



Ano V, v.2 2025 | submissão: 15/11/2025 | aceito: 17/11/2025 | publicação: 19/11/2025

Efeito agudo do ultrassom no padrão espástico do bíceps braquial em indivíduos com distúrbios neurológicos

Acute effect of ultrasound on the spatial pattern of the biceps brachii in individuals with neurological disorders

João Sávio Carneiro Silva – Centro universitário UNIFAFIBE, joao.carneiro689@gmail.com

Leticia Costa Mengoni – Centro universitário UNIFAFIBE, leticiamengoni02@gmail.com

Gabriel Pádua da Silva - Centro universitário UNIFAFIBE gabriel.silva@prof.unifafibe.edu.br

Wellington Marcelo Queixas Moreira - Centro universitário UNIFAFIBE

wellington.moreira@prof.unifafibe.edu.br

Oswaldo Luiz Stamato Taube - Centro universitário UNIFAFIBE, stamatotaube@gmail.com

Bruno Ferreira – Centro universitário UNIFAFIBE, bruno.ferreira@prof.unifafibe.edu.br

Resumo

A espasticidade é uma disfunção neuromuscular comum em diversas condições neurológicas, caracterizada pelo aumento anormal do tônus muscular e pela resistência ao movimento passivo, afetando negativamente a funcionalidade e a qualidade de vida. O ultrassom terapêutico, devido aos seus efeitos térmicos e mecânicos, surge como uma opção viável para auxiliar no controle dessa condição. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do ultrassom terapêutico na espasticidade do músculo bíceps braquial em indivíduos com distúrbios neurológicos diversos. A amostra foi composta por sete participantes que apresentavam espasticidade no músculo bíceps braquial, submetidos à avaliação com eletromiografia e ultrassonografia antes e após a intervenção. O protocolo de intervenção consistiu na aplicação única de ultrassom terapêutico em modo contínuo, com frequência de 1 MHz, intensidade de 0,8 W/cm², 4 ERAS e duração de 10 minutos. Os dados coletados foram analisados no software SPSS versão 21.0, utilizando estatística descritiva e teste não paramétrico para amostra pareada de Wilcoxon, com nível de significância estabelecido em $p \leq 0,05$. Após a aplicação do ultrassom terapêutico no músculo espástico, observou-se uma tendência de redução na atividade muscular e um aumento da espessura muscular, os achados foram significativamente estatísticos em isotonia direita e contração voluntária máxima esquerda. Assim, conclui-se que a aplicação aguda do ultrassom terapêutico foi capaz de promover alterações significativas no tônus muscular em apenas duas das condições clínicas analisadas, de indivíduos com distúrbios neurológicos. Contudo, identificou-se uma tendência clínica de melhora no controle da espasticidade, sugerindo a necessidade de estudos com amostras maiores e intervenções repetidas para confirmar esses achados experimentais.

Palavras-chave: Ultrassom terapêutico, Espasticidade, Distúrbios neurológicos, Eletromiografia de Superfície, Tônus Muscular.

Abstract

Spasticity is a common neuromuscular dysfunction observed in various neurological conditions, characterized by an abnormal increase in muscle tone and resistance to passive movement, which negatively impacts functionality and quality of life. Owing to its thermal and mechanical effects, therapeutic ultrasound has emerged as a potential modality to assist in spasticity management. This study aimed to evaluate the effects of therapeutic ultrasound on the spasticity of the biceps brachii muscle in individuals with different neurological disorders. The sample consisted of seven participants presenting spasticity in the biceps brachii muscle, who were evaluated using electromyography and ultrasonography before and after the intervention. The intervention protocol involved a single application of continuous-mode therapeutic ultrasound at a frequency of 1 MHz, intensity of 0.8 W/cm², 4 ERAS, and a duration of 10 minutes. Data were analyzed using SPSS software version 21.0, applying descriptive statistics and the nonparametric Wilcoxon paired-sample test, with a significance level set at $p \leq 0.05$. Following the therapeutic ultrasound application to the spastic muscle, a trend toward reduced muscle activity and increased muscle thickness was observed. Statistically significant differences were identified for right isotonia and left maximal voluntary



Ano V, v.2 2025 | submissão: 15/11/2025 | aceito: 17/11/2025 | publicação: 19/11/2025

contraction. In conclusion, the acute application of therapeutic ultrasound could promote significant changes in muscle tone in two of the clinical conditions analyzed among individuals with neurological disorders. Nevertheless, a clinical trend toward improved spasticity control was observed, suggesting the need for studies with larger samples and repeated interventions to confirm these preliminary findings.

Keywords: Therapeutic Ultrasound, Spasticity, Neurological Disorders, Surface Electromyography, Muscle Tone.

Introdução

A espasticidade é um distúrbio sensório-motor resultante da interrupção no controle do movimento desencadeado pelo sistema nervoso central. Esta alteração é principalmente associada a lesões do neurônio motor superior. Caracteriza-se por hiperatividade muscular e aumento dos reflexos de estiramento dependentes da velocidade, o que compromete a função motora voluntária e contribui significativamente para a incapacidade funcional (GAL *et. al.*, 2025; AMATYA *et. al.*, 2024). A espasticidade também pode ser definida como a ativação involuntária intermitente ou sustentada de músculos, decorrente de distúrbios neurogênicos, refletindo alterações tanto na excitabilidade dos reflexos quanto na regulação central da atividade muscular (GAL *et. al.*, 2025).

A espasticidade está presente em diversas condições neurológicas, como acidente vascular cerebral, lesão medular e esclerose múltipla, podendo gerar complicações importantes, como contraturas, deformidades articulares, fadiga, dor muscular e dificuldade em realizar atividades simples do dia a dia, gerando um impacto negativo na mobilidade, independência e na qualidade de vida dessas pessoas (PORTAL REABILITAÇÃO, 2024; AMATYA *et. al.*, 2024). Com alta prevalência e impacto clínico, sua avaliação e manejo representam desafios significativos na prática clínica, especialmente devido à complexidade de seus mecanismos fisiopatológicos, à limitação das ferramentas de avaliação atualmente disponíveis e por dependerem exclusivamente da experiência do terapeuta (HE *et. al.*, 2023).

1 Marco Teórico / Resultados

A fisioterapia desempenha um papel importante na reabilitação e manejo da espasticidade, buscando uma redução da hipertonía muscular, melhora da função motora e condicionamento de um padrão mais funcional. Através de abordagens baseadas e validadas pela literatura com um tratamento individualizado cinético funcional para cada indivíduo. Atualmente existe uma busca constante por novas técnicas e combinações terapêuticas para gerar a redução da espasticidade, entre elas destacam-se a utilização do Tens, toxina botulínica, ultrassom terapêutico, alongamento passivo e termoterapia (ROMAN *et. al.*, 2023; VERDUZCO-GUTIERREZ *et. al.*, 2024). Neste contexto, pesquisas realizadas por Sahin, Ugurlu e Karahan (2011) investigaram os efeitos do alongamento passivo na espasticidade, destacando que essa prática aumenta a tensão intramuscular, ativa os órgãos tendinosos

Ano V, v.2 2025 | submissão: 15/11/2025 | aceito: 17/11/2025 | publicação: 19/11/2025

de Golgi e promove o relaxamento muscular. Além disso, estudos conduzidos pelos mesmos autores (2011) sugerem que a aplicação de calor ou frio antes do alongamento pode potencializar seus efeitos terapêuticos como forma de intervenção no manejo da espasticidade.

Neste sentido, a aplicação de ultrassom terapêutico torna-se uma opção para controlar o padrão espástico do indivíduo, visto que é um recurso terapêutico baseado em vibrações mecânicas de alta frequência, que geram oscilações nos tecidos através da cavitação acústica, um fenômeno que envolve compressão e dilatação da cerâmica piezoelétrica, podendo gerar calor tecidual (MEYER *et al.*, 2012). As frequências utilizadas em fisioterapia variam entre 0,75 e 3,0 MHz, sendo que a aplicação dessas ondas sonoras é capaz de penetrar diferentes camadas dos tecidos. Embora o conceito clássico de duas frequências, 1 MHz para tecidos profundos e 3 MHz para superficiais, ainda seja aceito, essa abordagem tem sido revista devido a avanços tecnológicos e à escassez de estudos sobre os mecanismos de ação das ondas acústicas nos tecidos biológicos. O ultrassom contínuo combina os efeitos fisiológicos com a geração de calor, sendo seu efeito térmico dose-dependente. Esse aquecimento nos tecidos aumenta a atividade metabólica, o aporte sanguíneo e a perfusão, além de melhorar a extensibilidade dos tecidos, principalmente aqueles ricos em proteínas como o colágeno e a elastina. Também estimula a liberação de catecolaminas, induz a lipólise, mobiliza triglicerídeos e rompe a membrana da célula adiposa (JONHS, 2002; SAVOIA *et al.*, 2012).

Além dos efeitos térmicos e mecânicos do ultrassom terapêutico, também é possível observar um efeito inibitório sobre a excitabilidade dos neurônios motores alfa, o que contribui para a redução da espasticidade. Um estudo realizado por Monaghan *et al.* (2017) analisou os parâmetros do reflexo H (relação Hmax/Mmax) e demonstrou uma diminuição dessa relação após a aplicação do ultrassom, indicando uma modulação inibitória da atividade reflexa. Diante disso, o ultrassom atua tanto nos tecidos periféricos como na modulação neural, favorecendo o controle do tônus muscular.

A aplicação do ultrassom terapêutico na fisioterapia tem sido uma possível alternativa para o manejo da espasticidade em distúrbios neurológicos, porém a literatura demonstra uma escassez de estudos recentes sobre o tema. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito agudo do ultrassom terapêutico sobre a espasticidade do músculo bíceps braquial em indivíduos com comprometimentos neurológicos, buscando compreender seus efeitos na modulação do tônus muscular, redução da espasticidade e sua contribuição para a reabilitação funcional.

2. Material e Método

Este estudo é do tipo clínico experimental de corte longitudinal autocontrolado, em que, buscou avaliar o efeito agudo do ultrassom terapêutico no controle do padrão espástico em pessoas com distúrbios neurológicos. O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário UNIFAFIBE e aprovado sobre o CAAE 89447225.9.0000.5387 e parecer 7.652.547.

Ano V, v.2 2025 | submissão: 15/11/2025 | aceito: 17/11/2025 | publicação: 19/11/2025

Os participantes foram avaliados antes e imediatamente após a intervenção através da eletromiografia de superfície em repouso, contração voluntária máxima e isotonia, e pelo ultrassom de imagem do bíceps braquial em repouso e contração voluntária máxima, permitindo a comparação dos seus efeitos. Foi realizado uma intervenção terapêutica com ultrassom contínuo em indivíduos com espasticidade no bíceps braquial, utilizando uma frequência de 1 MHz, intensidade de 1 W/cm², 4 ERAS durante 10 minutos. O estudo foi realizado no Centro Universitário – UNIFAFIBE e na Clínica Escola de Fisioterapia mesma instituição, na cidade de Bebedouro-SP.

2.1 Participantes

A amostra é composta por sete participantes, de 25 a 65 anos, com distúrbios neurológicos que apresente padrão espástico em membros superiores, que não estejam em fase aguda da doença e que não estejam participando de outros estudos clínicos que interferisse no presente estudo, além de frequentarem regularmente a Clínica Escola de Fisioterapia da UNIFAFIBE.

2.2 Critérios de inclusão e Exclusão

Critérios de inclusão:

Foram incluídos no estudo os participantes que tinham:

- Capacidade de compreender e seguir comandos simples (coletado previamente da ficha de avaliação do participante);
- Indivíduos em tratamento na clínica escola;
- Indivíduos com idade entre 25 e 65 anos;
- Ausência de uso recente (últimos 6 meses) de toxina botulínica no membro superior acometido;
- Ausência de feridas, infecções ou alterações dermatológicas no local de aplicação do ultrassom;
- Boa integridade da pele e sensibilidade preservada na região braquial.

Critérios de exclusão:

Foram excluídos do estudo os participantes que tinham:

- Aplicação de toxina botulínica nos últimos seis meses;
- Presença de implantes metálicos ou dispositivos eletrônicos (como marcapasso) na região de aplicação do ultrassom;
- Diagnóstico de doenças neuromusculares associadas (ex.: esclerose lateral amiotrófica, distrofias musculares);
- História de epilepsia não controlada;
- Alterações significativas de sensibilidade no membro superior afetado;
- Feridas abertas, infecções cutâneas ou outras condições dermatológicas no local de aplicação;
- Hipertensão arterial descompensada ou instabilidade cardiovascular;
- Participação em outros estudos clínicos nos últimos 3 meses que interferisse no presente estudo;
- Histórico de neoplasias na região de aplicação do ultrassom;
- Dor severa no membro superior acometido, incompatível com a execução das técnicas propostas;

Ano V, v.2 2025 | submissão: 15/11/2025 | aceito: 17/11/2025 | publicação: 19/11/2025

2.3 Coleta de dados

2.3.1 Protocolo aplicado nos indivíduos com distúrbios neurológicos

Os participantes deste estudo foram submetidos a seguinte rotina clínica:

- Estadiamento e Classificação da Doença;
- Avaliação eletromiográfica de bíceps em repouso, contração voluntária máxima e isotonia duas vezes com intervalo de dois minutos;
- Avaliação com ultrassom de imagem do bíceps braquial em repouso e contração voluntária máxima duas vezes cada condição clínica;
- Aplicação do ultrassom terapêutico no bíceps durante dez minutos

Foram realizadas as mesmas avaliações pré e pós-intervenção.

2.3.2. Estadiamento e Classificação da doença

Os participantes com acidente vascular cerebral também foram submetidos a avaliação do estadiamento pela escala de Rankin Modificada, capaz de avaliar o nível de incapacidade do indivíduo e dependência funcional, ela permite avaliar os aspectos físicos e não físicos do indivíduo, além disso ela apresenta uma boa confiabilidade inter e intra avaliador (WILSON *et al.*, 2002).

2.3.3. Eletromiografia de Superfície - Coleta da Atividade Muscular

Foi utilizado o eletromiógrafo modelo 804C, da marca EMG *System* do Brasil, um equipamento portátil de oito canais, dos quais quatro foram dedicados à captação de sinais eletromiográficos (EMG), compatíveis com eletrodos ativos e passivos, e quatro canais são auxiliares. O sistema dispõe de um módulo de aquisição de dados de alta performance, acompanhado de software proprietário destinado ao controle, armazenamento, processamento e análise dos sinais coletados.

Os conectores do equipamento apresentam saídas de tensão contínua (CC) de ± 12 V com capacidade de corrente de até ± 100 mA. O dispositivo possui uma elevada taxa de rejeição de modo comum (CMRR) de 112 dB @ 60 Hz, impedância de entrada de 10^{10} Ohms/6 pF para eletrodos passivos e corrente de polarização de entrada (bias) de ± 2 nA para eletrodos ativos. Adicionalmente, o equipamento conta com proteção contra sobretensões e filtros passa-baixa com faixa de frequência ajustável entre 5 Hz e 5 kHz, assegurando a minimização de interferências e ruídos nos sinais adquiridos.

Foram utilizados eletrodos ativos diferenciais do tipo simples, compostos por dois contatos de prata com dimensões de 10,0 x 1,0 mm e espaçamento de 10,0 mm entre si, fixados em encapsulamento de resina com medidas de 40 x 20 x 5 mm, garantindo estabilidade e precisão na detecção dos sinais eletromiográficos.

Para a preparação dos participantes antes da realização da avaliação eletromiográfica, foi realizado a assepsia da pele utilizando solução alcoólica a 70%, com o objetivo de remover impurezas, oleosidade e possíveis resíduos que possam comprometer a condutividade elétrica e a adesão dos eletrodos. Quando necessário, foi realizado a tricotomia (remoção dos pelos) na região de aplicação

Ano V, v.2 2025 | submissão: 15/11/2025 | aceito: 17/11/2025 | publicação: 19/11/2025

dos eletrodos com aparelho de barbear descartável, a fim de garantir um melhor contato entre o eletrodo e a superfície da pele, otimizando a qualidade do sinal eletromiográfico. Dois eletrodos ativos diferenciais foram posicionados sobre o ventre muscular do músculo bíceps braquial, respeitando-se o alinhamento longitudinal com as fibras musculares.

A fixação foi feita na porção anterior do braço, aproximadamente nos dois terços proximais do segmento entre o processo do acrômio da escápula e a fossa cubital, em conformidade com as diretrizes padronizadas pelo projeto *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM). O eletrodo de referência foi posicionado sobre uma proeminência óssea, preferencialmente no processo estiloide da ulna, com o intuito de minimizar interferências eletromagnéticas e artefatos durante a captação do sinal, conforme sugerido por Singla *et al.* (2018).

Como condição clínica utilizada neste estudo foi realizado: repouso em sedestação, contração voluntária máxima em sedestação pelo movimento de flexão de cotovelo e movimentação isotônica ativa de flexão e extensão de cotovelo. Todas as condições clínicas foram realizadas duas vezes por 5 segundos respeitando um intervalo de 2 minutos entre cada execução.

2.3.4. Ultrassom de Imagem – Coleta da Espessura Muscular

Para a coleta da espessura muscular, foi utilizado o aparelho de ultrassom Doppler portátil Youkey Soloscan P50, de 160g e dimensões de 150mm x 40mm x 25mm, conectado via Wi-Fi e equipado com sonda linear de alta frequência (modelo L11-4Ks), ideal para exames musculoesqueléticos. As imagens ultrassonográficas foram coletadas em um ambiente tranquilo com temperatura agradável (20-25°) e com redução da iluminação para melhor visibilidade do equipamento. A avaliação foi feita no músculo bíceps braquial bilateralmente, nas condições de repouso e contração voluntária máxima, enquanto o participante se mantinha sedestado de forma confortável com o membro superior em ligeira abdução e rotação lateral de ombro. Todas as coletas de dados foram realizadas pelo mesmo examinador através de duas medidas para cada músculo avaliado nas duas condições clínicas previamente estabelecidas, com um intervalo de dois minutos entre cada medida. O transdutor foi posicionado transversalmente sobre os pontos motores descritos pelo protocolo SENIAM, sobre a pele de modo que a imagem obtida pudesse demonstrar a espessura muscular da porção central do bíceps braquial (GAO, J. *et al.*, 2018).

2.3.5. Intervenção terapêutica

Para a intervenção, foi utilizado o aparelho de Ultrassom Terapêutico modelo Sonopulse III (Ibramed, Amparo/SP, Brasil). Os voluntários receberam uma sessão de ultrassom terapêutico contínuo com o aparelho direcionado ao ventre do músculo bíceps braquial. O protocolo utilizou os seguintes parâmetros: frequência de 1 MHz, no modo contínuo e com intensidade de 0,8 W/cm², 4 ERAS durante 10 minutos. A aplicação foi realizada uma única vez. Os participantes permaneceram

Ano V, v.2 2025 | **submissão: 15/11/2025** | **aceito: 17/11/2025** | **publicação: 19/11/2025**

em posição confortável, com o braço em ligeira abdução e rotação lateral para melhor exposição do músculo-alvo. (SANTOS; COSTA; ABREU, 2023).

2.4 Análise dos dados

Os dados eletromiográficos foram tratados com remoção de offset, aplicação de filtro butterworth e os dados foram normalizados pela contração voluntária máxima dos indivíduos. Os valores da espessura muscular foram tabulados diretamente a partir da média das duas repetições de cada condições clínicas. Os dados finais foram submetidos à análise estatística utilizando o software SPSS versão 21.0 (SPSS Inc.; Chicago, IL, USA). Os resultados foram obtidos por meio da análise descritiva (médias, desvios padrão, valor máximo e valor mínimo), para cada variável. Os valores foram comparados pelo teste não paramétrico de Wilcoxon ($p < 0,05$).

3. Resultados e Discussão

Foram submetidos à intervenção sete participantes, sendo cinco diagnosticados com AVC e dois diagnosticado com TCE, apresentaram idade média de 49 ± 12 anos e peso médio de $89 \text{ kg} \pm 15,19$. Estes dados estão descritos abaixo na tabela 1.

Tabela 1 – Apresentação dos participantes submetidos às intervenções a partir da idade, gênero, peso (Kg), altura (m), Índice de massa corpórea (IMC) doença base, padrão neurológico, classificação do acidente vascular cerebral (segundo Escala de Rankin Modificada) e membro dominante.

Idade	Gênero	Peso	Altura	IMC	Doença	Padrão	Classificação da doença	Membro dominante
57	M	94	1,69	32,91	AVC	Hemiparesia espástica direita	3	Direito
42	M	69	1,77	22,02	AVC	Hemiplegia espástica esquerda	4	Direito
58	M	92	1,70	31,83	AVC	Hemiplegia espástica esquerda	4	Direito
32	F	84	1,63	31,62	TCE	Diplegia espástica (MMII)	-	Direito
60	F	75	1,68	26,57	AVC	Hemiplegia espástica esquerda	4	Direito
29	M	120	1,80	37,04	TCE	Hemiparesia espástica direita	-	Direito
61	F	90	1,58	36,05	AVC	Hemiparesia espástica esquerda	3	Direito

Na avaliação da atividade muscular observou-se que houve uma diminuição de tônus muscular em todas as condições clínicas e músculos avaliados (tabela 2). Os valores são

Ano V, v.2 2025 | **submissão: 15/11/2025** | **aceito: 17/11/2025** | **publicação: 19/11/2025**

estatisticamente significantes para a condição clínica isotônico direito ($p>0,05$).

Na espessura muscular observou-se um aumento da espessura muscular para todas as condições clínicas, exceto para repouso esquerdo (Tabela 3). Os valores são estatisticamente significantes para a condição clínica contração voluntária máxima esquerda ($p>0,05$).

Tabela 2 – Comparação dos valores normalizados de atividade muscular (μV) pré e pós-intervenção a partir das médias, desvio padrão e valores de significância para as condições clínicas: Repouso direito, repouso esquerdo, isotônico direito e esquerdo (teste de Wilcoxon, $p\leq 0,05$).

Condição Clínica	Período de avaliação	Média	Desvio Padrão	Valor P
Repouso Direito	Pré intervenção	0,5	$\pm 0,04$	0,49 ^{ns}
	Pós intervenção	0,07	$\pm 0,07$	
Repouso Esquerdo	Pré intervenção	0,15	$\pm 0,17$	0,73 ^{ns}
	Pós intervenção	0,14	$\pm 0,18$	
Isotônico Direito	Pré intervenção	1,07	$\pm 1,2$	0,01*
	Pós intervenção	0,35	$\pm 0,26$	
Isotônico Esquerdo	Pré intervenção	1,18	$\pm 1,95$	1,00 ^{ns}
	Pós intervenção	0,58	$\pm 0,25$	

* - valores estatisticamente significantes ($p\leq 0,05$)

^{ns}-valores não significantes ($p\leq 0,05$)

Tabela 3 – Comparação dos valores de espessura muscular (cm) pré e pós-intervenção a partir das médias, desvio padrão e valores de significância para as condições clínicas: Repouso direito e esquerdo, contração voluntária máxima direita e esquerda. (teste Wilcoxon, $p\leq 0,05$).

Condição Clínica	Período de avaliação	Média	Desvio Padrão	Valor P
Repouso Direito	Pré intervenção	1,74	$\pm 0,37$	0,61 ^{ns}
	Pós intervenção	1,79	$\pm 0,31$	
Repouso Esquerdo	Pré intervenção	1,44	$\pm 0,20$	0,73 ^{ns}
	Pós intervenção	1,31	$\pm 0,60$	
Contração Voluntária Máxima Direito	Pré intervenção	2,85	$\pm 0,50$	0,06 ^{ns}
	Pós intervenção	3,39	$\pm 0,36$	
Contração Voluntária Máxima Esquerdo	Pré intervenção	2,38	$\pm 0,80$	0,02*
	Pósintervenção	2,66	$\pm 0,77$	

* - valores estatisticamente significantes ($p\leq 0,05$)

^{ns}-valores não significantes ($p\leq 0,05$)

A espasticidade desencadeia manifestações reflexas miotáteis que resultam em estiramento muscular e, conseqüentemente, em resistência ao movimento passivo, comprometendo a atividade de vida diária dos indivíduos que apresentam este tipo de distúrbio neurológico, sendo que avaliar este padrão é essencial para o acompanhamento clínico do indivíduo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022).

Neste sentido, este estudo utilizou ferramentas que são consideradas padrão ouro para análise muscular, como a eletromiografia que se destaca por captar a atividade elétrica muscular, permitindo

Ano V, v.2 2025 | submissão: 15/11/2025 | aceito: 17/11/2025 | publicação: 19/11/2025

mensurar o recrutamento de unidades motoras e avaliar o tônus muscular. Já o ultrassom de imagem, por sua vez, possibilita a análise da morfologia muscular por meio da área de secção transversa. (HE *et. al.*, 2023; MARTINEZ *et. al.*, 2014).

Neste estudo, o ultrassom terapêutico foi utilizado como uma ferramenta para controlar o tônus muscular dos participantes, visto que seus efeitos térmicos reduzem a hiperexcitabilidade dos motoneurônios alfa. O equipamento emite ondas em uma faixa de frequência inaudível ao ouvido humano, diminuindo parâmetros como o H-reflexo (relação $M_{\text{máx}}/H_{\text{máx}}$) e produzindo o efeito “antiespástico” descrito por Monaghan *et. al.* (2017). Adotaram-se os seguintes parâmetros de aplicação: intensidade de $1,0 \text{ W/cm}^2$, frequência de 1 MHz, modo contínuo, durante 10 minutos, conforme protocolo descrito por Santos; Costa; Abreu (2013). Contudo, em um dos participantes, essa intensidade provocou dor, levando à interrupção da intervenção. Após a redução para $0,8 \text{ W/cm}^2$, não foram relatados episódios dolorosos. Acreditamos que a intensidade de $1,0 \text{ W/cm}^2$, gerou estímulos acentuados nas unidades motoras, desencadeando este episódio o que gerou a necessidade de reestruturação protocolar deste estudo.

Estes achados clínicos referente a necessidade da redução de doses terapêuticas já é uma tendência da literatura atual, como observado no estudo de Santana-Rodrigues *et al.* (2019), que utilizaram o ultrassom terapêutico com intensidade de $0,5 \text{ W/cm}^2$ em um ensaio clínico voltado a estimulação tecidual e notaram melhora significativa nos desfechos funcionais e de controle da dor, quando comparado a doses maiores. De forma semelhante, Korelo e Silva (2020) utilizaram a terapia combinada com ultrassom em $0,5 \text{ W/cm}^2$ e estimulação elétrica transcutânea, obtendo resultados positivos no controle da dor e na melhora funcional no pós-operatório de cesariana. Para a temática proposta neste estudo, há poucos estudos sobre controle de dose terapêutica em humanos para controle da espasticidade, destacando a relevância deste estudo.

Em relação a avaliação dos efeitos agudos do ultrassom terapêutico em pessoas com espasticidade do bíceps braquial, a análise da atividade muscular de modo geral apresentou diminuição da atividade elétrica muscular em todas as condições clínicas e músculos avaliados, após a aplicação do ultrassom terapêutico, sendo estatisticamente significantes para a condição clínica em isotonia direita. Estes achados, corroboram com Blackmore *et al.* (2019) que relatam haver redução da atividade elétrica muscular, no recrutamento das fibras e na excitabilidade neuromuscular após aplicação de ultrassom terapêutico em baixas intensidades.

Outro fator importante, está relacionado ao fato que os achados deste estudo demonstram que o aumento do tônus é causado por uma excitabilidade das unidades motoras, o que corroboram com os resultados de Xie *et. al.* (2024), que identificaram maior atividade eletromiográfica do bíceps braquial em comparação com indivíduos saudáveis, indicando aumento da excitabilidade das unidades motoras. Tendências semelhantes também são observadas no estudo de Silva *et al.* (2012)

Ano V, v.2 2025 | submissão: 15/11/2025 | aceito: 17/11/2025 | publicação: 19/11/2025

evidenciando o aumento da atividade eletromiográfica do bíceps braquial, sugerindo o maior recrutamento dessas unidades motoras hiperexcitáveis típica da espasticidade.

Desta forma, acredita-se que o ultrassom terapêutico é capaz de reduzir a espasticidade, pois as ondas ultrassônicas geram microvibrações e variações de pressão que alteram a membrana celular e o potencial de ação local, com isso é observado uma diminuição da atividade muscular associado ao relaxamento muscular e a diminuição do tônus. Esses efeitos sugerem que o ultrassom atua como um modulador da função neuromuscular, capaz de diminuir a excitabilidade e promover relaxamento, sendo útil em casos de hipertonía, espasmos ou dor muscular. O resultado depende dos parâmetros aplicados, como modo, intensidade e tempo de exposição conforme descrito por Blackmore *et al.* (2019).

Também foi possível observar neste estudo um aumento da espessura muscular para todas as condições clínicas após a aplicação do ultrassom terapêutico, exceto para repouso esquerdo, sendo estatisticamente significantes para a condição clínica de contração voluntária máxima esquerda. Estes achados corroboram com Kamble *et al.* (2024), que investigaram o efeito do dry needling no músculo sóleo espástico e constataram aumento significativo da espessura muscular após a intervenção, acompanhado de redução da espasticidade. Os autores atribuíram esse resultado à liberação de áreas de rigidez intramuscular e ao conseqüente relaxamento das fibras, permitindo que o músculo retornasse ao seu comprimento e volume fisiológicos. Também corroboram com Hong *et al.* (2018) que observaram que indivíduos com espasticidade apresentam redução da espessura muscular e do comprimento dos fascículos do gastrocnêmio medial em comparação ao lado não afetado, indicando que a espasticidade está associada ao encurtamento das fibras e à maior rigidez tecidual, o que resulta em menor espessura muscular.

Desta forma, este estudo apresenta como eixo central a aplicação do ultrassom terapêutico que foi capaz de gerar efeitos clínicos significativos mesmo com uma dose reduzida de energia, o que se mostra positivo do ponto de vista terapêutico. A aplicação com intensidade reduzida comparada com as tendências literárias (SAHIN; UGURLU; KARAHAN, 2011; GÜN; KARABOCE; YURDALAN, 2022) promoveu respostas favoráveis, como a diminuição da espasticidade e o aumento da espessura muscular, sem causar desconforto ou efeitos adversos. Essa observação reforça a importância da individualização da dose, uma vez que menores intensidades podem manter a eficácia fisiológica e, ao mesmo tempo, reduzir o risco de efeitos térmicos excessivos e lesões teciduais. Estudos prévios corroboram essa evidência, indicando que protocolos de ultrassom contínuo de baixa intensidade são capazes de estimular a regeneração muscular, modular a atividade neuromuscular e favorecer o processo de reparação tecidual com segurança e efetividade (BAKER *et al.*, 2001; ROMERO-MÉNDEZ *et al.*, 2021). Assim, o presente estudo contribui para a consolidação de abordagens terapêuticas mais seguras e eficientes, que priorizam a resposta clínica



Ano V, v.2 2025 | **submissão: 15/11/2025** | **aceito: 17/11/2025** | **publicação: 19/11/2025**
com o menor nível de exposição energética possível.

Este estudo apresentou como limitação seu número reduzido de participantes, entretanto quando se realiza um estudo clínico é notório a dificuldade de captação de pacientes, visto que em sua grande maioria apresentam condições clínicas heterogêneas. Outro fato importante que limitou este estudo foi a quantidade de estudos sobre essa temática.

Considerações Finais

O ultrassom terapêutico aplicado de forma aguda foi capaz de alterar significativamente o tônus muscular em indivíduos com distúrbios neurológicos, observado na eletromiografia pela condição de isotonia direita e pelo ultrassom de imagem na condição de contração voluntária máxima esquerda. Observando uma tendência clínica de controle da espasticidade, visto pela diminuição do tônus muscular e aumento da espessura muscular do tônus.

Referências

AMATYA, B.; KHAN, F.; SONG, K.; GALEA, M. *Effectiveness of non-pharmacological interventions for spasticity management in multiple sclerosis: a systematic review*. Annals of Rehabilitation Medicine, v. 48, n. 5, p. 305-343, out. 2024. DOI: 10.5535/arm.240064. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39497494/>. Acesso em: 30 abr. 2025.

ARTIFON, E. L. et al. *Efeitos do ultrassom terapêutico associados ao alongamento estático sobre parâmetros histomorfométricos longitudinais de sóleos imobilizados de ratos*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 18, n. 5, p. 341–344, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922012000500012>. Acesso em: 21 abr. 2025.

BAKER, K. G.; ROBERTSON, V. J.; DUKE, M. *The effect of therapeutic ultrasound on skeletal muscle regeneration: Part I. A review of the literature*. Ultrasound in Medicine & Biology, v. 27, n. 2, p. 219–229, 2001.

BLACKMORE, J. et al. *Ultrasound neuromodulation: a review of results, mechanisms and safety*. Ultrasound in Medicine & Biology, v. 45, n. 7, p. 1509–1536, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.12.015>.

GAL, O. T. A. et al. *Clinical outcome assessments for spasticity: review, critique, and recommendations*. Movement Disorders, v. 40, n. 1, p. 22–43, jan. 2025. DOI: 10.1002/mds.30062. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39629752/>. Acesso em: 30 abr. 2025.

GAO, J. et al. *Quantitative ultrasound imaging to assess the biceps brachii muscle in chronic post-stroke spasticity: preliminary observation*. Ultrasound in Medicine & Biology, v. 44, n. 9, p. 1931-1940, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2017.12.012>. Acesso em: 1 mai. 2025.

GÜN, N.; KARABOCE, B.; YURDALAN, S. U. *Investigation of therapeutic ultrasound dose on muscle phantom: an experimental study*. Clinical and Experimental Health Sciences, v. 12, p. 594-601, 2022. DOI: 10.33808/clinexphealthsci.950896.

HARB, A.; MARGETIS, K.; KISHNER, S. *Modified Ashworth Scale*. In: STATPEARLS. Treasure



Ano V, v.2 2025 | **submissão: 15/11/2025** | **aceito: 17/11/2025** | **publicação: 19/11/2025**

Island (FL): StatPearls Publishing, 2025. Atualizado em 4 abr. 2025. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554572/>. Acesso em: 7 out. 2025.

HE, J. et al. *Quantitative assessment of spasticity: a narrative review of novel technologies*. *Frontiers in Neurology*, v. 14, p. 1121323, 2023. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2023.1121323/full>. Acesso em: 30 abr. 2025.

HONG, M. J. et al. *Quantitative assessment of post-stroke spasticity using neurophysiologic and radiologic tools: a pilot study*. *Annals of Rehabilitation Medicine*, v. 42, n. 3, p. 384–395, 2018. DOI: 10.5535/arm.2018.42.3.384.

JAIN, S.; MARGETIS, K.; IVERSON, L. M. *Glasgow Coma Scale*. In: STATPEARLS. StatPearls Publishing, 2025.

JOHNS, L. D. *Nonthermal effects of therapeutic ultrasound: The frequency resonance hypothesis*. *Journal of Athletic Training*, v. 37, n. 3, p. 293–299, 2002.

KAMBLE, S. N. et al. *Immediate effect of ultrasound-guided dry needling on soleus muscle spasticity in stroke survivors*. *Cureus*, v. 16, n. 6, e62251, 12 jun. 2024. DOI: 10.7759/cureus.62251.

KORELO, R. I. G.; SILVA, L. C. da. *Terapia combinada (ultrassom e estimulação elétrica transcutânea) melhora a dor e a limitação funcional no pós-cesárea: ensaio clínico randomizado*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2020. Disponível em: <https://ensaiosclinicos.gov.br/rg/RBR-6wq24d>. Acesso em: 4 nov. 2025.

LONGO, B. P. *Ultrassom: o que sabemos até agora*. *Revista Saúde em Foco*, 2017. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/016_ultrassom.pdf. Acesso em: 29 mar. 2025.

MARTINEZ, C. et al. *Interaction of gender and body composition on rectus femoris morphology as measured with musculoskeletal ultrasound imaging*. *Sports Health*, v. 6, n. 5, p. 451–456, 2014. DOI: 10.1177/1941738114539450.

MEYER, P. F. et al. *Ultrassom terapêutico: fundamentos, aplicações clínicas e segurança*. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, 2012.

MONAGHAN, K. et al. *Physical treatment interventions for managing spasticity after stroke*. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, v. 2017, n. 2, CD009188, 13 fev. 2017. DOI: 10.1002/14651858.CD009188.pub2.

PORTAL REABILITAÇÃO. *Espasticidade*. 2024. Disponível em: <https://www.portalreabilitacao.com.br/espasticidade/>. Acesso em: 29 abr. 2025.

ROMAN, N. et al. *Physiotherapy efficiency in post-stroke upper extremity spasticity: TENS vs. ultrasound vs. paraffin*. *In Vivo*, v. 37, n. 3, p. 916–923, 2023. DOI: 10.21873/invivo.13163.

ROMERO-MÉNDEZ, R. et al. *Low-intensity continuous ultrasound promotes tissue repair and reduces muscle stiffness: a systematic review*. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, v. 58, n. 4, p. 745–753, 2021.

SAHIN, N.; UGURLU, H.; KARAHAN, A. Y. *Efficacy of therapeutic ultrasound in the treatment of spasticity: a randomized controlled study*. *NeuroRehabilitation*, v. 29, n. 3, p. 287-294, 2011. DOI:



Ano V, v.2 2025 | **submissão: 15/11/2025** | **aceito: 17/11/2025** | **publicação: 19/11/2025**
10.3233/NRE-2011-0713.

SANTOS, A. K. O.; COSTA, J. S.; ABREU, E. M. C. *Fisioterapia na redução da espasticidade: uma revisão de literatura*. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 13.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR, 8., 2023, São José dos Campos. Anais [...]. São José dos Campos: Universidade Paulista, 2023.

SANTANA-RODRÍGUEZ, N. et al. *Pulsed ultrasounds reduce pain and disability, increasing rib fracture healing, in a randomized controlled trial*. Pain Medicine, v. 20, n. 10, p. 1980–1988, 2019. DOI: 10.1093/pm/pny224.

SAVOIA, A. et al. *Non-invasive body contouring by low frequency ultrasound: a clinical study*. The Open Reconstructive and Cosmetic Surgery Journal, v. 3, p. 11-16, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.2174/1876976401003010011>. Acesso em: 2 mai. 2025.

SENIAM. *Biceps brachii (short head and long head)*. Disponível em: <https://seniam.org/bicepsbrachii.html>. Acesso em: 1 mai. 2025.

SINGLA, D. et al. *Reliability of electromyographic assessment of biceps brachii and triceps brachii in cricketers*. Journal of Chiropractic Medicine, v. 17, n. 3, p. 151-159, set. 2018. DOI: 10.1016/j.jcm.2018.04.001.

SILVA, D. D. da et al. *Resistência ao movimento e atividade eletromiográfica dos músculos flexores e extensores de cotovelo em pacientes hemiparéticos espásticos submetidos à crioterapia e estimulação elétrica neuromuscular*. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 28, n. 3, p. 248-260, 2012. DOI: 10.4322/rbeb.2012.025.

VERDUZCO-GUTIERREZ, M. et al. *AAPM&R consensus guidance on spasticity assessment and management*. PM&R, v. 16, n. 5, p. 1–24, maio 2024. DOI: 10.1002/pmrj.13211.

WILSON, J. T. L. et al. *Improving the assessment of outcomes in stroke: use of a structured interview to assign grades on the modified Rankin scale*. Stroke, v. 33, p. 2243–2246, 2002.

XIE, T. et al. *Mapping of spastic muscle activity after stroke: difference between passive stretch and active contraction*. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, v. 21, n. 102, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12984-024-01376-z>.