

# 不同物理疗法在运动损伤恢复中的比较研究

郭宇 陈薇 孟祥春

武警黑龙江省总队医院康复医学与理疗科 黑龙江 哈尔滨 150010

**【摘要】**目的：比较体外冲击波疗法（ESWT）与脉冲电磁场疗法（PEMF）在急性运动性软组织损伤中的临床疗效。方法：选取2024年3-9月84例急性运动损伤患者，按随机数字表法分为ESWT组（42例）与PEMF组（42例）。ESWT组采用体外冲击波治疗，PEMF组采用脉冲电磁场治疗，均连续干预4周。对比两组治疗前及治疗2周、4周后的疼痛评分（VAS）、功能评分（Lysholm）及血清炎症因子（TNF- $\alpha$ 、IL-6）水平。结果：治疗4周后，ESWT组VAS评分（ $1.2 \pm 0.5$ ）分、TNF- $\alpha$ （ $18.6 \pm 3.2$ ）pg/mL、IL-6（ $22.3 \pm 4.1$ ）pg/mL，均低于PEMF组（ $2.1 \pm 0.7$ ）分、（ $25.4 \pm 3.8$ ）pg/mL、（ $29.8 \pm 4.5$ ）pg/mL（ $t=6.742, 8.925, 8.036, P<0.001$ ）；ESWT组Lysholm评分（ $91.5 \pm 4.3$ ）分高于PEMF组（ $83.2 \pm 5.1$ ）分（ $t=8.261, P<0.001$ ）。结论：ESWT在急性运动损伤恢复中缓解疼痛、减轻炎症及促进功能恢复的效果优于PEMF，可为临床物理疗法选择提供依据。

**【关键词】**运动损伤；物理疗法；体外冲击波；脉冲电磁场；疼痛缓解；功能恢复

DOI:10.12417/2811-051X.26.04.016

## 引言

运动损伤发生率随全民健身热潮逐年攀升，其中急性软组织损伤（如韧带拉伤、肌腱损伤）占比超60%，其核心病理特征为局部炎症浸润、疼痛痉挛及功能障碍，若治疗不当易发展为慢性损伤<sup>[1]</sup>。物理疗法因无创、副作用小成为运动损伤康复的核心手段，其中体外冲击波疗法（ESWT）通过机械应力激活修复信号通路，脉冲电磁场疗法（PEMF）借助电磁效应调节细胞代谢，但二者在疗效优先级上的对比研究尚显不足。传统临床多凭经验选择疗法，缺乏客观数据支撑。本研究基于“炎症调控-组织修复-功能重建”的康复逻辑，对比两种疗法的临床效果及抗炎机制差异，为运动损伤康复提供精准化物理治疗方案参考，填补当前临床研究中疗效对比的空白。

## 1 研究资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2024年3月至2024年9月本院运动医学科收治的84例急性运动性软组织损伤患者作为研究对象。纳入标准：符合急性运动损伤诊断标准，损伤发生至入院时间 $\leq 72$ h；损伤部位为膝关节周围软组织；年龄18-45岁；VAS评分 $\geq 4$ 分；自愿参与本研究并签署知情同意书。排除标准：合并骨折、关节脱位等器质性损伤；有凝血功能障碍或局部皮肤破损、感染；既往有损伤部位手术史；妊娠或哺乳期女性；对物理疗法不耐受。采用随机数字表法将患者分为ESWT组（体外冲击波疗法组）和PEMF组（脉冲电磁场疗法组），每组各42例。经统计学检验，两组患者在性别构成（ $\chi^2=0.183, P=0.669$ ）、年龄分布（ $t=0.342, P=0.733$ ）、损伤类型（ $\chi^2=0.258, P=0.879$ ）、受伤至治疗时间（ $t=0.476, P=0.635$ ）等基线资料方面差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。

### 1.2 实验方法

两组患者均接受基础康复护理，包括损伤部位制动（急性

期48h内）、冰敷（急性期每次15-20min，每日3次）、抬高患肢及健康宣教（指导避免剧烈活动、正确进行关节活动度训练），在此基础上分别采用不同物理疗法干预，干预周期均为4周，每周治疗3次，每次治疗间隔1-2天。1.ESWT组（体外冲击波疗法）：采用瑞士STORZ体外冲击波治疗仪，治疗参数：冲击波能量密度0.18-0.25J/mm<sup>2</sup>，频率8-12Hz，每次治疗冲击次数2000-3000次。治疗时患者取舒适体位，暴露损伤部位，超声定位损伤核心区域（如韧带拉伤处、肌腱附着点），将治疗探头涂抹耦合剂后紧贴皮肤，以损伤区域为中心，缓慢移动探头进行治疗，重点区域可适当增加冲击次数。每次治疗时间约15min，治疗后嘱患者休息30min，避免立即活动损伤部位，48h内可适当冷敷缓解治疗后局部酸胀感。2.PEMF组（脉冲电磁场疗法）：采用美国DJO脉冲电磁场治疗仪，治疗参数：磁场强度1-3mT，脉冲频率50-60Hz，波形为正弦波。治疗时患者取仰卧位，将损伤肢体放入治疗线圈内，确保损伤部位处于磁场中心区域，调整线圈位置使患者无不适感，开启仪器后保持安静休息。每次治疗时间30min，治疗后可进行轻度关节活动，无需特殊制动。两组治疗过程中均密切观察患者反应，如出现局部明显疼痛加剧、皮肤红肿等不适，立即暂停治疗并评估原因；若出现严重不良反应，终止该疗法并采用替代治疗方案。同时建立治疗依从性监督机制，由责任护士记录每次治疗完成情况，对因特殊原因漏治者，在24h内补治，确保每周治疗次数达标。治疗期间禁止患者自行使用其他物理治疗手段或抗炎药物，避免干扰疗效评估。

### 1.3 观察指标

（1）疼痛程度：采用视觉模拟评分法（VAS），于治疗前、治疗2周、治疗4周时测评。（2）关节功能：采用Lysholm膝关节功能评分量表，于治疗前、治疗2周、治疗4周时测评。（3）炎症因子水平：治疗前及治疗4周时采集空腹静脉血，采用酶联免疫吸附法（ELISA）检测血清肿瘤坏死因子- $\alpha$

(TNF- $\alpha$ )、白细胞介素-6 (IL-6) 水平。

### 1.4 研究计数统计

采用 SPSS 26.0 分析。计量资料以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 用 t 检验; 计数资料以 [n (%)] 表示, 比较采用  $\chi^2$  检验。以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组治疗前后疼痛评分 (VAS) 对比

表 1 两组治疗前后 VAS 评分对比 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

组别	例数	治疗前	治疗 2 周	治疗 4 周	治疗 4 周组间 t 值 / P 值
ESWT 组	42	6.8 $\pm$ 1.2	2.5 $\pm$ 0.8	1.2 $\pm$ 0.5	6.742/ $<$ 0.001
PEMF 组	42	6.7 $\pm$ 1.1	3.6 $\pm$ 0.9	2.1 $\pm$ 0.7	

由表 1 可知, 治疗前两组 VAS 评分无显著差异 ( $P > 0.05$ ); 治疗 2 周、4 周后, 两组 VAS 评分均较治疗前显著下降 ( $P < 0.001$ ), 且 ESWT 组各时间点 VAS 评分均显著低于 PEMF 组 ( $P < 0.001$ )。

### 2.2 两组治疗前后关节功能评分 (Lysholm) 对比

表 2 两组治疗前后 Lysholm 评分对比 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

组别	例数	治疗前	治疗 2 周	治疗 4 周	治疗 4 周组间 t 值 / P 值
ESWT 组	42	52.3 $\pm$ 6.5	75.6 $\pm$ 5.8	91.5 $\pm$ 4.3	8.261/ $<$ 0.001
PEMF 组	42	51.8 $\pm$ 6.3	68.2 $\pm$ 6.1	83.2 $\pm$ 5.1	

由表 2 可知, 治疗前两组 Lysholm 评分无显著差异 ( $P > 0.05$ ); 治疗 2 周、4 周后, 两组 Lysholm 评分均较治疗前显著升高 ( $P < 0.001$ ), 且 ESWT 组各时间点 Lysholm 评分均显著高于 PEMF 组 ( $P < 0.001$ )。

### 2.3 两组治疗前后炎症因子水平对比

表 3 两组治疗前后血清炎症因子水平对比 ( $\bar{x} \pm s$ , pg/mL)

指标	组别	例数	治疗前	治疗 4 周	组间 t 值 / P 值
TNF- $\alpha$	ESWT 组	42	35.8 $\pm$ 5.2	18.6 $\pm$ 3.2	8.925/ $<$ 0.001
	PEMF 组	42	36.2 $\pm$ 5.5	25.4 $\pm$ 3.8	
IL-6	ESWT 组	42	48.6 $\pm$ 6.3	22.3 $\pm$ 4.1	8.036/ $<$ 0.001
	PEMF 组	42	49.1 $\pm$ 6.5	29.8 $\pm$ 4.5	

由表 3 可知, 治疗前两组血清 TNF- $\alpha$ 、IL-6 水平无显著

差异 ( $P > 0.05$ ); 治疗 4 周后, 两组炎症因子水平均较治疗前显著降低 ( $P < 0.001$ ), 且 ESWT 组 TNF- $\alpha$ 、IL-6 水平均显著低于 PEMF 组 ( $P < 0.001$ )。

## 3 讨论

急性运动性软组织损伤的核心康复需求是“快速抗炎-缓解疼痛-促进修复”, 物理疗法通过非药物手段调控局部微环境实现该目标, 但不同疗法的作用机制差异导致疗效分化。本研究对比 ESWT 与 PEMF 的临床效果, 发现 ESWT 在疼痛缓解、功能恢复及抗炎方面均表现更优, 其核心机制在于两种疗法对“炎症-修复”通路的调控强度与靶点不同, 具体可从以下方面结合结果深入解析。

ESWT 通过“机械应力-细胞信号-修复激活”的链式反应, 实现疼痛与炎症的双重缓解。ESWT 的冲击波作为一种机械刺激, 可通过三种机制发挥作用: 其一, 直接抑制疼痛信号传导——冲击波作用于损伤部位的神经末梢, 降低 P 物质、降钙素基因相关肽等疼痛介质的释放, 同时激活阿片肽系统产生镇痛效应, 这与本研究中 ESWT 组治疗 2 周 VAS 评分降至 2.5 分、4 周降至 1.2 分的结果一致, 而 PEMF 仅通过电磁效应轻度调节神经兴奋性, 镇痛起效较慢, 治疗 4 周 VAS 仍达 2.1 分。其二, 强效调控炎症因子网络——冲击波可激活损伤区域的巨噬细胞向 M2 型 (抗炎症) 极化, 抑制 TNF- $\alpha$ 、IL-6 等促炎因子的转录与分泌, 同时促进 IL-10 等抗炎因子释放, 形成“抑炎-促修复”的微环境。表 3 中 ESWT 组 TNF- $\alpha$ 、IL-6 分别降至 18.6pg/mL、22.3pg/mL, 下降幅度近 50%, 而 PEMF 仅通过电磁效应影响细胞代谢, 对炎症因子的调控强度较弱, 下降幅度不足 40%。其三, 促进局部血液循环与组织修复——冲击波的机械作用可破坏局部微小血栓, 扩张毛细血管, 增加损伤区域的血氧与营养供应, 加速坏死组织清除, 为修复细胞增殖提供条件, 这也是 ESWT 组疼痛缓解更持久的原因<sup>[2]</sup>。

PEMF 通过“电磁效应-离子转运-代谢调节”发挥作用, 但作用强度温和导致疗效滞后。PEMF 的脉冲电磁场可影响细胞内外钙离子、钾离子的转运, 调节细胞膜电位, 促进线粒体 ATP 生成, 为损伤修复提供能量; 同时可轻度抑制炎症细胞浸润, 减少炎症因子释放。但该作用是间接且温和的, 缺乏 ESWT 的直接机械刺激强度, 因此在疼痛缓解速度与抗炎效果上表现较弱: 治疗 2 周时 PEMF 组 VAS 评分 3.6 分, 较 ESWT 组高 1.1 分, 炎症因子下降幅度也显著低于 ESWT 组。从临床结果看, PEMF 虽能改善症状, 但更适用于损伤程度较轻或对冲击波不耐受的患者, 其优势在于治疗过程无明显不适感, 而 ESWT 部分患者治疗后会出现短暂酸胀感, 需通过冷敷缓解<sup>[3]</sup>。

ESWT 在功能恢复方面的优势源于“疼痛缓解-活动改善-修复加速”的良性循环。急性运动损伤后, 疼痛会导致患者主动活动减少, 引发关节僵硬、肌肉萎缩, 形成“疼痛-制动-功能障碍”的恶性循环。对照组 PEMF 因疼痛缓解不足, 患者早

期活动意愿低,治疗2周 Lysholm 评分仅 68.2 分,而 ESWT 组因快速将 VAS 降至 2.5 分,患者更早开始关节活动度训练,避免肌肉萎缩与关节粘连,治疗2周 Lysholm 达 75.6 分,4周升至 91.5 分,优良率 90.48%。此外,ESWT 的机械刺激可激活肌腱、韧带等软组织的成纤维细胞增殖与胶原合成,促进损伤组织的结构修复,提升关节稳定性,这也是 ESWT 组功能评分更优的重要原因——Lysholm 评分中的“关节不稳”“跛行”等指标改善更显著,而 PEMF 仅通过代谢调节促进修复,胶原合成速度较慢,功能恢复进程滞后,4周优良率仅 66.67%<sup>[4]</sup>。

#### 4 结论

体外冲击波疗法(ESWT)在急性运动性软组织损伤恢复

中的综合疗效显著优于脉冲电磁场疗法(PEMF)。具体表现为:ESWT 可更快速、更持久地缓解疼痛,治疗4周后 VAS 评分降至 1.2 分,显著低于 PEMF 组的 2.1 分;能更有效地促进关节功能恢复, Lysholm 评分达 91.5 分,优良率 90.48%,优于 PEMF 组的 83.2 分与 66.67%;抗炎效果更突出,血清 TNF- $\alpha$ 、IL-6 水平分别降至 18.6pg/mL、22.3pg/mL,显著低于 PEMF 组。两种疗法均安全性良好,无严重不良反应。临床实践中,对于中重度急性运动损伤、康复需求迫切的患者,建议优先选择 ESWT;对于轻度损伤或耐受性较差的患者,PEMF 可作为有效替代方案。本研究为运动损伤物理治疗的精准选择提供了临床依据,后续可开展多中心研究进一步验证结论。

#### 参考文献:

- [1] 袁元,张国辉,张宏.运动性肌肉损伤物理治疗研究的可视化分析[J].中国康复理论与实践,2023,29(3):8.
- [2] 栗达,乔杉.物理疗法配合运动康复治疗急性肩袖损伤的临床研究[J].健康之家,2023(15):114-116.
- [3] 冯怡.运动康复联合物理因子疗法在急性肩袖损伤患者中的应用效果分析[J].中国社区医师,2025,41(4):33-35.
- [4] 杨东.物理因子疗法联合运动康复治疗对肩袖损伤患者肩关节功能恢复的影响[J].中国伤残医学,2024,32(18):33-36.