

体外冲击波对脑卒中患者小腿三头肌痉挛的影响

李亚梅 张晶 黄林 田金艳 余茜

【摘要】 目的 观察体外冲击波(ESWT)对脑卒中患者小腿三头肌痉挛的疗效及可能的电生理机制。方法 选取脑卒中后偏瘫侧小腿三头肌痉挛的患者 60 例,按随机数字表法分为 ESWT 组和对照组各 30 例,2 组均给予基础治疗和常规康复治疗,ESWT 组在此基础上增加 ESWT 治疗(能量 $0.02 \text{ mJ}/\text{mm}^2$,压力 1.5 bar,频率 8 Hz,冲击次数 2000 次),对照组给以安慰治疗,均为每周 1 次,连续 4 周。于治疗前(t_0)、疗程结束后即刻(t_1)、治疗结束 1 周后(t_2)、治疗结束 4 周后(t_3)分别对 2 组患者进行踝关节综合痉挛量表(CSS)、关节被动活动度(PROM)、10 米步行时间(10MWT)和神经电生理(H 反射、Hmax/Mmax)评定。结果 t_1 、 t_2 、 t_3 3 个时间点,2 组患者的 CSS 评分较组内 t_0 时间点均显著升高,差异均有统计学意义($P < 0.01$),且 ESWT 组在 t_1 、 t_2 2 个时间点的 CSS 评分均显著低于对照组同时点,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。 t_1 、 t_2 、 t_3 3 个时间点,ESWT 组 PROM 较组内 t_0 时间点均显著升高,差异均有统计学意义($P < 0.01$),对照组仅 t_1 、 t_2 2 个时间点的 PROM 高于组内 t_0 时间点,差异均有统计学意义($P < 0.01$)。 t_1 、 t_2 、 t_3 3 个时间点,2 组患者的 10MWT 较组内 t_0 时间点均显著降低,差异均有统计学意义($P < 0.01$),且 ESWT 组 t_1 、 t_2 、 t_3 3 个时间点的 10MWT 均显著低于对照组同时点,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。 t_1 时间点,ESWT 组与组内 t_0 时间点比较,H 反射潜伏期延长,Hmax/Mmax 下降,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。2 组组间比较,ESWT 组仅 H 反射潜伏期在 t_1 时间点与对照组同时点差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论 ESWT 可有效地改善脑卒中后小腿三头肌痉挛,且相对安全。

【关键词】 体外冲击波; 小腿三头肌痉挛; 电生理; H 反射; 脑卒中

基金项目:四川省医学会科研资助项目(Q14046)

Extracorporeal shock wave therapy alleviates spasticity in the triceps surae after stroke Li Yamei, Zhang Jing, Huang Lin, Tian Jinyan, Yu Qian. Department of Rehabilitation, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610072, China

Corresponding author: Yu Qian, Email: yqswc11@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the effect of applying extracorporeal shock wave therapy (ESWT) to alleviate triceps surae spasticity after a stroke and to explore the electrophysiological mechanisms involved. **Methods** Sixty hemiplegic stroke patients with triceps surae spasticity were recruited and randomly assigned to either an ESWT group or a control group, each of 30. Both groups were given routine medication and rehabilitation training. The ESWT group additionally received 3000 shots of ESWT at $0.089 \text{ mJ}/\text{mm}^2$, 1.5 bars and 8 Hz applied once a week for 4 weeks. Before the treatment, immediately afterward, and then 1 and 4 weeks later the subjects were assessed using the composite spasticity scale (CSS), passive range of motion (PROM) measurements, the 10-meter walk test (10MWT), H reflex latency and the Hmax/Mmax ratio. **Results** The ESWT group showed significant improvement in their average CSS, PROM and 10MWT results at t_1 , t_2 and t_3 compared with t_0 , while the control group had significant improvement in their average CSS and 10MWT scores, but their average PROM score improved significantly only at t_1 and t_2 . The ESWT group showed significantly better progress in terms of their average CSS score at t_1 and t_2 . The groups' average PROM scores were not significantly different, but the ESWT group had faster 10MWT times at t_1 , t_2 and t_3 . In the ESWT group H reflex latency had lengthened significantly by t_1 and the Hmax/Mmax ratio had decreased significantly, but the only significant difference from the controls was in the average H reflex latency at t_1 . The ESWT was well tolerated and did not cause any severe adverse effects. **Conclusions** ESWT improves triceps surae spasticity effectively after stroke quite safely.

【Key words】 Extracorporeal shock wave therapy; Spasticity; Triceps surae; Electrophysiology; H reflex; Stroke

Fund program: The Sichuan Medical Association Research Fund (grant Q14046)

痉挛是指因上运动神经元受损而引起的以速度依赖性肌张力增高为特征的运动障碍,并伴有腱反射亢进^[1]。有研究报道,约 35% 的脑卒中患者会出现痉挛,且痉挛会抑制正常运动,引起异常运动模式和疼痛,成为阻碍患者恢复独立生活能力、提高生活质量的主要原因^[2],因此及时有效地干预痉挛是恢复卒中患者运动功能、减轻残疾的重要措施之一^[3]。目前,治疗痉挛常用的方法有物理治疗、口服抗痉挛药物、矫形器、肉毒毒素局部注射、神经溶解技术、外科手术等^[4-5]。以上方法对治疗或缓解痉挛均有一定的疗效,但在有效性和安全性等方面都存在各自的缺陷,因此仍需探索有效、无创、副作用少的痉挛治疗方式。

体外冲击波治疗(extracorporeal shock wave therapy, ESWT)最早用于肾结石的碎石治疗,近年来其技术得到快速发展,已被成功运用于多种骨骼、肌腱疾病及运动损伤性疾病当中,具有安全、无创、痛苦小等特点^[6-8]。近期有研究发现,ESWT 对脑卒中、脑瘫、脑外伤等所致的痉挛亦有效,被认为是治疗痉挛的新方法^[9-11]。目前,关于 ESWT 用于治疗脑卒中后下肢痉挛的临床研究比较有限^[12-17],研究结果多认为,ESWT 可改善下肢痉挛,且相对安全,但多为非随机对照研究,研究中样本量少,ESWT 治疗参数、部位、次数、观察周期、评定指标等不一,其中有 4 项研究采用了电生理评定^[12,14,16,17],其中仅 1 篇认为,ESWT 改善痉挛的机制可能与降低脊髓的兴奋性有关^[17]。本研究旨在观察体外冲击波(extracorporeal shock wave therapy, ESWT)对脑卒中患者小腿三头肌痉挛的疗效,并对其可能的电生理机制进行分析。

对象与方法

一、一般资料

纳入标准:①符合 1995 年中华医学会第四届全国脑血管疾病会议制定的各类脑血管病诊断要点^[18],并经头颅 CT 或 MRI 证实;②首次发病,单侧肢体瘫痪;③病程 2 周~6 个月,临床病情稳定;④有

明显的患侧小腿三头肌痉挛,且综合痉挛量表(composite spasticity scale, CSS)评分 ≥ 7 分;⑤患侧下肢 Brunnstrom 运动功能分期 \geq Ⅲ期;⑥本研究经医院伦理委员会批准,并由患者或其家属签署知情同意书。

排除标准:①年龄 <40 岁或 >70 岁;②视觉、听觉障碍或严重认知功能障碍;③严重感染及并发严重相关疾病;④心、肺、肝、肾等重要脏器功能严重减退或衰竭;⑤既往周围神经病变,或因外伤、骨关节病、肌病等其他原因遗留有肢体运动功能障碍者;⑥曾接受药物、神经肌肉阻滞技术、手术等抗痉挛措施;⑦凝血功能障碍及血栓形成;⑧局部感染及皮肤破溃。

选取 2015 年 1 月至 2016 年 12 月在四川省人民医院康复医学科住院且符合上述标准的脑卒中患者 60 例,按随机数字表法分为 ESWT 组和对照组,每组患者 30 例。2 组患者的性别、平均年龄、平均病程、病变性质、CSS 评分、关节被动活动度(passive range of motion, PROM)、10 米步行时间(10-meter walk test, 10MWT)等一般资料组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),详见表 1。

二、干预方法

2 组患者均给予基础治疗和常规康复治疗,ESWT 组在此基础上增加 ESWT 治疗。

(一)基础治疗

2 组患者均根据病情接受相同的营养神经、改善循环、脱水等药物治疗。对于存在全身合并症的患者,如 2 型糖尿病、高血压病、高脂血症、冠心病、肺心病等,均常规予对应的降糖、降压、调脂、改善心肺功能等治疗。每个患者测试阶段所接受的基础治疗与测试前相同。

(二)常规康复治疗

根据 2 组患者不同情况采用脑卒中康复治疗的神经营养促进技术及踝关节运动功能训练,具体包括良肢位摆放、牵伸训练、踝关节背屈肌力训练、躯体控制训练、重心转移训练、站立及步行训练等(注意事项:①先做简单动作,后做复杂动作;②单个关节先活动,

表 1 2 组患者一般资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	平均病程 (月, $\bar{x}\pm s$)	病变性质(例)	
		男	女			脑梗死	脑出血
ESWT 组	30	21	9	56.53 \pm 8.53	2.23 \pm 0.85	13	17
对照组	30	18	12	55.17 \pm 8.26	2.26 \pm 0.80	16	14
组别	例数	病变部位(例)			CSS (分, $\bar{x}\pm s$)	PROM (°, $\bar{x}\pm s$)	10MWT (s, $\bar{x}\pm s$)
		基底节	脑叶	丘脑			
ESWT 组	30	16	8	6	11.37 \pm 2.55	52.20 \pm 6.53	39.68 \pm 4.57
对照组	30	19	6	5	11.27 \pm 2.65	53.10 \pm 7.42	39.36 \pm 4.74

避免出现明显的协同运动及联合反应;③开始动作平缓柔和,切忌过快的牵伸,主动运动以不引起疲劳、疼痛为度,每种动作缓慢持续 3~5 s,重复 3~5 次,多做放松紧张肌肉的练习)。采用一对一的训练方式,每日 1 次,每次训练 40 min,每周训练 5 次,连续治疗 4 周。

(三)ESWT 治疗

采用瑞士 EMS 公司生产的奈恩 CH-1260 型分散状冲击波治疗机。治疗前,向患者讲明治疗相关情况及可能出现的不良反应,消除紧张情绪。患者取俯卧位,固定踝关节于背屈位,于患侧小腿背侧皮肤表面均匀涂以耦合剂,使用直径 15 mm 冲击头,将探头紧贴痉挛的小腿三头肌肌腹予以冲击,手柄压力为皮肤凹陷约 2 mm,注意避开主要血管与神经走行的解剖学位置(ESWT 治疗结束后要求患者卧床休息 30 min,当天不再进行其他康复治疗)。ESWT 治疗能量为 0.02 mJ/mm²,压力 1.5 bar,频率 8 Hz,冲击次数 2000 次,每周治疗 1 次,连续治疗 4 周。

三、评定指标

于治疗前(t₀)、疗程结束后即刻(t₁)、治疗结束 1 周后(t₂)、治疗结束 4 周后(t₃)分别对 2 组患者康复评定(包括临床评估、神经电生理评定,采用盲法评估,评估人员对患者的分组情况不知情),同时记录 2 组患者治疗过程中的不良反应。

(一)临床评估

1. CSS 评定^[19]:选择对下肢痉挛评定信度和效度较好的 CSS 量表,对踝关节进行评定,评定内容包括跟腱反射、小腿三头肌肌张力和踝阵挛。①跟腱反射——0 分为无反射;1 分为反射减弱;2 分为反射正常;3 分为反射活跃;4 分为反射亢进。②肌张力——0 分为无阻力(软瘫);2 分为阻力降低(低张力);4 分为正常阻力;6 分为阻力轻到中度增加;8 分为阻力重度增加。③踝阵挛——1 分为无阵挛;2 分为阵挛 1~2 次;3 分为阵挛 2 次以上;4 分为阵挛持续超过 30 s。结果判断,0~6 分为无痉挛;7~9 分为轻度痉挛;10~12 分为中度痉挛;13~16 分为重度痉挛。

2. PROM^[19]:以关节量角器测定踝关节被动活动度。患者取仰卧位或坐位(坐位时膝关节屈曲 90°),踝关节处于中立位,量角器轴心位于踝中点下约 2.5 cm,固定臂与腓骨长轴平行,移动臂与第 5 跖骨平行,测定踝关节最大被动背屈及跖屈角度,两者相加为 PROM。

3. 10MWT^[17,20]:在平地上画一长 12 m 的直线,标记步行测试的起点、1.0 m 点、11.0 m 点和终点,要求患者确保安全的情况下以正常速度从起点走到终点,记

录从 1.0 m 点到 11.0 m 点所需时间,精确到 0.1 s。每例患者连续测试 3 次,取平均值。

(二)神经电生理评定

采用丹麦丹迪公司生产的 Medtronic Keypoint Workstation 肌电图仪,评估脊髓兴奋性的改变。在屏蔽室内进行,环境安静,室温保持 25 ℃,患者皮肤表面清洁。检测方法:患者保持平静并放松,取俯卧位,足踝下放一枕头使腓肠肌轻度牵张,H 波易引出。刺激电极置腓窝处胫后神经上,记录电极置于腓肠肌内侧头肌腹,参考电极置于跟腱。电刺激时限为 0.5 ms,刺激频率为每 3 s 刺激 1 次。开始以弱电流刺激胫后神经,随刺激量的增加首先出现 H 波,刺激量逐渐增大,H 波波幅逐渐增大,达一定水平(Hmax)后再增加刺激量,H 波波幅开始减低而 M 波波幅逐渐增大,达超强刺激时 H 波消失,M 波波幅达到最大(Mmax)。记录 H 反射潜伏期(H-reflex latency)、H 反射最大波幅与 M 波最大波幅的比值(Hmax/Mmax)。每例患者检测 3 次,取平均值。

四、统计学方法

采用 SPSS 19.0 版统计软件包对数据进行分析。计数资料采用χ² 检验,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

一、2 组患者治疗前、后临床评估比较

治疗前,2 组患者的 CSS 评分组间比较,差异无统计学意义(P>0.05);t₁、t₂、t₃ 3 个时间点,2 组患者的 CSS 评分与组内 t₀ 时间点比较,均显著降低,差异均有统计学意义(P<0.01),且 ESWT 组在 t₁、t₂ 2 个时间点的 CSS 评分均显著低于对照组同时间点,差异均有统计学意义(P<0.05),详见表 2。

表 2 2 组患者治疗前、后 CSS 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃
ESWT 组	30	11.37±2.55	8.70±2.34 ^{ab}	9.13±2.11 ^{ab}	10.17±2.28 ^a
对照组	30	11.27±2.65	10.07±2.43 ^a	10.40±2.65 ^a	11.00±2.60 ^a

注:与组内 t₀ 时间点比较,^aP<0.05;与对照组同时间点比较,^bP<0.05

治疗前,2 组患者的 PROM 组间比较,差异无统计学意义(P>0.05);t₁、t₂、t₃ 3 个时间点,ESWT 组的 PROM 与组内 t₀ 时间点比较,均显著升高,差异均有统计学意义(P<0.01),对照组仅 t₁、t₂ 2 个时间点的 PROM 高于组内 t₀ 时间点,差异均有统计学意义(P<0.01),组间比较,ESWT 组在 t₁、t₂、t₃ 3 个时间点的 PROM 均高于对照组同时间点,但组间差异均无统计学意义(P>0.05),详见表 3。

表 3 2 组患者治疗前、后 PROM 比较($^{\circ}$, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃
ESWT 组	30	52.20±6.53	57.33±6.18 ^a	56.60±6.63 ^a	54.37±7.67 ^a
对照组	30	53.10±7.42	55.10±7.77 ^a	54.43±8.11 ^a	53.57±8.51

注:与组内 t₀ 时间点比较, ^aP<0.05

治疗前,2 组患者的 10MWT 组间比较,差异无统计学意义(P>0.05);t₁、t₂、t₃ 3 个时间点,2 组患者的 10MWT 较组内 t₀ 时间点均显著降低,差异均有统计学意义(P<0.01),且 ESWT 组 t₁、t₂、t₃ 3 个时间点的 10MWT 均显著低于对照组同时时间点,差异均有统计学意义(P<0.05),详见表 4。

表 4 2 组患者治疗前、后 10MWT 比较(s, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃
ESWT 组	30	39.68±4.57	28.35±2.90 ^{ab}	30.01±3.79 ^{ab}	35.44±3.80 ^{ab}
对照组	30	39.36±4.74	32.07±4.50 ^a	35.71±5.22 ^a	37.48±3.40 ^a

注:与组内 t₀ 时间点比较, ^aP<0.05;与对照组同时时间点比较, ^bP<0.05

二、2 组患者治疗前、后神经电生理比较

治疗前,2 组患者的 H 反射潜伏期、Hmax/Mmax 组间比较,差异均无统计学意义(P>0.05);治疗后,对照组 t₁、t₂、t₃ H 反射潜伏期、Hmax/Mmax 与组内 t₀ 比较差异均无统计学意义(P>0.05);t₁ 时间点,ESWT 组与组内 t₀ 时间点比较,H 反射潜伏期延长,Hmax/Mmax 下降,差异均有统计学意义(P<0.05),而 t₂、t₃ 时间点,ESWT 组的 H 反射潜伏期和 Hmax/Mmax 与组内 t₀ 时间点比较,差异均无统计学意义(P>0.05)。2 组组间比较,ESWT 组仅 H 反射潜伏期在 t₁ 时间点与对照组同时时间点差异有统计学意义(P<0.05),详见表 5 和表 6。

表 5 2 组患者治疗前、后 H 反射潜伏期比较(ms, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃
ESWT 组	30	31.07±3.61	32.79±3.98 ^{ab}	31.03±3.72	30.97±3.78
对照组	30	29.62±3.34	29.76±3.49	29.73±3.44	29.76±3.49

注:与组内 t₀ 时间点比较, ^aP<0.05;与对照组同时时间点比较, ^bP<0.05

表 6 2 组患者治疗前、后 Hmax/Mmax 比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃
ESWT 组	30	0.47±0.20	0.36±0.18 ^a	0.45±0.18	0.47±0.19
对照组	30	0.45±0.19	0.44±0.19	0.45±0.19	0.45±0.20

注:与组内 t₀ 时间点比较, ^aP<0.05

三、安全性观察

ESWT 组所有患者完成 ESWT,未观察到严重不良反应,除了可忍受的疼痛外,仅数例出现轻微不良反应,表现为 3 例治疗处少许淤点,2 例感下肢乏力,均于 2~3 d 后自行恢复。

讨 论

本研究结果显示,治疗前,对照组(基础治疗和常规康复治疗)和 ESWT 组(基础治疗和常规康复治疗+ESWT)的 CSS 评分、PROM、10MWT 组间比较,差异均无统计学意义(P>0.05);ESWT 组 10MWT 在疗程结束后、治疗结束 1 周后、治疗结束 4 周后这 3 个时间点均低于对照组同时时间点,差异有统计学意义(P<0.05);CSS 评分在疗程结束后和治疗结束 1 周后均低于对照组同时时间点,差异均有统计学意义(P<0.05)。以上结果表明,ESWT 组的 CSS 评分、PROM、10MWT 的改善一直持续到治疗结束后 4 周。电生理评估结果显示,ESWT 组疗程结束后与组内治疗前比较,其 H 反射潜伏期延长,Hmax/Mmax 下降,差异均有统计学意义(P<0.05)。综合结果提示,ESWT 联合基础和常规康复治疗可更加有效地改善小腿三头肌的痉挛,改善踝关节活动度,提高步行能力,临床疗效可持续到治疗结束后 4 周,且相对安全。本课题组认为,ESWT 组疗程结束后的 H 反射潜伏期显著延长和 Hmax/Mmax 显著下降可能是由于有脊髓兴奋性降低机制的参与,由于评定运动神经元池的兴奋性的指标很多,对其机制的深入探讨尚需进一步完善相关电生理学指标以证实冲击波治疗痉挛是否与改变脊髓 α 运动神经元兴奋性有关。

ESWT 是利用能量转换和传递原理,使不同密度组织之间产生能量梯度差及扭拉力,形成空化效应,从而产生生物学效应^[21],具有安全、无创、痛苦小的等优点。对冲击波治疗肌肉痉挛的研究始于对肌肉痉挛导致疼痛的研究,即发现 ESWT 缓解肌肉痉挛所致疼痛的同时有降低肌张力的作用^[6]。后继相关研究显示,ESWT 在降低脑瘫患儿肌张力、改善关节活动度方面有明显疗效,并且安全无痛^[10,22-24]。Lee^[11] 等通过 meta 分析指出,ESWT 对缓解脑外伤所致痉挛有明显作用。目前,有关 ESWT 缓解脑卒中后肢体痉挛的资料非常有限。Manganotti 等^[25-28] 的研究报道,冲击波治疗后,脑卒中患者腕屈肌及手指屈肌肌力明显降低,关节活动度增加,腕部控制及手功能得到改善。针对 ESWT 缓解脑卒中后下肢痉挛,共发现 6 篇相关国外文献报道^[12-17]。Sohn 等^[12] 对脑卒中后踝跖屈肌痉挛的患者 10 例和健康成人 10 例同时给以 1 次 ESWT(能量 0.10 mJ/mm²,频率 4 Hz,冲击次数 1500 次,部位腓肠肌内侧头)。结果显示,治疗后,脑卒中组改良 Ashworth 量表(modified Ashworth scale, MAS)评分较组内治疗前明显下降,但 2 组胫神经复合肌肉动作电位(compound muscle action potential, CMAP)潜伏期、波幅、传导速度、F 波最小潜伏期、H 反射潜伏期、Hmax/

Mmax 较组内治疗前无明显变化。由此推测,ESWT 改善痉挛的机制与降低脊髓兴奋性无关。Moon 等^[13]设计自身对照,即对 30 例脑卒中后踝跖屈肌痉挛的患者首先给予一次 ESWT 安慰治疗,经过一周的洗脱期后给以 3 次 ESWT(能量 0.02 mJ/mm²,频率 4 Hz,冲击次数 1500 次,部位腓肠肌),结果发现,安慰治疗后,MAS、踝关节 PROM、下肢 Fugl-Meyer 运动功能评定(Fugl-Meyer motor assessment, FMA)无明显改变;而 ESWT 治疗结束 1 周后,其 MAS 较组内治疗前明显改善,差异有统计学意义($P < 0.05$),但治疗结束 4 周后,其 MAS 评分与组内治疗前比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。Santamato 等^[14]对脑卒中后踝跖屈肌痉挛患者 23 例进行 1 次 ESWT(能量 0.10 mJ/mm²,频率 4 Hz,冲击次数 1500 次,部位腓肠肌、比目鱼肌),结果显示 MAS、踝背屈 PROM 在治疗结束后即刻改善明显,而于治疗结束 30 d 后,只有超声下腓肠肌群回声强度为 I-III 级(Heckmatt scale)的患者较治疗前有明显改善,IV 级者无明显改善,推测可能是由于 IV 级患者肌肉萎缩并被脂肪、纤维化组织替代所致。而治疗前、后胫神经 CMAP 潜伏期、波幅、传导速度、F 波最小潜伏期未见无明显变化,推测 ESWT 改善痉挛的机制可能与影响痉挛肌肉的流变性能有关,而对脊髓兴奋性无影响。ESWT 治疗过程中出现轻微不良反应,表现为 5 例治疗处疼痛,2 例下肢乏力,几天后恢复。Kim 等^[15]对 10 例脑卒中后足底筋膜炎的患者给以 3 次 ESWT(能量 0.02 mJ/mm²,冲击次数 1500 次),并于冲击波 3 次完成后,予以跟腱和足底筋膜的牵伸训练(每日治疗 1 次,每次治疗 30 min,每周 5 d,持续 6 个月),结果显示,治疗 6 周后,10 例患者的腓肠肌张力、足底筋膜厚度、疼痛及步行能力均明显改善,且治疗 6 个月后,以上指标较治疗 6 周后改善更为明显,提示了 ESWT 的长期效应。Radimkehr 等^[16]对 12 例脑卒中后踝跖屈肌痉挛的患者给以 1 次 ESWT(能量 0.340 mJ/mm²,频率 5 Hz,冲击次数 2000 次,部位腓肠肌肌腹),结果显示:治疗后即刻,患者的痉挛程度明显改善,踝关节主动和被动活动度亦显著增加,差异均有统计学意义($P < 0.05$),但是治疗结束 1 h 后,这些改变均不再明显,差异均无统计学意义($P > 0.05$),由此该课题组推测,ESWT 改善肌痉挛与影响脊髓兴奋性无关。Sawan 等^[17]采用了随机对照设计,治疗组给予物理治疗和 6 次 ESWT(冲击次数 1500 次,部位腓肠肌内侧头为主),对照组给予物理治疗和安慰治疗,结果显示:治疗后,2 组患者的踝背屈 AROM、Hmax/Mmax、10MWT 较组内治疗前明显改善,且治疗组优于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$),提示肌张力的改善可能与降低脊髓兴奋性有关。综合以上研究可

以初步推测,ESWT 可改善踝跖屈肌痉挛,但这些多为非随机对照研究,收集的样本量较少,ESWT 治疗参数、部位、次数、观察周期、评定指标等不一,多认为改善痉挛的机制不是通过降低脊髓兴奋性,仅 1 篇认为,ESWT 改善痉挛可能与改变脊髓兴奋性有关^[17]。

目前,关于 ESWT 改善痉挛的机制尚不明确,除了对肌肉纤维化和肌肉黏弹性等产生机械特性作用、降低脊髓兴奋性外^[14,17,25],还有研究提示,可能存在以下机制:①刺激 NO 合成——有研究提示,ESWT 可诱导 NO 合成,而 NO 参与神经肌肉接头形成以及中枢神经系统的重要生理功能,可能对肌张力产生调节^[29]。②对邻近肌腱的肌纤维产生机械刺激作用——ESWT 作用于人体不同组织的界面处可以产生不同的机械应力效应,引起组织松解;另外 Leone 等^[30]研究证明,给予肌腱持续或间断的压力可降低运动神经元兴奋性。③减少神经肌肉接头处的乙酰胆碱受体——Kenmoku 等^[31]发现,ESWT 可以减少兔神经肌肉接头处的乙酰胆碱受体,影响神经肌肉接头功能,减轻痉挛程度,但是受体的数目很快复原,疗效短暂。④改善血液循环,促进新生血管形成——Wang 等^[32]发现,ESWT 处组织产生大量的新生血管和血管发生相关标志物。

综上所述,ESWT 在缓解脑卒中后小腿三头肌痉挛方面有一定疗效,具有经济、安全、无创的优势,将来可能成为已有技术外的一种补偿或替代治疗技术。目前,冲击波治疗痉挛的治疗参数并无统一参照标准,缺少大样本的随机对照研究,相关机制亦不清楚。因此,关于 ESWT 对痉挛的最佳治疗参数、近期和远期疗效、治疗机制等方面还有待于进一步深入研究。

参 考 文 献

- [1] Li S, Francisco GE. New insights into the pathophysiology of post-stroke spasticity[J]. *Front Hum Neurosci*, 2015, 9: 192. DOI: 10.3389/fnhum.2015.00192.
- [2] Mori F, Koch G, Foti C, et al. The use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for the treatment of spasticity[J]. *Prog Brain Res*, 2009, 175: 429-439. DOI: 10.1016/S0079-6123(09)17528-3.
- [3] Stevenson VL. Rehabilitation in practice: spasticity management[J]. *Clin Rehabil*, 2010, 24(4): 293-304. DOI: 10.1177/0269215509353254.
- [4] Suh HR, Han HC, Cho HY. Interferential current therapy on spasticity, balance, and gait function in chronic stroke patients: a randomized control trial[J]. *Clin Rehabil*, 2014, 28(9): 885-891. DOI: 10.1177/0269215514523798.
- [5] King BW, Ruta DJ, Irwin TA. Spastic foot and ankle deformities: evaluation and treatment[J]. *Foot Ankle Clin*, 2014, 19(1): 97-111. DOI: 10.1016/j.facl.2013.10.007.
- [6] Ji HM, Kim HJ, Han SJ. Extracorporeal shock wave therapy in myofascial pain syndrome of upper trapezius[J]. *Ann Rehabil Med*,

- 2012, 36(5): 675-680. DOI: 10.5535/arm.2012.36.5.675.
- [7] Kapoor S. Pain management in patients with plantar fasciitis: the emerging role of radial extracorporeal shock wave therapy[J]. J Foot Ankle Surg, 2012, 51(4): 541-550. DOI: 10.1053/j.jfas.2012.02.012.
- [8] Vetrano M, Castorina A, Ferretti A, et al. Platelet-rich plasma versus focused shock waves in the treatment of jumper's knee in athletes[J]. Am J Sports Med, 2013, 41(4): 795-803. DOI: 10.1177/0363546513475345.
- [9] Santamato A, Notarnicola A, Panza F, et al. SBOTE study: extracorporeal shock wave therapy versus electrical stimulation after botulinum toxin type a injection for post-stroke spasticity—a prospective randomized trial[J]. Ultrasound Med Biol, 2013, 39(2): 283-291. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2012.09.019.
- [10] Wang T, Du L, Shan L, et al. A prospective case-control study of radial extracorporeal shock wave therapy for spastic plantar flexor muscles in very young children with cerebral palsy[J]. Medicine, 2016, 95(19): e3649. DOI: 10.1097/MD.0000000000003649.
- [11] Lee JY, Kim SN, Lee IS, et al. Effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in patients after brain injury: a meta-analysis[J]. J Phys Ther Sci, 2014, 26(10): 1641-1647. DOI: 10.1589/jpts.26.1641.
- [12] Sohn MK, Cho KH, Kim Y-J, et al. Spasticity electrophysiologic changes after extracorporeal shock wave therapy on gastrocnemius[J]. Ann Rehabil Med, 2011, 35(5): 599-604. DOI: 10.5535/arm.2011.35.5.599.
- [13] Moon SW, Kim JH, Jung MJ, et al. The effect of extracorporeal shock wave therapy on lower limb spasticity in subacute stroke patients[J]. Ann Rehabil Med, 2013, 37(4): 461-470. DOI: 10.5535/arm.2013.37.4.461.
- [14] Santamato A, Micello MF, Panza F, et al. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of poststroke plantar-flexor muscles spasticity: a prospective open-label study[J]. Top Stroke Rehabil, 2014, 21: S17-S24. DOI: 10.1310/tsr21S1-S17.
- [15] Kim TG, Bae SH, Kim GY, et al. The effects of extracorporeal shock wave therapy on stroke patients with plantar fasciitis[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(2): 523-526. DOI: 10.1589/jpts.27.523.
- [16] Radinmehr H, Ansari NN, Naghdi S, et al. Effects of one session radial extracorporeal shockwave therapy on post-stroke plantar flexor spasticity: a single-blind clinical trial[J]. Disabil Rehabil, 2016, 39(5): 483-490. DOI: 10.3109/09638288.2016.1148785.
- [17] Sawan S, Abd-Allah F, Hegazy MM, et al. Effect of shock wave therapy on ankle planter flexors spasticity in stroke patients[J]. NeuroRehabilitation, 2017, 40(1): 115-118. DOI:10.3233/NRE-161396.
- [18] 中华神经内科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管疾病的诊断要点[J]. 中华神经科杂志, 1996, 29(6): 379-380.
- [19] 王玉龙. 康复功能评定学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 167-168.
- [20] 陈惠君, 朱雨岚, 邹子奇, 等. 平衡训练对不同年龄共济失调患者步行功能恢复的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2004, 26(12): 761-762. DOI: 10.3760/j;issn:0254-1424.2004.12.021.
- [21] Wang CJ. Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders [J]. J Orthop Surg Res, 2012, 7(1): 11. DOI: 10.1186/1749-799X-7-11.
- [22] Amelio E, Manganotti P. Effect of shock wave stimulation on hypertonic plantar flexor muscles in patients with cerebral palsy: a placebo-controlled study[J]. J Rehabil Med, 2010, 42(4): 339-343. DOI: 10.2340/16501977-0522.
- [23] Vidal X, Morral A, Costa L, et al. Radial extracorporeal shock wave therapy(rESWT) in the treatment of spasticity in cerebral palsy: a randomized, placebo-controlled clinical trial [J]. NeuroRehabilitation, 2011, 29(4): 413-419. DOI: 10.3233/NRE-2011-0720.
- [24] Gonkova MI, Ilieva EM, Ferriero G, et al. Effect of radial shock wave therapy on muscle spasticity in children with cerebral palsy[J]. Int J Rehabil Res, 2013, 36(3): 284-290. DOI: 10.1097/MRR.0b013e328360e51d.
- [25] Manganotti P, Amelio E. Long term effect of shock wave therapy on upper limb hypertonia in patients affected by stroke [J]. Stroke, 2005, 36(9): 1967-1971. DOI: 10.1161/01.STR.0000177880.06663.5c.
- [26] Daliri SS, Forogh B, Emami Razavi SZ, et al. A single blind, clinical trial to investigate the effects of a single session extracorporeal shock wave therapy on wrist flexor spasticity after stroke[J]. NeuroRehabilitation, 2015, 36(1), 67-72. DOI: 10.3233/NRE-141193.
- [27] Li TY, Chang CY, Yu-Ching C, et al. Effect of radial shock wave therapy on spasticity of the upper limb in patients with chronic stroke: a prospective, randomized, single blind, controlled trial [J]. Medicine, 2016, 95(18): e3544. DOI: 10.1097/MD.0000000000003544.
- [28] 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 [J]. Ultrasound Med Biol, 2016, 42(8): 1862-1875. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2016.03.006.
- [29] Mariotto S, Cavalieri E, Amelio E, et al. Extracorporeal shock waves: from lithotripsy to anti-inflammatory action by NO production[J]. Nitric Oxide, 2005, 12(2): 89-96. DOI: 10.1016/j.niox.2004.12.005.
- [30] Leone JA, Kukulka CG. Effects of tendon pressure on alpha motoneuron excitability in patients with stroke[J]. Phys Ther, 1988, 68(4): 475-480. DOI: 10.1093/ptj/68.4.475.
- [31] Kenmoku T, Ochiai N, Ohtori S, et al. Degeneration and recovery of the neuromuscular junction after application of extracorporeal shock wave therapy[J]. J Orthop Res, 2012, 30(10): 1660-1665. DOI: 10.1002/jor.22111.
- [32] Wang CJ, Wang FS, Yang KD, et al. Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction. A study in rabbits [J]. J Orthop Res, 2003, 21(6): 984-989. DOI: 10.1016/S0736-0266(03)00104-9.

(修回日期:2018-03-21)

(本文编辑:阮仕衡)