

冲击波与超声波疗法治疗创伤后膝关节功能障碍的疗效比较

黄礼群, 王晓红, 张善纲, 徐丹, 程慈, 兰雪峰, 童春梅, 朱文涛

【摘要】 目的:比较冲击波和超声波治疗创伤后膝关节功能障碍的疗效。方法:60例单侧创伤后膝关节功能障碍患者被随机分成2组,冲击波组和超声波组各30例。2组均给予综合康复治疗(关节松动术、肌力训练和冷疗)。冲击波组增加冲击波治疗,每周2次,共8次。超声波组增加超声波治疗,每天1次,每周5天,共20次。在治疗前、治疗4周后评估患者的疼痛视觉模拟(VAS)评分、膝关节被动关节活动度(ROM)和膝关节功能(HSS)评分。结果:治疗4周后,2组患者VAS评分均较治疗前明显下降(均 $P<0.01$),膝关节ROM和HSS评分均较治疗前明显增加(均 $P<0.05$);治疗后2组间比较,冲击波组的VAS评分比超声波组明显降低($P<0.01$),膝关节ROM和HSS评分均较超声波组有明显增加(均 $P<0.01$)。结论:对于创伤后膝关节功能障碍的患者,冲击波治疗可以比超声波治疗更好地缓解关节疼痛,有效增加膝关节活动度和改善膝关节功能。

【关键词】 创伤后膝关节功能障碍;冲击波治疗;超声波治疗

【中图分类号】 R49;R684.7 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2019.010.005

Efficacy of extracorporeal shock wave therapy vs. ultrasound treatments for post-traumatic knee dysfunction Huang Liqun, Wang Xiaohong, Zhang Shangang, et al. Department of Physical Medicine and Rehabilitation Medicine, General Hospital of Central Theater Command, Wuhan 430070, China

【Abstract】 Objective: To compare the efficacy of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) vs. ultrasound (US) in the treatment of post-traumatic knee dysfunction. **Methods:** A total of 60 patients with post-traumatic unilateral knee dysfunction were randomly assigned to 2 groups: ESWT group and US group. All patients were given a rehabilitation method including joint mobilization, strength training and cold therapy. ESWT group received ESWT for 8 sessions twice per week. US group received US for 20 sessions. The patients were evaluated before and 4 weeks after treatment. Measurements were made using visual analogue scale (VAS), passive range of motion (ROM) and hospital for special surgery knee score (HSS). **Results:** Both groups showed significant improvements in terms of VAS ($P<0.01$), passive ROM ($P<0.01$) and HSS ($P<0.01$) after treatment. The VAS scores in the ESWT group were reduced significantly as compared with those in the US group ($P<0.01$). The ROM and HSS scores in the ESWT group increased significantly as compared with those in the US group ($P<0.01$). **Conclusion:** It is suggested ESWT is significantly more effective than US in the treatment of post-traumatic knee dysfunction.

【Key words】 Post-traumatic knee dysfunction; Extracorporeal shock wave therapy; Ultrasound therapy

膝关节损伤、制动或手术后常出现膝关节肿胀、疼痛、活动受限,进而影响到患者日常生活和工作,膝关节周围骨折、脱位、韧带损伤是膝关节功能障碍的主要原因^[1]。术后早期、系统的康复治疗^[2],如超声波^[3]、关节松动术^[4]、肌力训练等可以减轻膝关节疼痛和粘连^[1],改善膝关节活动度和膝关节功能。但是如果损伤严重或术后早期不能获得系统康复治疗,患者往往遗留有膝关节肿胀、疼痛、活动受限,后期再进行康复治疗,疗效缓慢。体外冲击波治疗(extracorporeal

shock wave therapy, ESWT)是一种非侵入性治疗技术,在临床中得到了广泛的应用,大部分用于治疗肌肉骨骼疾病,如膝骨关节炎^[5]、顽固性足底筋膜炎^[6]、网球肘^[7]、髌腱炎等^[8],后来也被用于治疗其他许多软组织运动损伤和创伤后发生的组织紊乱,如肌肉紊乱、韧带损伤等^[8]。但是冲击波应用于膝关节术后功能障碍的报道较少,也未见到冲击波和超声波在膝关节损伤后功能障碍的对比研究,因而本研究的目的是比较冲击波和超声波在创伤后膝关节功能障碍的疗效差异。

1 资料与方法

1.1 一般资料 共纳入2016年2月~2018年10月在我科病房住院治疗的膝关节损伤术后功能障碍的患

收稿日期:2019-04-01

作者单位:中部战区总医院康复理疗科,武汉 430070

作者简介:黄礼群(1983-),女,主治医师,主要从事骨关节损伤方面的的康复研究。

通讯作者:王晓红, yvonne.2006@163.com

者 60 例。纳入标准:临床明确诊断膝关节前交叉韧带损伤或半月板损伤,并在本院骨科行前交叉韧带重建术 (Anterior cruciate ligament reconstruction, ACLR)、半月板修复术或前交叉韧带重建术+半月板修复术;临床表现为膝关节活动受限伴疼痛、股四头肌萎缩等。排除标准:既往有下肢手术、下肢关节活动受限、膝骨关节炎、类风湿关节炎、痛风、关节结核、骨肿瘤等;凝血功能障碍、皮肤缺损、静脉曲张、治疗前 6 周使用皮质类固醇药物治疗;全身炎症性疾病、起搏器等;生命体征不稳定,身体状况不能耐受治疗者;精神病、认知障碍患者^[9]。将上述患者随机分为冲击波组和超声波组,每组 30 例。①冲击波组:30 例,均为男性;年龄(27.13 ± 5.89)岁;体重(77.00 ± 10.57)kg;病程(15.43 ± 16.68)个月;患侧左 17 例,右 13 例;手术类型 ACLR 28 例,半月板修复术 2 例,ACLR+半月板修复术 0 例;手术后时间(1.83 ± 1.31)个月。②超声波组:30 例,均为男性;年龄(27.30 ± 6.84)岁;体重(76.23 ± 9.80)kg;病程(14.67 ± 11.17)个月;患侧左 16 例,右 14 例;手术类型 ACLR 27 例,半月板修复术 2 例,ACLR+半月板修复术 1 例;手术后时间(2.27 ± 1.17)个月。2 组患者的年龄、性别、体重、病程、患侧、手术类型、手术后时间进行比较,差异无统计学意义。

1.2 方法 2 组患者都同时接受关节松动术、肌力训练和冷疗,冲击波组患者增加冲击波治疗,超声波组增加超声波治疗,所有治疗都持续 4 周。2 组患者均在术后 0~2 周开始无痛-微痛范围内主动膝关节屈曲练习和助力主动伸膝练习,术后 2 周可逐步主动屈膝至 40° ,术后 6 周可进行 $90^\circ \sim 40^\circ$ 等张屈膝练习,术后 14 周开始全范围等张无痛屈膝练习。对于半月板修复术后 0~6 周进行 $0^\circ \sim 90^\circ$ 主动关节活动度练习,6 周后可进行全范围主动关节活动练习^[10]。ACLR 患者可将支具锁在 0° 位进行渐进性负重训练,根据骨科医生医嘱在术后 4 周拄双拐负重,术后 6 周拄单拐负重,术后 8 周脱拐,如合并半月板修复术则在术后 6~8 周逐渐负重训练。①冲击波治疗:使用英国 BTL-5000SWT 冲击波治疗仪进行治疗。通过触诊膝关节疼痛部位如髌韧带、侧副韧带、膝后方腓绳肌肌腱、小腿三头肌肌腱等,在治疗区域涂抹足量耦合剂,确保探头与皮肤表面之间有足量的耦合剂。使探头垂直于皮肤,探头作用在肌腱附着点上。在整个最痛点和周围区域的同心圆上使用 $10 \sim 15\text{Hz}$, $1.5 \sim 2\text{bar}$,手柄压力为轻度~中度,根据疼痛情况使用 $2000 \sim 3000$ 次脉冲,2 次/周。②超声波治疗:使用德国菲兹曼公司生产的 PHYSIOMED-EXPERT 双频超声治疗系统,在

膝关节常见压痛部位均匀涂抹常规耦合剂,治疗时将超声探头紧贴于患膝皮肤周围,频率为 1MHz ,使用 5cm^2 圆形超声声头,脉冲输出强度为 $0.5 \sim 0.8\text{W}/\text{cm}^2$,接触移动法,1 次/d,10min/次,每周 5d。③关节松动术:采用澳大利亚 Maitland 关节松动术^[4]。针对患者情况,对胫股关节、髌股关节和近端、远端胫腓关节进行松动。治疗时首先放松膝关节周围肌肉,然后在关节放松状态下使用 2 级手法,根据患者的反应,选用 1 级疼痛手法或 3~4 级手法。手法强度以当日治疗结束时轻度疼痛,次日无明显疼痛为宜。1 次/d,30min/次,每周 5d。④肌力训练^[10]:术后 0~2 周在膝关节支具保护下早期采用各方向直腿抬高练习训练臀肌、股四头肌和腓绳肌(前方、侧方、后方直抬腿),踝泵运动训练胫前肌和小腿三头肌肌力,术后 2 周增加弹力带抗阻练习髌/腓绳肌抗阻练习,术后 2 周逐步静蹲练习,当膝关节角度大于 80° ,可给予功率自行车训练,根据患者疼痛和肌力选择阻力,1 次/d,15min/次,每周 5d。⑤冷疗:训练后均给予冷疗,使用 $15\text{cm} \times 30\text{cm}$ 的冷水袋($0^\circ\text{C} - 4^\circ\text{C}$)覆盖在患侧膝关节周围,每天 1 次,每次 20min,每周 5d。

1.3 评定标准 治疗前及治疗 4 周后评估膝关节疼痛程度、膝关节被动关节活动度和膝关节功能评定。①疼痛评定:视觉模拟评分法 (Visual analog scale, VAS)^[11],它是由一条 100mm 的直线组成,线的左端表示“无痛”,右端表示“无法忍受的痛”。患者将自己感受到的疼痛强度标记在直线上,记录下疼痛强度。②膝关节被动关节活动度 (Range of motion, ROM) 测量^[11]:使用量角器测量膝关节被动关节活动度,患者取仰卧位,轴心置于腓骨小头,固定臂与股骨纵轴平行,移动臂与胫骨纵轴平行。记录患者的被动关节活动范围。共测量 3 次,取平均值进行记录。③膝关节功能评定:美国纽约特种外科医院膝关节评分 (hospital for special surgery knee score, HSS) 是一种用于评估膝关节功能障碍的评分系统^[12]。HSS 膝关节评分满分为 100 分,包括疼痛 30 分、功能 22 分、活动范围 18 分、肌力 10 分、屈曲畸形 10 分、关节稳定性 10 分。扣分项目内容涉及是否需要助行器、内外翻畸形及伸直受限等。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 17.0 统计学软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 疼痛评分和膝关节被动活动度 治疗 4 周后,2

组患者的疼痛 VAS 评分与治疗前相比均有明显下降(均 $P < 0.01$),且冲击波组 VAS 评分明显低于超声波组($P < 0.01$);治疗后,2 组患者膝关节被动 ROM 与治疗前相比均有明显增加(均 $P < 0.01$),且冲击波组膝关节被动 ROM 明显高于超声波组($P < 0.01$)。见表 1。

表 1 2 组患者治疗前后 VAS 评分及被动 ROM 比较

| $\bar{x} \pm s$ | | | | |
|-----------------|----|-----|--------------------------------|----------------------------------|
| 组别 | n | 时间 | VAS(分) | 被动 ROM($^{\circ}$) |
| 冲击波组 | 30 | 治疗前 | 64.67 \pm 11.06 | 65.50 \pm 25.71 |
| | | 治疗后 | 27.67 \pm 8.58 ^{ab} | 110.17 \pm 16.21 ^{ab} |
| 超声波组 | 30 | 治疗前 | 65.00 \pm 9.38 | 64.33 \pm 25.82 |
| | | 治疗后 | 36.33 \pm 9.28 ^a | 96.50 \pm 14.21 ^a |

与治疗前比较,^a $P < 0.01$;与超声波组比较,^b $P < 0.01$

2.2 膝关节功能评分 治疗 4 周后,2 组患者膝关节功能 HSS 评分中疼痛、功能、活动度、肌力、减分和总分与治疗前相比均有明显增加($P < 0.01$),但屈膝畸形和稳定性与治疗前相比,差异均无统计学意义;冲击波组膝关节 HSS 评分中疼痛、活动度、肌力和总分明显高于超声波组($P < 0.01$),但是在功能、屈膝畸形、稳定性和减分项目中,2 组间比较差异无统计学意义。见表 2。

3 讨论

膝关节及其周围软组织损伤、制动或手术后,会出现膝关节局部肿胀、疼痛、关节粘连、肌肉萎缩、关节不稳定等功能障碍。膝关节活动受限^[13-14],常因关节内外的损伤引起,关节内因素包括组织修复导致关节内粘连,纤维性瘢痕组织过度增生,关节周围软组织挛缩,关节内畸形导致骨撞击;关节外因素包括股四头肌和股骨骨痂、腱膜和肌间隔的粘连、瘢痕组织增生引起的肌肉挛缩和皮肤深层组织的粘连。膝关节术后早期康复治疗可以恢复关节活动范围和肌力,但对于已形成的膝关节粘连多数要靠外科手术治疗^[15]。

超声波治疗可以降低神经兴奋性,减少积液量,减弱炎症介质的释放,从而减轻疼痛^[16],促进肿胀消退及炎性产物消除,抑制瘢痕增生,增加结缔组织的延展性。在大鼠膝关节挛缩模型中,超声波可以有效减轻膝关节受限角度,降低后关节囊的厚度,增大关节囊胶原纤维之间的间隙^[13]。

气压弹道式体外冲击波设备产生的冲击波是一种由脉冲传导的机械刺激声波,会产生正负两相的冲击波,正相产生直接的机械力,负相产生空穴和气泡。与超声波相比,冲击波峰值压力大约是超声波的 1000 倍^[17]。ESWT 有止痛、促进组织再生和钙化破坏的生物学作用机制^[8,18-19],ESWT 的镇痛作用可能是通过超刺激镇痛,影响 P 物质、降钙素基因相关肽在背根神经节中的表达以及对神经血管新生和增加局部抑制疼痛的物质来影响疼痛的传递^[18-19]。冲击波还可以通过机械转导在组织内将刺激转化为生化信号,产生蛋白质、一氧化氮和特定的生长因子导致新生血管生成、张力细胞增加、成纤维细胞增殖、胶原合成,进一步促进组织分解代谢、愈合和重塑,增强组织再生^[8]。负相冲击波形成声空化(拉伸)作用,也促进组织再生,增加细胞膜的通透性,有效地分解软组织中的钙化沉积物^[19]。因而 ESWT 可以用来减轻疼痛,增加血流量,软化钙化组织,治疗组织纤维化,松解粘连,减轻创伤后膝关节僵硬,从而改善膝关节功能,但是关于冲击波松解关节粘连的作用机制还需要进一步的基础研究。

本研究中,经过 4 周的康复治疗,2 组患者的膝关节疼痛程度、被动关节活动度和膝关节功能评分都得到了显著的改善,应用冲击波比超声波治疗取得了更好的效果,表明冲击波在减轻疼痛、改善膝关节活动度和功能方面优于超声波治疗。目前冲击波在膝关节损伤后功能障碍中的应用报道极少,已有报道在关节松动术基础上增加冲击波可以更有效地改善膝关节活动度^[20],冲击波联合康复训练或联合推拿与松动手法都能较常规康复治疗更有效地减轻疼痛、增加膝关节活动度、改善膝关节功能^[21-22]。可惜本研究没有设立仅含综合康复治疗的空白对照组,仅能说明在创伤后膝关节功能障碍中冲击波治疗优于超声波治疗。本研究进一步对 HSS 评分量表各项目对比分析,发现冲击波主要在疼痛、关节活动度、肌力方面的改善效果优于超声波治疗,但功能、屈膝畸形、稳定性和减分项目方面差异没有统计学意义。功能、减分方面两组没有差异,可能和纳入的患者手术后时间差不多,所以不能远距离步行,使用双拐、单拐和脱拐的时间也类似,因

表 2 2 组患者治疗前后 HSS 评分总分及各项评分比较

| 分, $\bar{x} \pm s$ | | | | | | | | | | |
|--------------------|----|-----|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 组别 | n | 时间 | 疼痛 | 功能 | 活动度 | 肌力 | 屈膝畸形 | 稳定性 | 减分 | 总分 |
| 冲击波组 | 30 | 治疗前 | 8.17 \pm 4.45 | 6.77 \pm 3.39 | 8.19 \pm 3.21 | 7.93 \pm 0.64 | 9.93 \pm 0.37 | 8.87 \pm 1.01 | -2.00 \pm 1.23 | 47.85 \pm 10.59 |
| | | 治疗后 | 17.17 \pm 3.87 ^{ab} | 14.63 \pm 2.0 ^a | 13.77 \pm 2.03 ^{ab} | 9.00 \pm 1.02 ^{ab} | 9.93 \pm 0.37 | 9.07 \pm 1.01 | -0.80 \pm 1.00 ^a | 72.77 \pm 7.31 ^{ab} |
| 超声波组 | 30 | 治疗前 | 7.67 \pm 2.86 | 8.10 \pm 3.82 | 8.04 \pm 3.23 | 7.80 \pm 0.61 | 9.87 \pm 0.51 | 8.37 \pm 1.07 | -1.60 \pm 1.22 | 48.24 \pm 9.09 |
| | | 治疗后 | 14.50 \pm 2.40 ^a | 13.93 \pm 2.97 ^a | 12.06 \pm 1.78 ^a | 8.40 \pm 0.81 ^a | 9.77 \pm 0.97 | 8.87 \pm 1.01 | -0.53 \pm 0.90 ^a | 67.00 \pm 6.74 ^a |

与治疗前比较,^a $P < 0.01$;与超声波组比较,^b $P < 0.01$

而差异没有统计学意义。由于术后非常注重维持关节在伸直位,基本没有出现屈膝畸形,两组差异也不明显。此外由于观察时间仅有1月,功能、关节稳定性方面是否有差异还需要更长时间的观察。

在治疗频次和疗程上,本研究和张晓强^[21]的研究都是每周2次,连续4周即8次的冲击波治疗,而罗兆雄等^[22]则发现每周1次,连续4周的冲击波治疗就可以有明显改善作用,8周的冲击波可以进一步减轻膝关节疼痛,改善关节活动度和膝关节功能。因而在关节松动、肌力训练等康复治疗基础上增加冲击波治疗,4周就可以改善创伤后膝关节功能障碍。本研究采用的冲击波治疗参数是10~15Hz,1.5~2bar,根据治疗时患者的反应调节频率、压力和手柄压力,在治疗过程中不产生刺痛感,使患者可以耐受冲击波治疗。

本研究还有很多局限性,第一,没有设立单独的综合康复治疗对照组,不能明确冲击波和超声波治疗是否一定优于综合康复治疗。第二,由于前交叉韧带重建术和半月板修复术是两种手术方式,可进一步进行分层对照研究。第三,观察时间仅有4周,还需要进一步观察冲击波和超声波治疗的远期疗效差异;第四,由于本研究的观察对象是住院的膝关节损伤术后患者,出现了纳入对象都是男性的情况,可进一步观察两种治疗在女性患者中的差异。

综上所述,对膝关节损伤术后关节功能障碍的患者采用4周、8次的冲击波可以比超声波治疗更有效地减轻关节疼痛、改善关节活动度和膝关节功能,当在综合康复治疗基础上已经增加了超声波治疗但疗效不佳时,可考虑改加冲击波治疗。

【参考文献】

- [1] 张勇, 黄伟. 综合康复治疗创伤性膝关节功能障碍的效果评价[J]. 中华创伤杂志, 2015, 31(6):536-537.
- [2] Jiang X. A contrast study of functional prognosis in the fractures of the knee joint treated with early rehabilitation or late rehabilitation[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2006, 21(10):899-901.
- [3] 张启富, 陈耀智, 龙耀斌. 蜡疗、关节松动术配合超声波治疗膝关节粘连疗效观察[J]. 按摩与康复医学, 2016, 7(4):60-62.
- [4] 徐远红, 王俊华, 万超, 等. 等速运动训练结合 Maitland 手法对创伤性膝关节僵直的疗效观察[J]. 中国康复, 2015, 30(1): 31-34.
- [5] 邢娟, 胡树华, 汤沉沉, 等. 体外冲击波治疗膝骨性关节炎患者的疗效观察[J]. 中国康复, 2018, 33(6):505-507.
- [6] Lou J, Wang S, Liu S. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy without local anesthesia in patients with recalcitrant plantar fasciitis: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2017, 96(8):529-534.
- [7] Bestami Y, Mesci N, Geler KD, et al. Comparison of ultrasound and extracorporeal shock wave therapy in lateral epicondylitis [J]. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 2018, 52(5): 357-362.
- [8] Chun DL, Guo MX, Jau YT, et al. Efficacy of extracorporeal shock wave therapy for knee tendinopathies and other soft tissue disorders: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2018, 19(1):278-291.
- [9] Akino lu, B, K Se N, Kirdi N, et al. Comparison of the Acute Effect of Radial Shock Wave Therapy and Ultrasound Therapy in the Treatment of Plantar Fasciitis: A Randomized Controlled Study [J]. Pain Medicine, 2017, 18(12):2443-2452.
- [10] Cioppa-Mosca J 编著, 陆芸译. 骨科术后康复指南 [M]. 天津: 天津科技翻译出版公司, 2009:415-428, 441-456.
- [11] 黄晓琳, 燕铁斌. 康复医学 [M]. 第 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 48, 267.
- [12] Insall JN, Ranawat CS, Aglietti P, et al. A comparison of four models of total knee-replacement prostheses [J]. J Bone Joint Surg Am 1976, 58(6):754-765.
- [13] Watanabe M, Kojima S, Hosono M. Effect of low-intensity pulsed ultrasound therapy on a rat knee joint, contracture model [J]. Journal of Physical Therapy Science, 2017, 29(9):1567-1572.
- [14] Pujol N, Boisrenoult P, Beaufile P. Post-traumatic knee stiffness: Surgical techniques [J]. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2015, 101(1):179-186.
- [15] 吴海啸, 王鹏, 张超, 等. 膝关节粘连: 治疗和预防研究新进展 [J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(36):5879-5885.
- [16] Jia L, Wang Y, Chen J, et al. Efficacy of focused low-intensity pulsed ultrasound therapy for the management of knee osteoarthritis: a randomized, double blind, placebo-controlled trial [J]. Scientific Reports, 2016, 6(1):35453-35466.
- [17] Wang C. An overview of shock wave therapy in musculoskeletal disorders [J]. Chang Gung Med J, 2003, 26(4): 220-232.
- [18] Worp H, Akker-Scheek I, Schie H, et al. ESWT for tendinopathy: technology and clinical implications [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2013, 21(6):1451 - 1458.
- [19] Reilly J M, Bluman E, Tenforde AS. Narrative review on the effect of shockwave treatment for management of upper and lower extremity musculoskeletal conditions [J]. Pm & R, 2018, 10(12):1385-1403.
- [20] 杨杰华, 张盘德, 沈晓琪, 等. 体外冲击波改善创伤性膝关节功能障碍 [J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(26):5179-5182.
- [21] 张晓强. 体外冲击波结合康复训练对创伤性膝关节功能障碍的疗效观察 [J]. 中国实用医药, 2017, 12(11):29-31.
- [22] 罗兆雄, 麦浩添, 黄棟文, 等. 冲击波联合推拿与松动手法治疗创伤后膝关节功能障碍疗效观察 [J]. 海南医学, 2018, 29(13): 1893-1895.