

Fisioter Bras 2020;21(1):69-76
<https://doi.org/10.33233/fb.v21i1.3273>

ARTIGO ORIGINAL

Utilização da terapia extracorpórea por ondas de choque em acidente vascular encefálico com espasticidade: estudo piloto

Use of extracorporeal shock wave therapy in patients with spasticity related to stroke: a pilot study

Claudio Francisco Klüppel Bieszczad, Ft., M.Sc.*, Rodrigo Florêncio da Silva, D.Sc.** , Renata Rothenbuhler, Ft.D.Sc.***, Angelo Contar Palmar, M.Sc.****, José Carlos Ludwig*****

Doutorando em projetos, Universidade Internacional Iberoamericana, **Universidade Internacional Iberoamericana, *Coordenadora da clínica de fisioterapia da Universidade de Tuiuti, ****Urologista, Universidade Federal do Paraná, *****Urologista, especialista em litotripsia, Faculdade Evangélica do Paraná*

Recebido em 21 de outubro de 2019; aceito em 16 de janeiro de 2020.

Correspondência: Claudio Francisco Klüppel Bieszczad, Rua Júlio Cesar Ribeiro de Souza, 1515 Curitiba PR

Claudio Francisco Klüppel Bieszczad: claudiofkb@hotmail.com
Rodrigo Florêncio da Silva: rodrigo_florencio@hotmail.com
Renata Rothenbuhler: renata.rothenbuhler@gmail.com
Angelo Contar Palmar: uopar@cruzvermelhapr.com.br
José Carlos Ludwig: jclwig@uol.com.br

Resumo

Introdução: O objetivo desta pesquisa é demonstrar a redução do tônus muscular utilizando a terapia extracorpórea por ondas de choque e promover o retorno dos movimentos normais. **Métodos:** Foram escolhidos 10 pacientes idosos que apresentavam espasticidade, faixa etária entre 50 e 80 anos. Este estudo piloto utilizou 3 métodos: a escala de Ashworth, goniometro digital e o deslocamento do ventre muscular, antes e após as aplicações das ondas de choque. Aplicou-se uma corrente de pulso para verificar o deslocamento do ventre muscular, por meio de um laser marca LTM 165 classe 2 Stanley. O deslocamento foi medido por um sensor a laser. O equipamento de ortolitotripsia foi a Direx Integra, cuja dose/intensidade foi entre 1000 ciclos por segundo e 0,030 mJ/mm de energia em 12 gpm. **Resultados:** Na escala de Ashworth os resultados foram significativos ($= 0,05$). Na goniometria digital a abdução do ombro evoluiu em média 35° em 7 pacientes e 15° em 3 pacientes. ($p > 0,05$). **Conclusão:** Observa-se que as ondas de choque não deixam os músculos hipotônicos, mas com tônus adequado. Os pacientes que obtiveram pouca melhora (15° goniometria) apresentaram micro-encurtamentos e não apresentam história de participação na fisioterapia regularmente.

Palavras-chave: acidente vascular cerebral, espasticidade, litotripsia.

Abstract

Introduction: This research aims to show the reduction of muscular tonus by using extracorporeal shock wave lithotripsy in order to recover normal movements. **Methods:** 10 patients over 50 and under 80 years of age presenting spasticity participated in this pilot study, which used three methods: 1) the Ashworth scale, 2) the digital goniometer and 3) the dislocation of muscle tissue, before and after the shock waves. To check the dislocation of muscle tissue, a current pulse was applied, measured by a LTM 165 class 2 Laser. This approach is similar and consists of measuring the dislocation on a laser sensor basis. The Ortho-lithotripsy equipment used was a Direx Integra. The dose/intensity was 1000 cps – 0.030 mJ/mm². **Results:** We also observed a better quality of muscle contraction (Scale Ashworth $p=0.05$). At digital goniometry, the shoulder abduction developed 35° in 7 of the patients and 15° in 3 of them ($p<0.05$). **Conclusion:** The muscles do not become hypotonic with the shock waves treatment, (they present an adequate tonus). The patients who presented micro-shortening and did not undergo to regular physiotherapy showed a minor improvement (15° goniometry).

Keywords: stroke, spasticity, lithotripsy.

Introdução

A espasticidade é definida como uma desordem motora caracterizada pelo aumento dependente da velocidade dos reflexos de estiramento tônico (tônus muscular) acompanhada de reflexos tendinosos exagerados, resultando em hiperexcitabilidade dos reflexos de estiramento como um componente da síndrome do neurônio motor superior [1]. A espasticidade é gerada por uma lesão do SNC, provocando alterações do mecanismo inibitório supra espinhal e reflexo miotático [2].

A terapia extracorpórea por ondas de choque produz a redução da hipertonía com igual efetividade que a toxina botulínica. Em um estudo de Amélio *et al.* [3], com ESWT (terapia extracorpórea por ondas de choque) em dedos e punho em 20 pacientes, utilizando escala de Asworth modificada e goniometria digital, a espasticidade decresce acentuadamente persistindo até 12 semanas. Esses pacientes foram simulados com placebo. Comparando com outro estudo de Amélio *et al.* [4], 5 em 20 pacientes, escala de Ashworth e simulação com placebo, o resultado não persiste após 12 semanas. As ondas de choque apresentam melhor resultado pela diminuição da hipertonía muscular, no desempenho dos movimentos e nos membros que não tinham sido tratados. A ESWT reduz a dor nos músculos espásticos, e a melhora do movimento permanece por diversas semanas [4].

Sabe-se, segundo os estudos de Manganotti *et al.* [5] e Lohse *et al.* [6], que as ondas de choque reduzem significativamente a espasticidade, após aplicação de ESWT, o músculo permanece estável. A execução do movimento surge quando o tônus começa a aumentar. A qualidade do movimento melhora permanentemente realizando sessões de fisioterapia.

O tratamento fisioterapêutico é essencial para determinar possibilidades de melhora. Através dessa avaliação, sabe-se a quantidade de habilidades adquiridas após a aplicação. Por exemplo, se ao realizar a ESWT melhora o equilíbrio, então deve-se treinar o equilíbrio para ativar esse segmento. Se ao aplicar a técnica, auxilia o paciente a pegar um objeto será necessário treinar a graduação dos movimentos para alcançar esse objeto [1].

Os trabalhos realizados em AVE com ondas de choque inspiraram o uso desse método [5]. Neste artigo, as ondas são irradiadas no pulso e no dedo, em pessoas que apresentam padrão flexor patológico. Esse padrão diminui após a irradiação.

Importante que todo o tratamento seja em conjunto com a fisioterapia. O alongamento suave, estímulo muscular e incentivo aos movimentos ativos são exercícios que possibilitam uma recuperação.

O equipamento de litotripsia possui um sensor elétrico colocado em um recipiente cheio de água. Quando excitado, este sensor produz uma onda de compressão que se propaga dentro deste recipiente [7]. As ondas de choque são aplicadas em intervalos curtos. Centenas de microssegundos aumentando a energia do colapso. A litotripsia é utilizada inicialmente para fragmentar cálculos renais; em alta energia e intensidades mais elevadas possui um alto poder destrutivo; em baixa energia é possível tratar a espasticidade [8-10].

A litotripsia eletromagnética Direx Integra foi escolhida levando em consideração o tamanho do eletrodo e o custo de manutenção relativamente baixo. A terapia extracorpórea por ondas de choque geralmente produz diminuição da espasticidade. A Terapia por Ondas de Choque Extracorpórea (ESWT) libera óxido nítrico (ON), localizado na junção das sinapses neuronais, diminuindo os impulsos entre as sinapses, causando relaxamento muscular.

Pretende-se com este estudo obter a redução da espasticidade pela terapia extracorpórea por ondas de choque e proporcionar maior variedade de movimento para o paciente. De acordo com os artigos científicos estudados, é possível obter redução da espasticidade usando várias dosagens [3].

Material e métodos

O litotritador ultrassônico é um equipamento com excelente impacto molecular. Deve funcionar em baixa energia e intensidade [11]. Emite ondas de choque em intervalos variáveis sumamente curtos (centenas de microssegundos), podendo utilizar doses ainda menores capazes de alterar estruturas químicas [7,12,13].

A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa CAAE: 4849511500000093. Os voluntários autorizaram a realização da pesquisa através do consentimento livre esclarecido.

Seleção

10 pacientes foram selecionados para realizar as aplicações da litotripsia, com o objetivo de verificar o potencial motor dos movimentos. Foram realizados 10 atendimentos durante um período de 30 minutos. No final do tratamento os voluntários deveriam passar por uma nova avaliação.

A amostra considerada no estudo foi composta por 10 casos, sendo 7 do sexo masculino e 3 do sexo feminino. Dos 10 casos, 7 apresentavam espasticidade severa e 3 apresentaram espasticidade moderada. A idade mínima dos participantes da pesquisa foi 59 anos e a idade máxima foi 76 anos, com idade média igual a 70,5 anos.

Foram incluídos os pacientes que apresentaram espasticidade moderada, espasticidade severa e que realizavam fisioterapia regularmente. Excluíram-se os pacientes que apresentaram limitação articular, deformidades e os que utilizavam anticoagulante.

Os pacientes foram comparados com pacientes do estudo de Figueiredo *et al.* [1] que realizaram fisioterapia. O propósito foi demonstrar que a redução do tônus muscular ocorre por influência das ondas de choque independente da fisioterapia aplicada.

Os pacientes selecionados foram avaliados e tratados em clínica particular de fisioterapia. As aplicações da litotripsia foram realizadas na Uropar – Hospital da Cruz Vermelha, associada a pesquisa.

Instrumentos e técnica de medição

Foram realizados três métodos de mensuração: a escala de Ashworth, goniometria digital e deslocamento do ventre muscular.

Escala de Ashworth

A escala de Ashworth, desenvolvida pelo Instituto Nacional de Saúde em AVC (NIHSS), foi utilizada como critério de comparação.

Os indivíduos foram examinados pela escala de Ashworth modificada, descrita por Bohannon *et al.* [14]. Trata-se de um teste subjetivo para verificar os níveis de espasticidade. Nessa avaliação, aplica-se a escala de Ashworth, em seguida a corrente Aussie para verificar o deslocamento do ventre muscular, aferido por um laser marca Stanley e um goniômetro digital. O deslocamento do ventre muscular é medido por um laser de classe 2 e um goniômetro digital.

Goniômetro digital

Utilizou-se um medidor de ângulo digital 10" Digital protractor rule 2-in-1, mensuração de 0 a 360 graus, resolução 0,05. Precisão: $\pm 0,3$. Menor unidade do visor: 0,1 grau. A proposta do estudo foi verificar a diminuição do reflexo extensor pelo goniômetro digital devido a sinergia flexora nas articulações. Essas aferições aconteceram antes e depois das aplicações da terapia extracorpórea por ondas de choque.

Deslocamento do ventre muscular

O laser digital, eletrônica laser TLM da Stanley, é um medidor de distância portátil. O sistema laser permite medir com uma precisão de 1,5 mm com resolução de 1 mm, alcance entre 0,05 a 50 m, display com 0,3 linhas, associado à corrente elétrica e pode fornecer um método para determinar alguns níveis da hipertonia. O laser foi colocado acima da maca sobre um suporte de 50 cm de altura.

O equipamento que produziu contração muscular foi o estimulador elétrico da Ibramed, Neurodim Aussie Sport, o estímulo elétrico aplicado é Aussie, semelhante a corrente russa, utilizada em atrofia de desuso. A corrente elétrica 1 kHz e burst com duração de 4 ms e frequência igual a 15 Hz. A modulação em rampa é constituída com tempo de subida igual a 1 segundo e repouso de 9 segundos. Torna-se importante ressaltar que a frequência de burst escolhida (15 Hz) é recomendada para estimular os motoneurônios de fibras musculares

resistentes a fadiga, produzirá uma contração forte capaz de ser captado pelo laser antes e após as aplicações da litotripsia [13].

A mensuração do ventre muscular foi baseada no estudo de MacAndrew *et al.* [13], no qual uma avaliação semelhante foi realizada. A corrente elétrica produz deslocamento do ventre muscular antes e após a aplicação da ESWT [15]. Os eletrodos são posicionados sobre o ventre muscular ao redor do ponto marcado e a intensidade abaixo do limiar motor tolerável pelo paciente. O paciente é posicionado em decúbito dorsal sobre a maca, MMII flexionadas, em seguida realizada uma marca com a caneta cirúrgica sobre o bíceps do voluntário.

Aplicou-se uma contração muscular intensa. O laser mediu o deslocamento do ventre muscular antes e após as aplicações da litotripsia sobre o ponto estipulado a uma distância de 50 centímetros posicionada sobre uma haste.

Ortolitotripsia

O equipamento de ortolitotripsia é a Direx Integra. A escolha da dose/intensidade foi de 1000 ciclos por segundo e 0,030 mJ/mm de energia em 12 gpm com o objetivo de constatar a queda da hipertonía, a qualidade do movimento e a redução dos distúrbios da sensibilidade.

As aplicações de ESWT foram efetuadas nas doses/intensidades descritas acima. Novamente os indivíduos passaram por nova mensuração.

Inicialmente os voluntários foram submetidos a uma avaliação. O sujeito se deitou em uma maca em decúbito dorsal, membros inferiores flexionados. O bíceps braquial foi a musculatura escolhida. O fisioterapeuta posicionou quatro eletrodos no ventre muscular de cinco centímetros de largura. A corrente de pulso proporcionou uma contração muscular.

Análise estatística

As variáveis quantitativas foram descritas pelas medidas de média, mediana, 1º e 3º quartis, valores mínimo e máximo e desvio padrão. Para comparação dos dois momentos de avaliação em relação a variáveis que não atenderam a condição de normalidade, foi considerado o teste não paramétrico de Wilcoxon. Para comparação de variáveis que atenderam a condição de normalidade foi considerado o teste t de Student para amostras pareadas. Valores de p menores do que 0,05 indicaram significância estatística.

Nas variáveis avaliadas na escala de Ashworth testou-se para cada uma delas a hipótese nula de resultados iguais nos dois momentos versus a hipótese alternativa de médias diferentes. Na tabela abaixo são apresentadas as estatísticas descritivas de cada uma das variáveis em cada um dos momentos, além do valor p dos testes estatísticos.

Em cada uma das variáveis avaliadas na goniometria digital e no deslocamento do ventre muscular testou-se a hipótese nula de médias iguais nos dois momentos versus a hipótese alternativas de médias diferentes. Nas tabelas III, IV, V estão apresentadas as estatísticas descritivas de cada uma das variáveis em cada um dos momentos, além das estatísticas descritivas para a diferença entre os resultados do momento final e os resultados do momento inicial. Também são apresentados os valores de p dos testes estatísticos.

Resultados

Nas colunas estão representados dez pacientes em diferentes etapas de tratamento. Antes da aplicação e após a aplicação. Na tabela I estão apresentados os resultados da medição do tônus muscular no lado comprometimento. Nas linhas abaixo estão relacionados 4 (quatro) movimentos avaliados. De acordo com a tabela abaixo, em geral, o ventre muscular se deslocou 1 a 2 milímetros antes das aplicações da litotripsia e 3 milímetros após as aplicações.

O ventre muscular dos idosos deslocavam em média valor mínimo: 1 milímetro antes das aplicações e valor máximo 2 milímetros após as aplicações. Verificou-se o relaxamento e a melhora da qualidade da contração muscular.

Tabela I - Aplicação da escala de Ashworth modificada.

Variável	Momento	Valor Mínimo	1° Quartil	Mediana	3° Quartil	Valor Máximo	Valor de p*
Flexão braço	Antes/Depois	3	1 3,0	1,1 3,0	2,0 4,0	2,0 4	3 0,005
Extensão braço	Antes/Depois	2	1 2,0	1,0 3,0	1,0 3,0	1,4 4	3 0,005
Abdução braço	Antes/Depois	2	1 2,0	1,0 2,0	1,0 2,8	1,0 4	2 0,005
Flexão cotovelo	Antes/Depois	3	1 3,0	1,1 3,0	1,5 3,0	1,9 4	2 0,005

*Teste não paramétrico de Wilcoxon; p = 0,05; n = 10

O artigo analisado demonstrou aumento da mobilidade e diminuição da espasticidade após a intervenção fisioterapêutica, e o tônus reduzido foi de 1-2p na escala de Ashworth, porém no outro dia a espasticidade aumenta. As ondas de choque oferecem um efeito mais prolongado com duração de 3 a 4 meses [1].

A escala de Ashworth, tabela I, apresenta excelente valor p em todos os parâmetros. (0,005). Os valores significativos são a abdução do braço e flexão do cotovelo.

Tabela II - Resultado da contração muscular produzido pela corrente Aussie é captado pelo sensor a laser, antes e após as aplicações de ESWT.

Variável	Momento	Média	Mediana	Valor Mínimo	Valor Máximo	Desvio Padrão	Valor de p*
Bíceps	Antes	534,8 537	538,5	510	545	11,4	<0,001
	Depois	2,2	541,0	512	548	11,6	
	Depois Antes	2,5	2	3	0,2		

(*) Teste t de Student para amostras pareadas; p<0,05; n = 10.

Tabela III - Mensuração antes e após as aplicações de ESWT utilizando um goniômetro digital.

Variável	Momento	Média	Mediana	Valor Mínimo	Valor Máximo	Desvio Padrão	Valor de p*
Flexão ombro	Antes	43,70	52,28	15,80	75,40	22,11	0,002
	Depois	58,65	64,08	24,30	81,55	22,08	
	Depois Antes	14,95	11,90	3,60	31,20	10,53	
Extensão ombro	Antes	21,98	17,05	9,25	44,20	12,80	0,014
	Depois	30,25	21,63	12,75	69,20	20,79	
	Depois Antes	8,24	4,53	0,85	25,00	8,56	
Abdução ombro	Antes	43,73	51,75	14,10	76,85	22,41	<0,001
	Depois	66,28	66,93	36,30	105,15	27,24	
	Depois Antes	22,55	22,88	3,95	44,00	12,21	
Flexão cotovelo	Antes	39,45	52,40	13,00	65,30	21,65	0,011
	Depois	69,49	67,00	18,90	136,15	37,46	
	Depois Antes	30,04	15,30	3,30	82,00	29,80	

*Teste t de Student para amostras pareadas; p<0,05; N = 10

O deslocamento muscular apresentou média e mediana (2,2 – 2,0). O valor mínimo (1,0) refere aos pacientes que não melhoraram, apenas 3 delas < 0,001. O melhor deslocamento muscular foi 3,0.

Os Gráficos representam os pacientes que obtiveram evolução significativa daqueles que não obtiveram evolução significativa. A maioria evoluiu significativamente. Os indivíduos cuja evolução é menos evidente reforçam a seletividade do equipamento que deve ser considerado durante a indicação.

Em um total de 7 pacientes demonstraram uma redução do tônus (abdução do ombro 44°) sem diminuir a resistência muscular. O gráfico da abdução do ombro figura 1 apresenta uma abdução do ombro a 76,85 a 105,15 graus. Segundo os gráficos a goniometria é o parâmetro de melhor evolução. Os tópicos que mais evoluíram foram abdução do ombro e flexão do cotovelo.

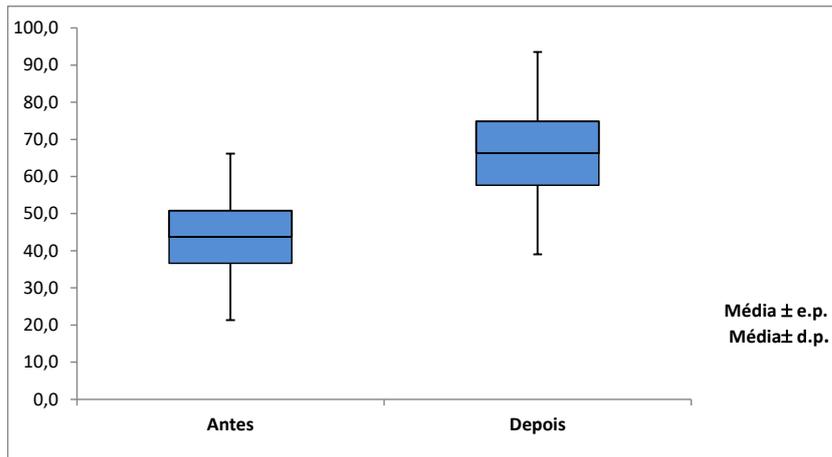


Figura 1 - Gráfico da abdução do ombro antes e após as aplicações de ESWT utilizando um goniômetro digital. O valor de $<0,001$.

Na figura 1 abdução do ombro a média e a mediana se equivalem (22,55-22,88). Sinaliza-se uma melhora uniforme nesses parâmetros. Seu valor mínimo é 3,95. A flexão do cotovelo e a abdução do ombro demonstraram melhor evolução na goniometria digital $p < 0,001$, acompanhando seus desvios padrões, conforme demonstra a figura 2.

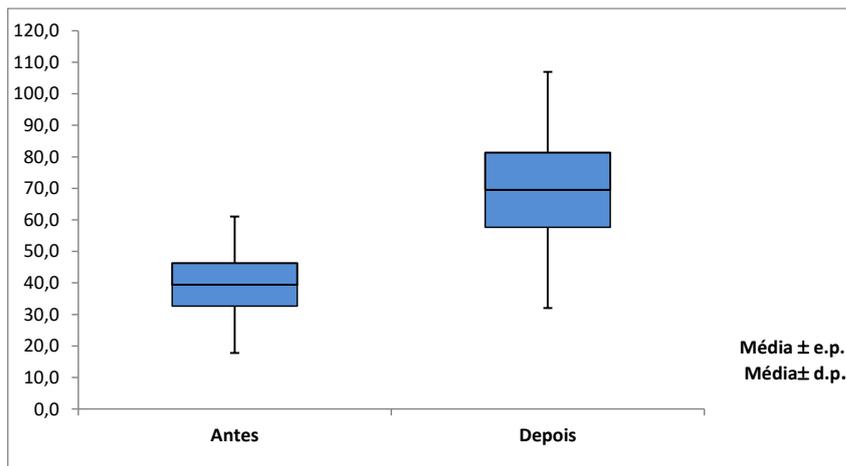


Figura 2 - Gráfico da flexão do cotovelo antes e após as aplicações de ESWT utilizando um goniômetro digital. Valor de $p = 0,011$.

Na goniometria digital existe um valor significativo. A flexão do cotovelo foi de 0,011. O seu valor máximo foi de 82,00 como evidência a figura 2. Houve uma melhora significativa para os pacientes (30,04 média).

Discussão

Durante a evolução da pesquisa, verificou-se o aumento da amplitude do movimento tornando-os mais seletivos. A dose intensidade utilizada foram baixas em relação aos artigos estudados. Wu *et al.* [16] utilizaram 3.200 ciclos e a energia aplicada foi 0,30 mJ/mm² [16]. Porém no estudo atual foram utilizados 1000 ciclos por segundo, 12 gpm com a energia de 0,030 mJ/mm² ou seja, energia e ciclos mais baixos do que outros estudos. Enquanto as pesquisas anteriores tinham o propósito de comprovar a eficácia na redução da espasticidade (por isso dosagens mais altas).

Observou-se também que alguns pacientes não evoluíram como o esperado. Investigando com mais atenção esses indivíduos, levanta-se a possibilidade desses pacientes

apresentarem microencurtamentos e a ESWT somente produz efeito em músculos espásticos saudáveis, por não apresentarem deformidades [4]. Os voluntários que não melhoraram não possuíam história de participação de fisioterapia regularmente. Os músculos com encurtamentos são melhor tratados com a toxina botulínica tipo A.

A redução do tônus muscular, após as aplicações da terapia extracorpórea por ondas de choque reforçam o efeito vibracional como uma possível teoria do efeito da ESWT no corpo humano [7,17].

Até o momento a ESWT demonstra ser seletiva, ou mesmo inteligente contribuindo para o sucesso futuro desse tratamento.

Considera-se algumas sugestões para seguir nessa linha de pesquisa. Importante raciocinar em intensidades baixas e maiores frequências de aplicações. Verificar o tempo que dura a redução da espasticidade através desses parâmetros. Atualmente o efeito da corrente extracorpórea dura de 4 a 6 meses, quando ocorre a diminuição da espasticidade e a liberação dos movimentos pela aplicação da ESWT. A hipertonia limita o potencial muscular. Como resultado as atividades de vida diária passam a ser realizadas com maior eficácia.

Conclusão

Este estudo sugere a redução da espasticidade demonstrada pelos itens avaliados. Os idosos foram tolerantes ao equipamento, a dose intensidade utilizada possibilita o uso desses parâmetros para outros tratamentos.

O estudo piloto teve algumas limitações que incluem o tamanho pequeno da amostra e a falta de um grupo controle. Entretanto, em todas as etapas do tratamento, houve seriedade na seleção e nas medições dos pacientes antes e após as aplicações das ondas de choque.

Em uma futura linha de pesquisa, sugere-se a litotripsia no gastrocnêmio para auxílio da marcha. O paciente responderá positivamente as aplicações, uma vez que foi constatado que as ondas de choque não deixam os músculos flácidos, mas com tônus adequado.

Agradecimentos

Ao Hospital da Cruz Vermelha pela concessão de equipamentos de litotripsia Direx Integra, com sua manutenção adequada.

Referências

1. Figueiredo MV, Chaves L, Rodrigues ARS, Silva EB. Eficácia do taping associado a cinesioterapia na melhora da espasticidade e velocidade da marcha em hemiplégicos. RBCEH 2011;8(3):355-62. <https://doi.org/10.5335rbeh.2012.1531>
2. Cescon C, Madeleine P, Graven-Nielsen T, Marletti R, Farina D. Two-dimensional spatial distribution of surface mechanomyographical response to single motor unit activity. J Neurosci Methods 2007;159(1):19-25. <https://doi.org/10.1016/j.neumeth.2016.06.011>
3. Amélio E, Manganotti P. Effect shock wave stimulation on hypertonic plantar flexor muscles in patients with cerebral palsy: A placebo-controlled study. J Rehabil Med 2010;42(04):339-43. <https://doi.org/10.2340116501977-0522>
4. Kim WY, Shin JC, Yoon JG, Kim YK. Usefulness of radial extracorporeal shock wave therapy for the spasticity of the subscapularis in patients with stroke: a pilot study. Chin Med J 2013;126(24):4238-4643. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0366-6999.2013.11.29>
5. Manganotti P, Amélio E. Long term effect of shock waves therapy on upper limb hypertonic in patients by stroke. Am Heart J 2005;36(9):1967-71. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000177880.06663.5c>
6. Lohse-Busch H, Kraemer M, Reime U. Pilotuntersuchung zur wirkung von niedrigerenergetischen, extrakorporalen stowellen auf muskelfunktionsstörungen bei

- spastischen bewegungsstörungen von kindern. *Schmerz* 1997;11(2):108-12.
<https://doi.org/10.1007/s004820050071>
7. Mariotto S, Cavalieri E, Amelio E, Ciampa AR, Prati AC, Marlinghaus E et al. Extracorporeal shock-waves: From lithotripsy to anti-inflammatory action by NO production. *Nitric Oxid* 2004;12(5):89-96. <https://doi.org/10.1016/J.NIOX.2004.12.005>
 8. Dahmane R, Valencic V, Knez N, Ersen I. Evaluation of the ability to make non-invasive estimation of muscle contractile properties on the basis of the muscle belly response. *Med Biol Eng Comput* 2001;39(1):51-5. <https://doi.org/10.1007/BF02345266>
 9. Moon SW, Kim JH, Jung JM, Som S, Lee JH, Shin H et al. The effect of Extracorporeal shock wave therapy on lower limb spasticity in subacute stroke patients. *Ann Rehabil Med* 2013;37(4):461-70. <https://doi.org/10.5535/arm2013.37.4.461>
 10. Xiang J, Wang W, Jiang W, Qian Q. Effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in post-stroke patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of rehabilitation medicine* 2018;50(10): 852-9.
<https://doi.org/10.2340/16501977-2485>
 11. Lauer U, Bürgelt E, Squire Z, Messmer K, Hofschneider PH, Gregor et al. Shock waves permeabilization as a new gene transfer method. *Gene Ther* 1997;4(7):710-15.
<https://doi.org/10.1038/sj.gt.3300462>
 12. Ciampa RA, Prati AC, Amélio E, Cavalieri E, Persichini T, Colasanti T et al. Nitric oxide mediates anti-inflammatory action of extracorporeal shock waves. *Febs Lett* 2005;590(30):6839-45. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2005.11.023>
 13. McAndrew D, Gorelick M, Brown JMM. Muscles within muscles: A mechanomyographic analysis of muscle segment contractile properties within human gluteus maximus. *J Musculoskelet Res* 2006;10(1):23-35. <https://doi.org/10.1142/50218957706001704>
 14. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987;67(2):206-7. <https://doi.org/10.1093/ptj/67.2.206>
 15. Krijaj D, Grabljevec K, Simunic B. Evaluation of muscle dynamic response measured before and after treatment of spastic muscle with a BTX-A a case study. *Med Biol Eng Comput* 2007;16(11):393-396. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-73044-6>
 16. Wu RY, Chang CN, Chen YM, Hu GC. Comparison of effect of focused and radial extracorporeal shock waves spastic equinus patients with stroke a randomized controlled trial. *Euro J Phys Rehabil Med* 2018;54(4):518-25.
<https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04801-8>
 17. Gotte G, Amélio E, Russo S, Marlinghaus E, Misci G, Suzuki H. Short-time non-enzymatic nitric oxide synthesis from hydrogen peroxide induced by shock waves treatment. *Febs Lett* 2002;520(1):153-5.
[https://doi.org/10.1016/50014-5793\(02\)02807-7](https://doi.org/10.1016/50014-5793(02)02807-7)