagem do esforço máximo em relação à atividade eletromiográfica registrada durante o teste dividido em três estágios Pré-MV, durante MV e Pós-MV, durante AS. A, B, C: diferença significativa para o músculo correspondente em relação ao músculo correspondente representado por sua letra minúscula (a,b,c);  $p < 0,05$ .

Liu et al.,<sup>15</sup> verificaram que durante o tilt passivo a indução da síncope geralmente ocorreu após o 10º minuto e durante o tilt passivo combinado com uso de nitroglicerina sublingual, a indução da síncope ocorreu do 5º a 15º minuto do teste.

Nossos dados demonstraram para a FC, aumento desta variável em relação ao repouso para AS e HUT e incrementada pela ação da MV, durante o AS. Este aumento da frequência cardíaca com a mudança ortostática pode ser um fator preditivo para síncope em pacientes susceptíveis,<sup>16</sup> como

resposta exacerbada à hipovolemia causada pela mudança de postura. Ademais, a associação com a MV tem a capacidade de incrementar a cardioaceleração frente às mudanças da pressão arterial.<sup>17</sup>

Estas mudanças posturais e as alterações hemodinâmicas subsequentes proporcionam um aumento da atividade simpática e resistência periférica. A perda da consciência, nos pacientes com SNC, pode ser uma resposta à falha do mecanismo de retorno venoso.<sup>17</sup>

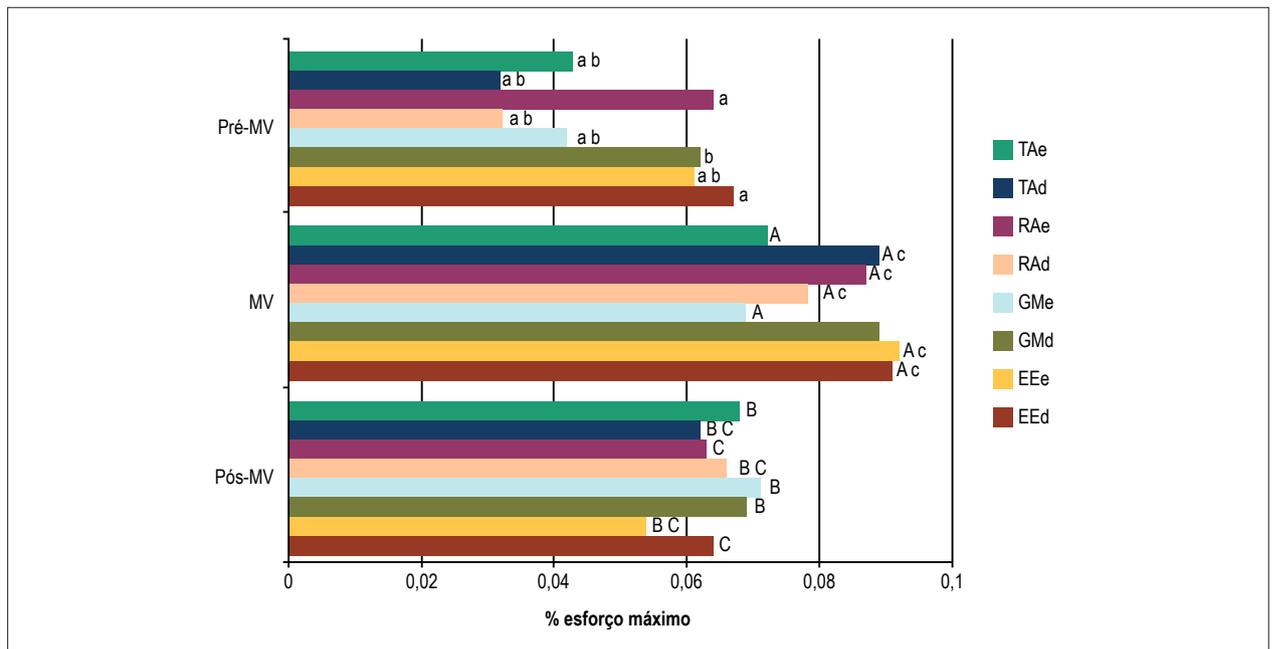


Figura 7 – Porcentagem do esforço máximo em relação à atividade eletromiográfica registrada durante o teste dividido em três estágios Pré-MV, durante MV e Pós-MV, durante HUT. A, B, C: diferença significativa para o músculo correspondente em relação ao músculo correspondente representado por sua letra minúscula (a,b,c);  $p < 0,05$ .

Apesar da premissa de que o corpo pode ser representado como um pêndulo invertido na manutenção do ortostatismo por estudos de cinemática, cinética e EMG,<sup>18,19</sup> por outro lado, a contribuição de pequenos deslocamentos nas articulações que mantêm a postura vertical, como tornozelo e quadril, desempenham importante papel no ortostatismo e não pode ser ignorada.<sup>20-22</sup>

Conscientes do papel do sistema musculoesquelético como protagonista do retorno venoso por meio da contração muscular na região do corpo abaixo da linha do coração, resolvemos documentar a atividade de alguns músculos que participam das estratégias de tornozelo para manutenção da postura ereta, tibial anterior e gastrocnêmio, e de músculos que participam da manutenção da postura do hemitórax superior, retoabdominal e erector da espinha, e assim comparar entre os dois testes. A progressão das alterações ao longo dos testes, principalmente até o término das MVs, foi observada para sete dos oito músculos estudados, exceto para RAd durante o AS e GMd durante o HUT não tiveram relevância estatística nas alterações encontradas quando comparado o período durante a realização das MVs em relação ao período pré-MV durante o ortostatismo. Se compararmos a atividade elétrica entre os dois testes, verificamos que a atividade eletromiográfica foi maior durante AS que em HUT, exceto para os músculos EEd e EEs, que tiveram atividade maior em HUT que durante o AS.

Estes dados concordam com nossa hipótese de que a participação muscular para cada um dos testes seria diferente. O AS possibilita que o paciente utilize livremente suas estratégias musculares de manutenção postural, contraindo a musculatura à medida em sinte necessidade de corrigir uma possível oscilação do corpo que possa levar à queda.

Já durante o HUT, com o paciente atado à mesa ortostática, estas estratégias ficam comprometidas, limitando o paciente a se projetar para frente apenas, visto que ele possui um anteparo da parte posterior do corpo. Assim, durante o HUT verificamos exatamente isto, uma atividade eletromiográfica maior para os eretores da espinha do que durante o AS, possivelmente devido ao exposto acima.

Tendo a musculatura esta participação no controle postural e retorno venoso, julgamos pertinente analisar a oscilação do centro de pressão por meio de uma plataforma de força para tentar entender quando as alterações cardiovasculares e a ação muscular frente a estas alterações hemodinâmicas repercutiriam na oscilação do corpo. O interessante de se ressaltar para o conjunto de dados das variáveis de deslocamento total e velocidade média total é a relevância estatística encontrada para os valores em torno da 2ª MV, onde a oscilação apresentou valores de deslocamento e velocidade superiores em relação aos tempos anteriores.

Dividindo o tempo total sobre a plataforma de força durante o AS em 3 partes, nomeadas como pré-MV, MV e após-MV, onde período MV corresponde à parte do tempo em que se realizou as três MVs, verificamos que o deslocamento total do centro de pressão sobre a plataforma e a velocidade média total foram significativamente maiores no período durante as MVs se comparado com o período pré-MV. Além disso, a velocidade média diminuiu significativamente no período após-MVs.

Gatev et al.,<sup>23</sup> documentaram que, o músculo gastrocnêmio, analisado por ele em sua porção lateral, apresentou atividade muscular positivamente relacionada com o deslocamento do CP. Ainda de acordo com Gatev et al.,<sup>23</sup> esta oscilação, principalmente antero-posterior provocada

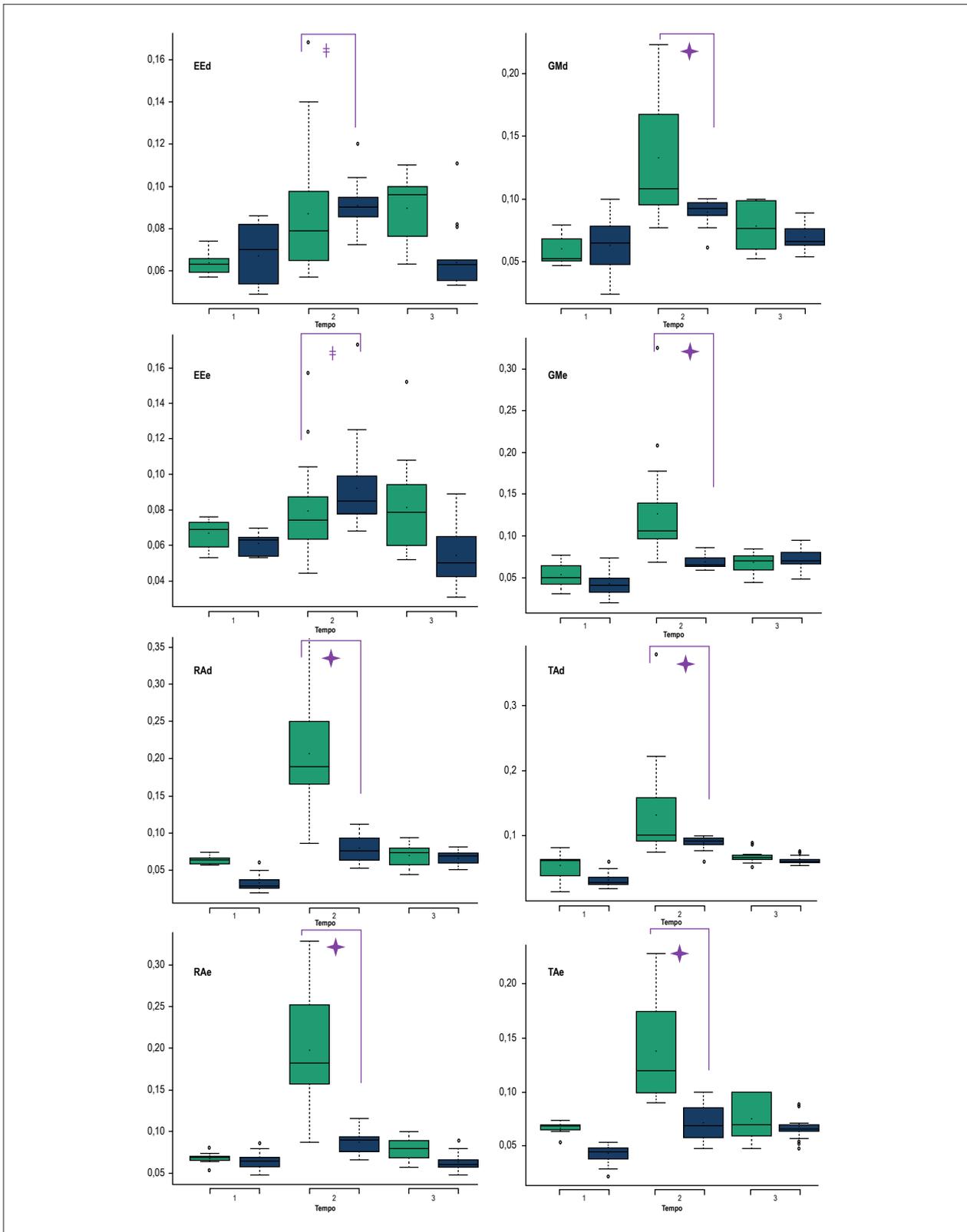


Figura 8 – Comparação da atividade EMG de todos músculos entre os testes AS (branco) e HUT (cinza) durante períodos Pré-VM (1), MV (2) e Pós-MV (3). ✦:  $p < 0,05$ .

pelos gastrocnêmios, concorda com a teoria “climbing hill” de manutenção do equilíbrio, cuja idéia é que um músculo contrai quando é tensionado e diminui sua atividade quando perde esta tensão.<sup>24</sup> Assim, para o tornozelo, com o deslocamento do centro de pressão aumentando ao longo do tempo, aumenta a atividade das musculaturas anteriores e posteriores ao tornozelo.

Em nosso contexto, o gastrocnêmio medial apresentou um aumento da atividade eletromiográfica concomitante a um aumento no deslocamento total e velocidade média de deslocamento total. Isto também ocorreu para o músculo tibial anterior, que, mesmo não sendo analisado o sentido do deslocamento pelo presente estudo, sugere que, tanto GM quanto TA podem seguir esta mesma tendência documentada por Gatev et al.<sup>23</sup>

Se levarmos em conta que as alterações cardiovasculares se deram com maior relevância também ao redor deste tempo, durante o período em que as MVs foram realizadas, podemos verificar assim uma relação sugerindo que esta MV pode ter produzido um stress não só hemodinâmico, mas com repercussão na oscilação do corpo, que pode resultar em incremento da atividade muscular com intuito de manter o equilíbrio ortostático e hemodinâmico, o que, em pessoas com síncope, onde a falha do da bomba de retorno venoso pode estar presente, a esta oscilação poderia ser ainda maior até surgirem ou sintomas pré-síncope ou mesmo a síncope propriamente dita.

Claydon e Hainsworth,<sup>25</sup> verificaram que mudanças cardiovasculares causam uma perturbação ortostática que altera o movimento dos membros inferiores para adequada compensação, relatando que, pacientes com síncope postural, a falha muscular ao compensar o pobre controle reflexo da circulação, com o aumento balanço postural, pode contribuir para os episódios de desmaios, concordando com nossas ideias a respeito do papel muscular e sua relação com o deslocamento do centro de pressão do corpo.

## Conclusões

Os resultados do trabalho, nas condições experimentais utilizadas, nos permitem concordar com nossas hipóteses iniciais, pois demonstramos que, durante a manobra postural ativa, a oscilação postural e a atividade elétrica dos músculos associados à manutenção da postura revelaram uma mudança progressiva do padrão de resposta das variáveis biomecânicas assim como das variáveis cardíacas, no decorrer do teste, amplificadas pelas manobras de Valsalva intervaladas, sendo que, para a manobra postural passiva, a participação qualitativa e quantitativa muscular foi diferente.

## Limitações do estudo

Pode-se atribuir à pesquisa algumas limitações. O número de participantes pode ter sido um fator limitante para que as alterações encontradas pudessem ter uma magnitude ainda maior. A raiz do problema quanto ao número de participantes está no desenho do estudo relativamente complexo, que submetia o voluntário a duas sessões de

testes com tempo de aproximadamente duas horas por teste, em dias diferentes. Ademais, foi estipulado o uso de voluntárias sem qualquer histórico de síncope, o que dificulta a inclusão de um número maior de indivíduos dentro do cronograma de execução do estudo, visto que boa parte da população já experimentou alguma síncope, todavia, na tentativa de homogeneizar as respostas frente aos testes e dar mais consistência aos resultados, optou-se por selecionar voluntárias sem histórico de desmaios.

Foi acompanhada as oscilações da pressão arterial sistêmica através de esfigmomanômetro manual. A avaliação da pressão arterial aferidas continuamente através do uso do Monitor de Pressão Arterial Finapress, marca Ohmeda, Denver, Colorado, seria interessante, pois este equipamento mede a pressão arterial e a frequência cardíaca continuamente. Todavia, nosso equipamento Finapress por motivos técnicos ficou impossibilitado seu uso já durante as coletas-piloto, fazendo-nos trabalhar com dispositivos de análise menos precisos e por este motivo os dados da pressão arterial não foram inseridos no presente artigo.

## Implicações clínicas e estudos futuros

O presente estudo procura sedimentar uma proposta de testes para o diagnóstico da síncope neurocardiogênica que demandem um menor tempo de exposição do paciente ao exame, aumentando o número de pacientes que podem ser examinados por período, ao mesmo tempo em que analisa um teste que não necessite de mesa ortostática, visto que nem todas as clínicas cardiológicas possuem uma destas à sua disposição. Estudos que comparem estes protocolos ativo e passivo em indivíduos com síncope neurocardiogênica é o próximo passo essencial para entendermos se estas alterações encontradas em indivíduos saudáveis serão provocadoras da síncope, antes de oferecermos estes protocolos aqui analisados definitivamente como alternativa para estudo da SNC à comunidade profissional de interesse.

## Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Liporaci RF, Saad MC, Credência JC, Marques F, Bevilaqua-Grossi D, Gallo-Júnior L; Obtenção de dados: Liporaci RF, Saad MC, Credência JC; Análise e interpretação dos dados: Liporaci RF, Saad MC; Redação do manuscrito: Liporaci RF; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Liporaci RF, Marques F, Bevilaqua-Grossi D, Gallo-Júnior L.

## Potencial conflito de interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

## Fontes de financiamento

O presente estudo foi financiado pelo CNPq.

## Vinculação acadêmica

Este artigo é parte de dissertação de Mestrado de Rogerio Ferreira Liporaci pela Universidade de São Paulo.

### Aprovação Ética e consentimento informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do(a) Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo sob o número de

protocolo 13626/2008. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

## Referências

1. Guyton AC. Tratado de fisiologia médica. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1997.
2. Lipsitz LA. Syncope in the elderly. *Ann Intern Med.* 1983;99(1):92-105. PMID: 6344721.
3. Brignole M, Alboni P, Benditt DG, Bergfeldt L, Blanc JJ, Bloch Thomsen PE, et al; Task Force on Syncope, European Society of Cardiology. Guidelines on management (diagnosis and treatment) of syncope. *Eur Heart J.* 2001;22(15):1256-306. doi: 10.1053/eurh.2001.2739.
4. Blanc JJ, Benditt DG. Syncope: definition, classification, and multiple potential causes. In: Benditt DG, Blanc JJ, Brignole M, Sutton RS. (editors). *The evaluation and treatment of syncope: a handbook for clinical practice.* Elmsford (NY): Futura/Blackwell; 2003. p. 3-10.
5. Schondorf R, Low PA. Gender related differences in the cardiovascular responses to upright tilt in normal subjects. *Clin Auton Res.* 1992;2(3):183-7. PMID: 1498564.
6. Convertino VA. Gender differences in autonomic functions associated with blood pressure regulation. *Am J Physiol.* 1998;275(6 Pt 2):R1909-20. PMID: 9843880.
7. Hainsworth R, Claydon VE. Syncope and fainting: classification and physiological basis. In: Bannister R, Mathias CJ. (editors). *Autonomic failure: a textbook of clinical disorders of the autonomic nervous system.* Oxford: Oxford University Press; 2006.
8. Kenny RA, Ingram A, Bayliss J, Sutton R. Head-up tilt: a useful test for investigating unexplained syncope. *Lancet.* 1986;1(8994):1352-6. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(86\)91665-x](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)91665-x).
9. Benditt DG, Ferguson DW, Grubb BP, Kapoor WN, Kugler J, Lerman BB. Tilt table testing for assessing syncope. *American College of Cardiology. J Am Coll Cardiol.* 1996;28(1):263-75. doi: [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(96\)00236-7](https://doi.org/10.1016/0735-1097(96)00236-7).
10. Palamarchuk IS, Baker J, Kimpinski K. The utility of Valsalva maneuver in the diagnoses of orthostatic disorders. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2016;310(3):R243-52. doi: 10.1152/ajpregu.00290.2015.
11. Matsushima R, Tanaka H, Tamai H. Comparison of the active standing test and head-up tilt test for diagnosis of syncope in childhood and adolescence. *Clin Auton Res.* 2004;14(6):376-84. doi: 10.1007/s10286-004-0182-2.
12. Vallejo M, Hermosillo AG, Infante O, Cárdenas M, Lerma C. Cardiac autonomic response to active standing in adults with vasovagal syncope. *J Clin Neurophysiol.* 2015;32(5):434-9. doi: 10.1097/WNP.0000000000000204.
13. Julu PO, Cooper VL, Hansen S, Hainsworth R. Cardiovascular regulation in the period preceding vasovagal syncope in conscious humans. *J Physiol.* 2003;549(Pt 1):299-311. doi: 10.1113/jphysiol.2002.036715.
14. Prakash ES, Pavithran P. A novel tilt table testing protocol for investigating patients suspected to have neurally mediated syncope. *Int J Cardiol.* 2007;121(3):315-6. doi: 10.1016/j.ijcard.2006.11.002.
15. Liu J, Fang P, Liu Y, Lu G, Li Z, Li X, et al. Duration of head-up tilt test for patients with suspected vasovagal syncope. *Europace.* 2011;13(4):576-80. doi: 10.1093/europace/eur015.
16. Schroeder C, Tank J, Heusser K, Busjahn A, Diedrich A, Luft FC, et al. Orthostatic tolerance is difficult to predict in recurrent syncope patients. *Clin Auton Res.* 2011;21(1):37-45. doi: 10.1007/s10286-010-0090-6.
17. Freeman R. Assessment of cardiovascular autonomic function. *Clin Neurophysiol.* 2006;117(4):716-30. doi: 10.1016/j.clinph.2005.09.027.
18. Gage WH, Winter DA, Frank JS, Adkin AL. Kinematic and kinetic validity of the inverted pendulum model in quiet standing. *Gait Posture.* 2004;19(2):124-32. doi: 10.1016/S0966-6362(03)00037-7.
19. Karlsson A, Persson T. The ankle strategy for postural control: A comparison between a model-based and a marker-based method. *Comput Methods Programs Biomed.* 1997;52(3):165-73. doi: [https://doi.org/10.1016/S0169-2607\(96\)01794-4](https://doi.org/10.1016/S0169-2607(96)01794-4).
20. Aramaki Y, Nozaki D, Masani K, Sato T, Nakazawa K, Yano H. Reciprocal angular acceleration of the ankle and hip joints during quiet standing in humans. *Exp Brain Res.* 2001;136(4):463-73. PMID: 11291727.
21. Bardy BG, Marin L, Stoffregen TA, Bootsma RJ. Postural coordination modes considered as emergent phenomena. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 1999;25(5):1284-301. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0096-1523.25.5.1284>.
22. Creath R, Kiemel T, Horak F, Peterka R, Jeka J. A unified view of quiet and perturbed stance. Simultaneous coexisting excitable modes. *Neurosci Lett.* 2005;377(2):75-80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.11.071>.
23. Gatev P, Thomas S, Kepple T, Hallett M. Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. *J Physiol.* 1999;514(Pt 3):915-28. doi: 10.1111/j.1469-7793.1999.915adx.
24. Walsh EG. Possible factors in postural sway. In: *Cerebellum, posture and cerebral palsy.* London: Little Club Clinics N.3. Heinemann; 1963.
25. Claydon VE, Hainsworth R. Increased postural sway in control subjects with poor orthostatic tolerance. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46(7):1309-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.07.011>.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons