



# Efeito agudo da terapia por ondas de choque na pressão plantar e equilíbrio de indivíduos hemiparéticos

*Acute effect of shockwave therapy on plantar pressure distribution and balance in hemiparetic individuals*


Brenda Góes Rosella <sup>1</sup>

Mariane Cherryne Neves de Souza Vianna <sup>1</sup>

Laura Mendonça Scandiuzzi <sup>1</sup>

Douglas Cardoso da Cruz <sup>1</sup>

Cristiane Rodrigues Pedroni <sup>1,2</sup>

Flávia Roberta Faganello-Navega <sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Marília, SP, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, SP, Brasil

Data da primeira submissão: Maio 21, 2024

Última revisão: Julho 9, 2024

Aceito: Julho 30, 2024

Editor associado: Ana Paula Cunha Loureiro

\*Correspondência: faganello.navega@unesp.br

## Resumo

**Introdução:** O acidente vascular cerebral (AVC) é a segunda principal causa de morte e é uma das doenças que mais gera incapacidade. A hemiparesia é o déficit motor mais comum e tem como uma das características assimetrias na sustentação do peso e na área de apoio plantar, acarretando déficits de equilíbrio. A terapia por ondas de choque extracorpórea (TOCE) tem se mostrado eficaz na redução da espasticidade pós-AVC. **Objetivo:** Avaliar o efeito de uma sessão de TOCE na distribuição de pressão plantar e no equilíbrio estático e dinâmico de indivíduos hemiparéticos pós-AVC. **Métodos:** Participaram da pesquisa 12 indivíduos com hemiparesia em estágio crônico. A coleta de dados foi dividida em dois dias. No primeiro dia, realizaram-se anamnese e os testes *timed up and go* (TUG), *four square step test* (FSST) e *short physical performance battery* (SPPB). Após a realização dos testes, avaliou-se a distribuição da pressão plantar por meio da baropodometria. Ainda no primeiro dia, os participantes receberam a TOCE no ventre muscular do músculo gastrocnêmio do lado hemiparético. Ao término da sessão de TOCE e após 7 dias, os indivíduos foram reavaliados. **Resultados:** Os resultados referentes às avaliações do equilíbrio estático e dinâmico e da baropodometria realizados nos momentos antes, imediatamente após e uma semana após a aplicação da TOCE não apontaram diferença significativa entre as três avaliações em nenhum dos testes e em nenhum dos momentos realizados. **Conclusão:** Uma sessão de TOCE não afetou a distribuição de pressão plantar e o equilíbrio estático e dinâmico de indivíduos hemiparéticos pós-AVC.

**Palavras-chave:** Tratamento por ondas de choque extracorpórea. Equilíbrio postural. Acidente vascular cerebral.

## Abstract

**Introduction:** Cerebral vascular accident (CVA) is the second leading cause of death and is one of the diseases that most generate disability. Hemiparesis is the most common motor deficit, and one of its characteristics is asymmetry in weight bearing and in the plantar support area, leading to balance deficits. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) has been shown to be effective in reducing post-stroke spasticity.

**Objective:** To evaluate the effect of a ESWT session on the distribution of plantar pressure and on the static and dynamic balance of hemiparetic individuals after stroke. **Methods:** Twelve individuals with hemiparesis as a result of stroke in the chronic stage participated in the study. Data collection was divided into two days. On the first day, anamnesis and tests were performed: timed up and go (TUG), four square step test (FSST), and short physical performance battery (SPPB). After carrying out the tests, the distribution of plantar pressure was evaluated using baropodometry. Also on the first day, participants received ESWT in the muscle belly of the gastrocnemius muscle on the hemiparetic side. At the end of the ESWT session and after 7 days, the individuals were reassessed. **Results:** The results referring to the static and dynamic balance and baropodometry evaluations performed before, immediately after and one week after the application of ESWT did not show a significant difference between the three evaluations in any of the tests and in any of the moments performed. **Conclusion:** One ESWT session did not affect plantar pressure distribution and static and dynamic balance of hemiparetic individuals after stroke.

**Keywords:** Extracorporeal shockwave therapy. Postural balance. Stroke.

## Introdução

Em 2019, o acidente vascular cerebral (AVC), de acordo com dados globais, foi a segunda principal causa de morte (6,6 milhões de mortes) e a terceira principal causa de incapacidade.<sup>1,2</sup> Com o aumento da idade, a incidência de AVC cresce e, sem melhorias nos programas de prevenção e reabilitação, as mortes e incapacidades globais devem aumentar.<sup>3</sup> Os efeitos a longo prazo do AVC podem reduzir a independência e a qualidade de vida, exigindo suporte contínuo de familiares ou profissionais de saúde. A identificação e tratamento

precoces melhoram os resultados e reduzem a gravidade das incapacidades. A reabilitação, que pode incluir fisioterapia, terapia ocupacional e terapia da fala, é crucial para a recuperação, ajudando a melhorar habilidades físicas e cognitivas.<sup>4,5</sup>

A hemiparesia, caracterizada por deficiência motora, espasticidade e fraqueza muscular no lado do corpo contralateral à lesão, é o déficit motor mais comum após um AVC. Cerca de 20-40% das pessoas que tiveram AVC desenvolvem espasticidade,<sup>6</sup> um distúrbio do movimento que aumenta o tônus muscular<sup>7</sup> e pode limitar o uso do membro afetado, causar dor, contraturas e quedas, prejudicando a marcha.<sup>8</sup> Geralmente, a espasticidade é acompanhada por sinais como perda de controle motor seletivo, fraqueza e destreza, bem como movimentos lentos e falta de coordenação.<sup>9</sup> O manejo adequado da espasticidade pode melhorar a função motora durante a fase crônica do AVC.

Em indivíduos hemiparéticos, a sustentação do peso e a área de apoio plantar são assimétricas e diminuídas do lado parético.<sup>10</sup> Isso se deve, em parte, à contratura em flexão plantar, conhecida como "pé caído", que resulta em incapacidade de dorsiflexionar o tornozelo afetado durante a fase de balanço da marcha.<sup>11</sup> Com o pé em flexão plantar, há diminuição da área de apoio plantar e, conseqüentemente, uma diminuição da aferência cutânea dos mecanorreceptores plantares que fornecem informações espaciais e temporais sobre as pressões de contato dos pés,<sup>12</sup> afetando o equilíbrio e aumentando o risco de quedas.

O equilíbrio, capacidade de manter o corpo dentro da base de suporte, é essencial tanto em repouso quanto em movimento<sup>13</sup> e depende da integração dos sistemas vestibular, visual e somatossensorial. Alterações no equilíbrio, redução da área de pressão plantar e fraqueza muscular associada à hemiparesia diminuem a mobilidade funcional e a independência de indivíduos pós-AVC.

A terapia por ondas de choque extracorpórea (TOCE) consiste em uma sequência de pulsos acústicos modificados para transmitir energia mecânica, caracterizados por alta pressão de pico, aumento rápido de pressão e curta duração.<sup>14</sup> Segundo Taheri et al.,<sup>15</sup> a TOCE é considerada um tratamento não invasivo e eficaz na redução da espasticidade pós-AVC. Os locais mais comuns de aplicação são os flexores de punho e plantares, devido ao fato de esses músculos serem os mais acometidos pela espasticidade.<sup>16</sup>

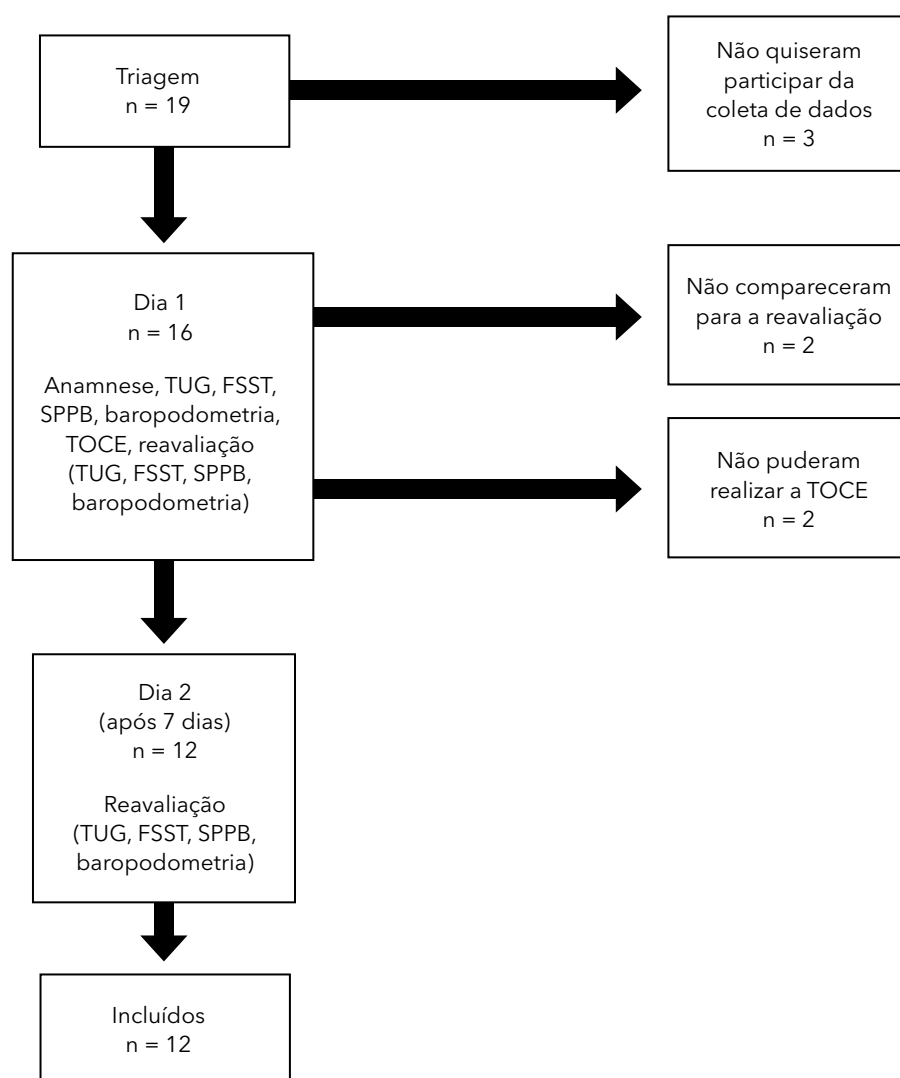
Os mecanismos de ação da TOCE na redução da espasticidade ainda não estão completamente elucidados, mas existem algumas hipóteses. Uma delas sugere que a TOCE aumenta a produção de óxido nítrico, que atua na vasodilatação, neoangiogênese e regulação da inflamação no sistema nervoso central.<sup>17</sup> Outra hipótese é que a TOCE influencia no componente não neural da espasticidade, melhorando a fibrose muscular e as propriedades reológicas do músculo espástico.<sup>18</sup>

O objetivo deste estudo, portanto, foi avaliar o efeito de uma sessão de TOCE na distribuição de pressão

plantar e no equilíbrio estático e dinâmico de indivíduos hemiparéticos pós-AVC.

## Métodos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista (UNESP), com parecer nº 5.541.259. Participaram da pesquisa 12 indivíduos, nove do sexo masculino e três do sexo feminino (Figura 1).



**Figura 1** - Fluxograma de inclusão e não inclusão dos participantes.

Nota: TUG = *timed up and go*; FSST = *four square step test*; SPPB = *short physical performance battery*; TOCE = *terapia por ondas de choque extracorpórea*.

A coleta de dados foi realizada no Centro de Estudos da Educação e Saúde da Faculdade Filosofia e Ciências da UNESP. Foram incluídos participantes com hemiparesia em decorrência de AVC (isquêmico ou hemorrágico) em estágio crônico (após 6 meses de lesão), com idade igual ou superior a 18 anos, e que apresentavam marcha independente ou com uso de dispositivos auxiliares. Não foram incluídos indivíduos com distúrbios psiquiátricos e/ou cognitivos que impedissem a compreensão e execução da atividade requerida.

### Procedimentos

A coleta de dados foi dividida em dois dias. No primeiro dia, realizou-se anamnese com questionamentos sobre nome, idade, tempo de AVC, lado mais comprometido, medicamentos em uso e horários, mensuração do peso corporal, histórico de quedas, entre outros. Posteriormente, os participantes foram avaliados quanto ao equilíbrio (estático e dinâmico) por meio dos testes *timed up and go* (TUG), *four square step test* (FSST) e *short physical performance battery* (SPPB). Após a realização dos testes, avaliou-se a distribuição da pressão plantar por meio da baropodometria. Ainda no primeiro dia, os participantes receberam a TOCE no ventre do músculo gastrocnêmio do lado hemiparético. Ao término da sessão de TOCE e após sete dias, os indivíduos foram reavaliados.

O TUG tem como objetivo avaliar a mobilidade e o equilíbrio funcional. O teste quantifica a mobilidade funcional (em segundos) por meio do tempo que o indivíduo leva para realizar a tarefa de levantar-se de uma cadeira, caminhar três metros, virar, voltar rumo à cadeira e sentar-se novamente.<sup>19</sup> Bischoff et al.<sup>20</sup> consideram que a realização do teste em até 10 segundos é o tempo considerado normal para adultos saudáveis, independentes e sem risco de quedas; valores entre 11-20 segundos é o esperado para idosos com deficiência ou frágeis, com independência parcial e com baixo risco de quedas; acima de 20 segundos sugere que o idoso apresenta déficit importante da mobilidade física e risco de quedas. Os mesmos autores determinam um desempenho de até 12 segundos como tempo normal para a realização do teste por idosos comunitários.

O FSST, descrito por Dite e Temple,<sup>21</sup> é um teste clínico que avalia o equilíbrio dinâmico e a mobilidade. É composto por quatro bastões de 90 cm de comprimento apoiados no chão, formando um quadrado; os quadrados são enumerados de 1 a 4. No teste, realiza-se

a medição do tempo que o participante leva para pisar o mais rápido possível em cada quadrado na seguinte sequência: 2, 3, 4, 1, 4, 3, 2 e 1 sem tocar nos bastões e com ambos os pés fazendo contato com o chão de cada quadrado. O teste é repetido se o indivíduo não conseguir completar a sequência com sucesso, perder o equilíbrio ou fazer contato com um bastão durante a sequência. Participantes com pontuações superiores a 15 segundos são considerados como caidores múltiplos e aqueles com escores  $\leq 15$  como não caidores.<sup>21</sup>

O teste SPPB foi utilizado para avaliar o equilíbrio estático e dinâmico e a força dos membros inferiores. Para a avaliação do equilíbrio estático, o participante é instruído a permanecer por 10 segundos nas posturas pés juntos, semi tandem e tandem, e a pontuação dessa tarefa é feita através do tempo que o indivíduo permanecer nas posições. A avaliação de força dos membros inferiores é calculada a partir do tempo que o participante leva para levantar e sentar-se da cadeira 5 vezes, e a avaliação do equilíbrio dinâmico é obtida pelo tempo que o indivíduo leva para completar uma caminhada de 3m. A pontuação para os últimos dois testes é dada pela capacidade de concluir a tarefa e pelo tempo que o participante leva para realizá-la. A pontuação das três tarefas é somada, variando de 0 a 12 pontos. Pontuações mais altas sugerem maiores capacidades funcionais e pontuações mais baixas sugerem menores capacidades funcionais.<sup>22</sup>

### Protocolo de terapia de ondas de choque

Para aplicação da TOCE, o participante foi posicionado em decúbito ventral e o aparelho foi mantido alinhado durante toda aplicação para que permanecesse perpendicular à pele do participante. O equipamento utilizado para a aplicação de ondas de choque extracorpórea foi o Thork Shock Wave (Ibramed, São Paulo, Brasil), constituído de aço inox, com diâmetro de 15 mm<sup>2</sup> e profundidade de penetração da terapia de 20 a 30 mm.<sup>23</sup> A aplicação foi realizada no ventre do músculo gastrocnêmio do lado parético, com os parâmetros: 1500 disparos, densidade do fluxo de energia = 0,1 mJ/mm<sup>2</sup>, frequência = 5 Hz e pressão = 1 bar.

### Baropodometria

Para a avaliação baropodométrica, todos os indivíduos permaneceram em pé sobre a plataforma, em posição estática, bípede, com os braços pendentes ao

longo do corpo, com os olhos abertos direcionados a um ponto fixo na parede da sala de exame. Inicialmente, os participantes permaneceram na plataforma por 10 segundos para realizar a calibração do baropodômetro, que foi calibrado por peso antes de cada medição seguindo o procedimento recomendado pelo fabricante. Após a calibração do equipamento, os participantes foram submetidos a um teste para a familiarização com o equipamento; logo após, foram realizadas três coletas de 10 segundos cada. Todos os participantes foram avaliados no mesmo baropodômetro (EPS R-1-KINETEC®). O baropodômetro registra as imagens de pontos de pressão plantar, oscilações ântero-posteriores e oscilações laterais (ambas em cm), ou seja, nos eixos Y e X, e oscilações do centro de pressão medidos em superfície por cm<sup>2</sup>.

Os seguintes parâmetros estabilométricos e de pressão plantar clinicamente relevantes foram medidos: superfície de pressão do lado parético (Sup-P) e não parético (Sup-NP), em cm<sup>2</sup>; centro de pressão do lado parético (CPP-P) e não parético (CP-NP), em cm; amplitude de oscilação latero lateral (A\_LL), em mm; velocidade de oscilação latero lateral (V\_LL), em mm/s; desvio padrão de oscilação latero lateral (DP\_LL), em mm; amplitude de oscilação antero posterior (A\_AP), em mm; velocidade de oscilação antero posterior (V\_AP), em mm/s; desvio padrão de oscilação antero posterior (DP\_AP), em mm.

Os dados foram apresentados em valores de média e desvio-padrão. A análise estatística foi realizada por meio do software PASW statistics 18.0® (*Statistical Package for the Social Sciences*). Para a comparação das avaliações, realizou-se o teste ANOVA medidas repetidas com *post hoc* de Bonferroni. Em todos os testes estatísticos foi adotado nível de significância de  $p < 0,05$ .

## Resultados

Participaram do estudo 12 indivíduos de ambos os sexos, com média de idade de  $61,41 \pm 15,32$  anos. Na Tabela 1 podem ser observados os dados referentes à caracterização da amostra em relação à idade, peso, altura, lado parético, tempo de diagnóstico e número de quedas.

Na Tabela 2 podem ser observados os resultados referente às avaliações do equilíbrio estático e dinâmico realizadas por meio dos testes FSST, TUG e SPPB nos momentos antes, imediatamente após e uma semana após a aplicação da TOCE. A análise estatística não apontou diferença significativa entre as três avaliações em nenhum dos testes realizados. A Tabela 3 mostra os resultados referentes às variáveis analisadas na baropodometria. A análise estatística (ANOVA medidas repetidas) não apontou diferença significativa entre os três momentos analisados (antes, imediatamente após e uma semana após) para nenhuma das variáveis.

**Tabela 1** - Caracterização da amostra

Variável	Média ± DP*
Sexo (feminino/masculino)	3/9
Idade (anos)	61,41 ± 15,32
Altura (m)	162,25 ± 12,18
Peso (kg)	67,41 ± 12,18
Lado parético (direito/esquerdo)	6/6
Tempo de acidente vascular cerebral (meses)	69,50 ± 46,46
Número de quedas	0,88 ± 1,20

Nota: \*Exceto para sexo e lado parético. DP = desvio padrão.

**Tabela 2** - Resultados referentes às avaliações do FSST, TUG e SPPB realizadas nos momentos antes, imediatamente após e uma semana após a TOCE

Teste	Antes	Imediatamente após	Uma semana após	valor-p	F
FFST	37,31 ± 6,07	34,69 ± 5,85	33,83 ± 5,70	0,45	0,81
TUG	24,12 ± 0,32	25,37 ± 4,98	22,63 ± 4,31	0,32	1,18
SPSS	7,58 ± 0,87	7,50 ± 0,73	7,63 ± 0,66	0,91	0,09

Nota: FFST = *Four square step test*; TUG = *Timed up and go*; SPSS = *Short physical performance battery*; TOCE = terapia por ondas de choque extracorpórea. Valores apresentados em média ± desvio padrão. Análise - ANOVA de medidas repetidas. Nível de significância  $p < 0,05$ .

**Tabela 3** - Resultados referentes às avaliações da baropodometria

Parâmetros	Antes	Imediatamente após	Uma semana após	valor-p	F
Sup-P	62,62 ± 4,11	59,66 ± 4,02	65,13 ± 6,43	0,38	0,990
Sup-NP	73,99 ± 5,65	74,72 ± 4,86	74,95 ± 5,79	0,94	0,061
CP-P	13,40 ± 1,05	12,91 ± 1,21	14,32 ± 1,61	0,54	0,062
CP-NP	7,42 ± 0,85	8,73 ± 1,19	7,33 ± 1,19	0,12	2,258
A_LL	7,35 ± 1,46	8,58 ± 2,14	7,88 ± 1,42	0,61	0,497
V_LL	2,62 ± 0,35	3,06 ± 0,62	2,71 ± 0,44	0,66	0,411
DP_LL	1,86 ± 0,37	2,13 ± 0,57	2,07 ± 0,39	0,69	0,366
A_AP	10,89 ± 1,66	10,73 ± 1,51	11,00 ± 2,30	0,98	0,012
V_AP	5,09 ± 0,81	4,48 ± 0,71	5,11 ± 0,97	0,76	0,297
DP_AP	2,46 ± 0,40	2,98 ± 0,47	2,71 ± 0,61	0,58	0,549

Nota: Sup-P = superfície lado parético (cm<sup>2</sup>); Sup-NP = superfície lado não parético (cm<sup>2</sup>); CPP-P = centro de pressão lado parético (cm); CP-NP = centro de pressão lado não parético (cm); A\_LL = amplitude de oscilação latero lateral (mm); V\_LL = velocidade de oscilação latero lateral (mm/s); DP\_LL = desvio padrão de oscilação latero lateral (mm); A\_AP = amplitude de oscilação antero posterior (mm); V\_AP = velocidade de oscilação antero posterior (mm/s); DP\_AP = desvio padrão de oscilação antero posterior (mm).

## Discussão

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de uma sessão de TOCE na distribuição de pressão plantar e no equilíbrio estático e dinâmico de indivíduos hemiparéticos pós-AVC. Esperava-se encontrar melhora na distribuição da pressão plantar e no equilíbrio imediatamente após e sete dias depois da aplicação da TOCE. A análise estatística, realizada por meio do teste ANOVA de medidas repetidas, não apontou diferença significativa entre os três momentos analisados (antes, imediatamente após e uma semana após) para nenhuma das variáveis.

A intervenção por TOCE no equilíbrio, avaliado pelos testes TUG, SPPB e FSST, não apresentou diferença significativa no presente estudo. Resultados semelhantes, em relação ao TUG, foram apontados anteriormente. O trabalho de revisão sistemática realizado por Mihai e et al.<sup>24</sup> mostrou que o TUG não apresentou alterações significativas após a aplicação da TOCE nos estudos incluídos na revisão que utilizaram este teste.<sup>25,26</sup> Vale ressaltar que os estudos analisados tinham como dosagem: pulsos de 1.500 a 2.000, frequência de 4 e 10 Hz, sendo 4 Hz e 5 Hz as mais usadas, e níveis de energia de pressão entre 0,03 e 0,340 mJ/mm<sup>2</sup>.<sup>24</sup> Tal resultado pode ser devido ao fato de que, assim como no presente estudo, utilizou-se apenas uma sessão de TOCE. Levando em consideração as dificuldades das atividades propostas pelo TUG, que envolvem, além do padrão de marcha e sua complexidade, as

funções de levantar, retornar e sentar, pode-se sugerir além de um número maior de sessões de TOCE, que elas sejam realizadas em conjunto com exercícios fisioterapêuticos convencionais e/ou específicos para a tarefa.

Além da complexidade das tarefas, é importante ressaltar que a ação de sentar e levantar, presente tanto no SPPB quanto no TUG, exige força muscular adequada. A fraqueza muscular, decorrente de fatores neurais e alterações musculares,<sup>27,28</sup> é uma das principais sequelas após o AVC. Alterações intrínsecas nos músculos, como mudanças no fenótipo da fibra muscular, sarcômeros hiperalongados, proliferação do tecido conjuntivo, mudanças no comprimento do músculo e atrofia muscular,<sup>27,29-32</sup> requerem treinamento específico para serem revertidas. No presente estudo, foram incluídos pacientes na fase crônica do AVC, o que sugere que as alterações musculoesqueléticas já estavam estabelecidas. Recomenda-se que estudos sejam realizados utilizando a TOCE na fase subaguda do AVC, quando as alterações musculoesqueléticas secundárias ao AVC ainda não estão totalmente consolidadas.

Não foram encontrados na literatura estudos que tenham utilizado o SPPB e o FSST como método de avaliação após a utilização da TOCE em indivíduos hemiparéticos e nem em outras populações com ou sem acometimentos neurológicos, o que leva à sugestão de que novos estudos sejam realizados com a TOCE como adjuvante na reabilitação. Segundo Stookey et al.,<sup>33</sup> o SPPB é um teste bastante relevante para a população

pós-AVC e pode ser utilizado como preditor de capacidade funcional após AVC devido a sua relação ao teste de caminhada de 6 metros e ao consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2\text{pico}}$ ). Por sua vez, o FSST está relacionado ao risco de queda em indivíduos pós-AVC.<sup>34</sup> Sendo assim, sugere-se que novos estudos sejam realizados, com número maior de sessões de TOCE associadas a outras intervenções fisioterapêuticas, para verificar se acarretarão em alterações funcionais importantes refletidas pelo melhor desempenho nos testes SPPB, FSST e TUG.

Lee e Kim<sup>35</sup> também sugeriram, após a realização de um estudo que sintetizou as evidências sobre os efeitos da TOCE em pacientes com AVC, com foco no equilíbrio, redução da dor, melhora da espasticidade e controle muscular, que a TOCE deve ser utilizada como adição eficaz à reabilitação convencional. A estimulação mecânica induzida pela TOCE promove o reparo tecidual e a reeducação neuromuscular,<sup>35</sup> proporcionando melhores condições para que o treino de tarefas específicas seja realizado.

Em relação à área de distribuição da pressão plantar, representada pelas variáveis Sup\_A e Sup\_NA, e às medidas de oscilação corporal analisadas pelo baropodometro (Tabela 3), não foram verificadas alterações significativas após a aplicação da TOCE. No estudo realizado por Wu e et al.,<sup>36</sup> encontrou-se diferença significativa na área de contato plantar, na mobilização passiva de tornozelo e na espasticidade, entretanto, diferente do presente estudo, os autores realizaram três sessões de TOCE com intervalo de uma semana entre elas. O uso de três sessões de TOCE foi indicado por Silveira<sup>37</sup> em um estudo de revisão integrativa. Segundo a autora, três sessões mostraram resultados mais eficientes para o tratamento da espasticidade em membro inferior e de variáveis como contato plantar, habilidades e dificuldades em algumas atividades de vida diária e teste de caminhada de 10 metros.<sup>35</sup>

Um fator relevante foi verificado por Perry et al.,<sup>12</sup> que investigaram o nível de sensibilidade da superfície plantar em idosos em comparação com adultos jovens. Os achados do trabalho apontam que idosos apresentam diminuição na sensibilidade da superfície plantar em comparação a adultos jovens. Ademais, Ruwer et al.<sup>38</sup> trazem que o envelhecimento compromete a habilidade do sistema nervoso central de realizar o processamento das vias vestibulares, visuais e proprioceptivas, que são responsáveis pelo equilíbrio. Desse modo, os indivíduos coletados no presente estudo, em sua maioria idosos,

apresentam alterações no equilíbrio e na distribuição da pressão plantar devido ao AVC, mas também devido ao processo de envelhecimento. Assim, uma sessão de TOCE pode não ter sido o suficiente para influenciar de maneira significativa as variáveis estudadas.

Como limitações do estudo destacam-se o número reduzido de sessões, a dosagem (número de disparos e energia emitida) e o tamanho amostral reduzido de participantes. Este estudo demonstrou que, na dosagem empregada, uma sessão não foi suficiente para alcançar o objetivo principal da pesquisa. Entretanto esses resultados são importantes como contribuição à literatura científica, já que trabalhos com tema de TOCE em pacientes pós-AVC ainda são escassos.

## Conclusão

Uma sessão de TOCE na dosagem de 1500 disparos, densidade do fluxo de energia de 0,1 mJ/mm<sup>2</sup> e frequência de 5 Hz não alterou a distribuição de pressão plantar e o equilíbrio estático e dinâmico de indivíduos hemiparéticos pós-AVC.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## Contribuição dos autores

BGR e FRFN formularam os objetivos e metas da pesquisa. BGR, MCNSV e LMS conduziram o processo de pesquisa e investigação, especificamente realizando a coleta de dados, os quais foram analisados e sintetizados por FRFN. DCC participou ativamente da discussão e CRP e FRFN revisaram o manuscrito. Todos os autores aprovaram a versão final.

## Referências

1. GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Neurol.* 2021;20(10):795-820. DOI



2. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396(10258):1204-22. DOI
3. Feigin VL, Owolabi MO; World Stroke Organization-Lancet Neurology Commission Stroke Collaboration Group. Pragmatic solutions to reduce the global burden of stroke: a World Stroke Organization-Lancet Neurology Commission. *Lancet Neurol*. 2023; 22(12):1160-206. DOI
4. Sohn MK, Cho KH, Kim YJ, Hwang SL. Spasticity and electrophysiologic changes after extracorporeal shock wave therapy on gastrocnemius. *Ann Rehabil Med*. 2011;35(5):599-604. DOI
5. Larson ST, Ray BE, Wilbur J. Ischemic stroke management: Posthospitalization and transition of care. *Am Fam Physician*. 2023;108(1):70-7. Link
6. Zorowitz RD, Gillard PJ, Brainin M. Poststroke spasticity: sequelae and burden on stroke survivors and caregivers. *Neurology*. 2013;80(3 Suppl 2):S45-52. DOI
7. Li S, Francisco GE, Rymer WZ. A new definition of poststroke spasticity and the interference of spasticity with motor recovery from acute to chronic stages. *Neurorehabil Neural Repair*. 2021;35(7):601-10. DOI
8. Rush R, Kumbhare D. Spasticity. *CMAJ*. 2015;187(6):436. DOI
9. Cabanas-Valdés R, Calvo-Sanz J, Urrútia G, Serra-Llobet P, Pérez-Bellmunt A, Germán-Romero A. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy to reduce lower limb spasticity in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Top Stroke Rehabil*. 2020;27(2):137-57. DOI
10. Kim DY, Park CI, Jang YW, Ahn SY, Na SI, Park YS. The relationship between weight-bearing and stiff-knee gait in hemiplegic patients. *J Korean Acad Rehabil Med*. 2004;28(1):20-5. Link
11. Ye F, Howatt D, Mullick A, Graham M, Balakrishnan A, Kooi CV, et al. Megalin regulates angiotensinogen and contributes to atherosclerosis. *Arterioscl Thromb Vas Biol*. 2017;37(Suppl 1):A227. DOI
12. Pery SD, McIlroy WE, Maki BE. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. *Brain Res*. 2000;877(2):401-6. DOI
13. Ribeiro TV. Estudo do equilíbrio estático e dinâmico em indivíduos idosos [dissertação]. Porto: Universidade do Porto; 2009. Link
14. International Society for Medical Shockwave Treatment. Indications. 2020 [acesso 20 abr 2024]. Disponível em: <https://www.shockwavetherapy.org/abouteswt/indications/>
15. Taheri P, Vahdatpour B, Mellat M, Ashtari F, Akbari M. Effect of extracorporeal shock wave therapy on lower limb spasticity in stroke patients. *Arch Iran Med*. 2017;20(6):338-43. Link
16. Guo P, Gao F, Zhao T, Sun W, Wang B, Li Z. Positive effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in poststroke patients: A meta-analysis. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2017;26(11):2470-6. DOI
17. Mariotto S, Prati AC, Cavalieri E, Amelio E, Marlinghaus E, Suzuki H. Extracorporeal shock wave therapy in inflammatory diseases: molecular mechanism that triggers anti-inflammatory action. *Curr Med Chem*. 2009;16(19):2366-72. DOI
18. Dymarek R, Taradaj J, Rosińczuk J. The effect of radial extracorporeal shock wave stimulation on upper limb spasticity in chronic stroke patients: a single-blind, randomized, placebo-controlled study. *Ultrasound Med Biol*. 2016;42(8):1862-75. DOI
19. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991;39(2):142-8. DOI
20. Bischoff HA, Stähelin HB, Monsch AU, Iversen MD, Weyh A, von Dechend M, et al. Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the timed 'up and go' test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age Ageing*. 2003;32(3):315-20. DOI
21. Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(11):1566-71. DOI



22. Treacy D, Hassett L. The Short Physical Performance Battery. *J Physiother.* 2018;64(1):61. [DOI](#)
23. Santamato A, Micello MF, Panza F, Fortunato F, Logroscino G, Picelli A, et al. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of poststroke plantar-flexor muscles spasticity: a prospective open-label study. *Top Stroke Rehabil.* 2014;21 (Suppl 1):S17-24. [DOI](#)
24. Mihai EE, Dumitru L, Mihai IV, Berteanu M. Long-term efficacy of extracorporeal shock wave therapy on lower limb post-stroke spasticity: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Med.* 2020;10(1):86. [DOI](#)
25. Radinmehr H, Nakhostin Ansari N, Naghdi S, Olyaei G, Tabatabaei A. Effects of one session radial extracorporeal shockwave therapy on post-stroke plantarflexor spasticity: a single-blind clinical trial. *Disabil Rehabil.* 2017;39(5):483-90. [DOI](#)
26. Radinmehr H, Ansari NN, Naghdi S, Tabatabaei A, Moghimi E. Comparison of therapeutic ultrasound and radial shock wave therapy in the treatment of plantar flexor spasticity after stroke: A prospective, single-blind, randomized clinical trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2019;28(6):1546-54. [DOI](#)
27. McNulty PA, Lin G, Doust CG. Single motor unit firing rate after stroke is higher on the less-affected side during stable low-level voluntary contractions. *Front Hum Neurosci.* 2014;8: 518. [DOI](#)
28. Silva-Couto MA, Prado-Medeiros CL, Oliveira AB, Alcântara CC, Guimarães AT, Salvini TF, et al. Muscle atrophy, voluntary activation disturbances, and low serum concentrations of IGF-1 and IGFBP-3 are associated with weakness in people with chronic stroke. *Phys Ther.* 2014;94(7):957-67. [DOI](#)
29. Huang C, Yao B, Li X, Li S, Zhou P. Muscle fiber diameter and density alterations after stroke examined by single-fiber EMG. *Neural Plast.* 2021;2021:3045990. [DOI](#)
30. Lieber RL, Steinman S, Barash IA, Chambers H. Structural and functional changes in spastic skeletal muscle. *Muscle Nerve.* 2004;29(5):615-27. [DOI](#)
31. Gray V, Rice CL, Garland SJ. Factors that influence muscle weakness following stroke and their clinical implications: a critical review. *Physiother Can.* 2012;64(4):415-26. [DOI](#)
32. Lieber RL. *Skeletal muscle structure, function, and plasticity: the physical basis of rehabilitation.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
33. Stookey AD, Katzel LI, Steinbrenner G, Shaughnessy M, Ivey FM. The short physical performance battery as a predictor of functional capacity after stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2014;23(1):130-5. [DOI](#)
34. Blennerhassett JM, Dite W, Ramage ER, Richmond ME. Changes in balance and walking from stroke rehabilitation to the community: a follow-up observational study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(10):1782-7. [DOI](#)
35. Lee JH, Kim EJ. A comprehensive review of the effects of extracorporeal shock wave therapy on stroke patients: balance, pain, spasticity. *Medicina (Kaunas).* 2023;59(5):857. [DOI](#)
36. Wu YT, Chang CN, Chen YM, Hu GC. Comparison of the effect of focused and radial extracorporeal shock waves on spastic equinus in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2018;54(4):518-25. [DOI](#)
37. Silveira RBF. *Terapia por ondas de choque extracorpórea no músculo espástico pós-AVE: uma revisão integrativa [trabalho de conclusão de curso].* Marília: Universidade Estadual Paulista; 2021. 24 p. [Link](#)
38. Ruwer SL, Rossi AG, Simon LF. Equilíbrio no idoso. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2005;71(3):298-303. [DOI](#)