



基于软组织外科学理论体外冲击波治疗 脊柱源性腹痛的疗效观察 *

王 帅¹ 陈凯雄¹ 王震生² 刘荣国^{1△}

(¹ 福建医科大学省立临床医学院 福建省立医院疼痛科, 福州 350001; ² 天津市武清区东蒲洼医院疼痛科, 天津 301700)

摘 要 目的: 观察根据软组织外科学理论实施体外冲击波疗法 (radial extracorporeal shockwave therapy, rESWT) 治疗脊柱源性腹痛 (abdominal pain of spinal origin, APSO) 的有效性及安全性。**方法:** 23 例 APSO 病人, 在患侧下段胸椎 (T₆₋₁₂) 和腰椎的棘突旁、椎板、关节突关节、横突、骶骨背面、髂嵴缘、肋弓下缘及耻骨联合上缘的敏感压痛点进行 rESWT, 每 7 天治疗 1 次, 共 4 次, 比较病人每次治疗前、4 次治疗结束后 4 周、12 周及 24 周的疼痛数字评分法 (numerical rating scale, NRS) 并作疗效评价。**结果:** 治疗结束后 4 周、12 周、24 周的 NRS 较首次治疗前明显降低, 差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。在首次治疗前至治疗结束后 12 周相邻时间点中, 后一个时间点 NRS 均较前一个时间点降低, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。病人治疗结束后 4 周、12 周的显效率均为 87.0%, 治疗结束后 24 周的显效率为 91.3%, 未见与治疗相关不良反应发生。**结论:** 依据软组织外科学理论实施体外冲击波治疗 APSO 安全、有效, 值得临床推广应用。

关键词 体外冲击波疗法; 脊柱源性腹痛; 软组织外科学理论

Efficacy of radial extracorporeal shockwave therapy guided by theory of soft tissue surgery for treatment of abdominal pain of spinal origin *

WANG Shuai¹, CHEN Kai-Xiong¹, WANG Zhen-Sheng², LIU Rong-Guo^{1△}

(¹ Department of Pain Management, Fujian Provincial Hospital, Shengli Clinical Medical College of Fujian Medical University, Fuzhou 350001, China; ² Department of Pain Management, Dongpuwa Hospital, Wuqing District, Tianjin 301700, China)

Abstract Objective: To observe the efficacy and safety of radial extracorporeal shockwave therapy (rESWT) followed theory of soft tissue surgery in the treatment of abdominal pain of spinal origin. **Methods:** A prospective study was performed in patients with APSO ($n = 23$) treated with rESWT in our hospital. The treatment of rESWT was applied to the specific tenderness points involving the Lower thoracic segment (T₆₋₁₂) and the lumbar spinal segment including spinous process, vertebral lamina, facet joints, transverse processes, the back of the sacrum, the upper margin of iliac ridge, the lower costal margin and the superior margin of symphysis pubis of affected side. All patients were followed up with numerical rating scale (NRS) before each treatment and at 4, 12 and 24 weeks follow-up after rESWT to evaluate the efficacy. **Results:** The scores of NRS at 4, 12 and 24 weeks after 4 times of rESWT were significantly improved compared with the preoperative baseline ($P < 0.01$). From the first treatment to 12 weeks follow-up, the score of NRS at the next time point was significantly lower than that at the in turn previous time point ($P < 0.05$). The effective rates (pain relief exceeding 50%) at 4, 12 weeks follow-up were up to 87.0%, and that at 24 weeks follow-up was up to 91.3%. No serious adverse events were observed in the course of treatment. **Conclusion:** The rESWT for APSO under the guidance of the theory of soft tissue surgery is a safe, effective and worthy of clinical application.

Key words Extracorporeal shockwave therapy; Abdominal pain of spinal origin; Theory of soft tissue surgery

* 基金项目: 福建医科大学启航基金项目资助 (2019QH1180)

△ 通讯作者 lrgfw88@sina.com

脊柱源性腹痛 (abdominal pain of spinal origin, APSO) 是临床常被忽略的一种腹痛, 目前 APSO 尚无共识性的规范定义, 通常是指排除了腹部器质性病变, 由脊柱及周围软组织病变引起的腹痛, 作为一种排他性的诊断, 很多病人经历多次影像学检查, 甚至手术治疗, 疗效不佳才被确诊。有研究报道, 用于不明原因腹痛的诊疗过程, 病人年平均支出达到 1000 美元, 占用了大量的医疗资源, 并严重影响病人的生存质量^[1,2]。

目前认为, APSO 的病因包括腹壁、腰椎、下胸椎、肋间组织、神经病变等^[3-6]。Ashby 认为 APSO 的疼痛与肋间神经过敏有关, 称为脊柱反射痛综合征并实施肋间神经阻滞, 有 2/3 的病人疼痛得到一定程度的改善^[3], 自此神经阻滞常被用于治疗此类疾病^[7]。然而, 由于穿刺的技术风险、激素类药物的不良反应, 责任神经的模糊定位等不利因素, 一定程度上限制了其推广应用。而口服镇痛药、贴剂、热敷、针灸等治疗, 疗效常不持久^[8]。近年来, 根据软组织外科学理论, 采用密集型银质针治疗顽固性 APSO, 疗效确切、稳定, 但治疗过程痛苦, 高龄病人不易耐受, 因此, 迫切寻求一种疗效确切、安全、无创、易于被接受的治疗方法。目前, 体外冲击波疗法应用于软组织损害性疼痛, 因其安全、有效, 已逐渐被广泛接受^[9,10]。有报道显示, 体外冲击波疗法用于治疗 APSO 取得良好的疗效, 但多是联合性治疗方案^[11]。目前, 国内外尚无单用体外冲击波治疗 APSO 的报道。因此, 本研究根据软组织外科学理论, 前瞻性的探索实施体外冲击波治疗 APSO 的疗效, 为今后临床推广提供依据。

方 法

1. 一般资料

选取 2019 年 1 月至 2019 年 6 月经其他专科诊疗效果不佳后转诊我院疼痛科的 APSO 病人 23 例, 基本资料 (见表 1), 经福建省立医院伦理委员会批准, 告知病人治疗方法、注意事项后, 所有病人

均签署知情同意书。

纳入标准: 反复腹痛超过 3 个月, 伴或不伴腰背痛及消化系统等症状, 接受过包括手法、物理治疗、针灸、腹部手术等治疗效果不佳的病人; 治疗前需完成胃肠镜和全腹 B 超检查, 排除内脏器官病变和特定的腹壁问题 (如疝气、神经纤维瘤等); 治疗前 CT 或磁共振排除脊柱感染、肿瘤、结核等病变。患侧下胸椎和腰椎的棘突旁、椎板、关节突关节、横突、骶骨背面、髂嵴缘、肋弓下缘和耻骨联合上缘等处可触及高度敏感压痛点, 强刺激推拿后的半小时内腹痛症状减轻超过 50%。

排除标准: 合并严重心、脑、肺等脏器疾患; 安装心脏起搏器者; 严重高血压控制不佳者; 凝血功能障碍、血栓形成者、哺乳期及妊娠期妇女、严重骨质疏松; 严重认知功能障碍精神疾患不能配合者。

2. 主要仪器与材料

医用发散式冲击波治疗仪 (MP 100, STORZ 公司, 瑞士), 医用超声传导耦合剂 (斯纳, 汕头市斯纳医疗器械有限公司, 中国)。

3. 治疗方法

治疗前准备: 操作前相关宣传教育及心理辅导, 病人排空膀胱。

治疗过程: 病人俯卧于治疗床, 腹部垫一薄枕, 分别在患侧胸 (T₆₋₁₂) 脊柱段的棘突旁、椎板、关节突关节、横突 (治疗探头: D20, 参数: 2.0~2.5 bar、8~10 Hz、1000~1500 次); 腰脊柱段的棘突旁、椎板、关节突关节、横突 (治疗探头: D20, 参数: 2.0~2.5 bar、8~10 Hz、1000~1500 次); 骶骨背面、髂嵴后上缘 (治疗探头: D15, 参数: 1.5~2.0 bar、8~10 Hz、1000~1500 次) 的敏感压痛点 (区) 进行治疗。完成俯卧位治疗后, 再嘱病人仰卧位, 分别在患侧肋弓下缘 (治疗探头: D15, 参数: 1.0~1.5 bar、10~12 Hz、800~1000 次)、耻骨联合上缘 (治疗探头: D15, 参数: 1.0~1.5 bar、10~12 Hz、400~800 次) 及髂嵴前上缘 (治疗探头: D15, 参数: 1.5~2.0 bar、8~10 Hz、400~800 次) 的敏感压痛点进行治疗。治疗强度以病人感觉酸胀

表 1 病人基本资料 ($\bar{x} \pm SD$)
Table 1 General data of the patients ($\bar{x} \pm SD$)

性别 Gender	年龄 (岁) Age (y)	部位 Abdominal pain segments			病程 (月) Pain duration (m)	体位相关 Position related	胸腰背痛 Thoraco-dorsal and low back pain	疼痛精细定位差 Inaccurate location
		上腹 Upper	中腹 Middle	下腹 Lower				
男/女 M/F (10/13)	46.1 ± 14.9	10	5	8	15.1 ± 11.3	78.3% (18/23)	13% (3/23)	82.6% (19/23)

感明显为宜, 治疗次数以重复冲击同一部位酸胀感明显减轻为宜, 每次治疗总冲击次数约 5000~6000 次, 每 7 天治疗 1 次, 共 4 次。治疗横突时, 治疗手柄尽量与背部呈水平位, 推挤横突; 治疗椎板时, 治疗手柄需沿着棘突侧面至椎板表面做反复松解弹拨; 治疗髂嵴缘时, 治疗探头需深压入髂嵴缘的内侧面, 有利于附着处肌群的彻底松解; 治疗肋弓下缘及耻骨联合上缘时, 病人屈膝屈髋放松腹壁, 有助于治疗到位。治疗结束后观察 15 min, 无特殊不适方可离开。以上操作由从事冲击波治疗超过 3 年的医师进行。

4. 观察指标及疗效判定

采用疼痛数字评分法 (numerical rating scale, NRS): 评估疼痛程度, 用 0~10 代表不同程度的疼痛 (0 为无痛, 10 为剧痛)。病人根据近 1 周的主观感受进行评分, 分别记录病人每次治疗前、治疗结束后 4 周、12 周及 24 周的 NRS 评分情况。

疗效等级评估: 对治疗后 4 周、12 周、24 周的 NRS 进行分析, 将疗效等级分为以下 4 个等级, 优: NRS 降低 $\geq 75\%$; 良: NRS 降低介于 $50\% \sim 75\%$ (含 50%); 差: NRS 降低介于 $25\% \sim 50\%$ (含 25%); 无效: NRS 降低 $< 25\%$ 。显效率 = (优 + 良) / 总例数。

观察并记录治疗期间和治疗后有无不良反应及西乐葆口服补救镇痛情况。

5. 统计学分析

数据统计使用统计学软件 SPSS Statistics 22。连续性计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm SD$) 表示。计数资料用百分比表示; 重复测量资料采用重复测量方差分析, 各时间点的 NRS 两两比较采用配对 t 检验, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

1. NRS 变化

首次治疗前 NRS 为 4.9 ± 1.1 , 第 2、3、4 次治疗前的 NRS 分别为 3.2 ± 0.9 、 2.0 ± 1.1 、 1.4 ± 1.2 ,

4 次治疗结束后 4 周、12 周、24 周的 NRS 分别为 1.0 ± 1.1 、 0.8 ± 1.0 、 0.7 ± 1.0 。各时间点 NRS 存在显著性差异 ($F = 26.621, P < 0.05$), 其中, 在 4 次治疗结束后的 4 周、12 周、24 周, NRS 均较首次治疗前显著降低 ($t: 13.079, P < 0.01$; $t: 12.770, P < 0.01$; $t: 13.326, P < 0.01$)。值得注意的是, 在首次治疗前至治疗后 12 周的相邻时间点中, 后一个时间点 NRS 均较前一个时间点明显降低 ($t: 8.349, P < 0.01$; $t: 9.771, P < 0.01$; $t: 5.007, P < 0.01$; $t: 2.577, P < 0.05$; $t: 2.787, P < 0.05$), 其变化趋势见图 1。

2. 疗效评价 (见表 2)

4 次治疗结束后 4 周疗效评价: 优 15 人、良 5 人、差 3 人, 未有无效者。治疗后 12 周, 疗效优达到 18 人, 治疗后 4 周、12 周的显效率均为 87.0% , 但疗效优的人数增加。治疗后 24 周, 疗效优 18 人、良 3 人、差 2 人, 治疗后 24 周的显效率为 91.3% 。

病人治疗过程中未出现胸闷、咳嗽、头晕、心悸、

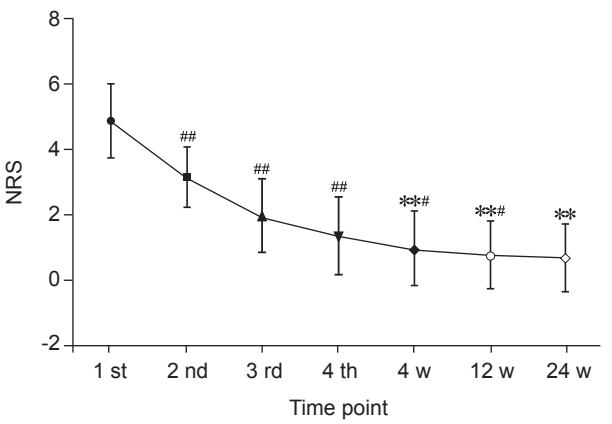


图 1 治疗前与治疗后各时间点的 NRS 评分 ($\bar{x} \pm SD$)
** $P < 0.01$, 与首次治疗前相比; # $P < 0.05$, ### $P < 0.01$, 与相邻的前 1 次时间点相比
Fig. 1 The scores of NRS before and after treatment ($\bar{x} \pm SD$)
** $P < 0.01$, compared with that before the 1st treatment; # $P < 0.05$, ### $P < 0.01$, compared with that at previous time point in turn.

表 2 治疗结束后 4 周、12 周、24 周疗效评价

Table 2 Therapeutic effectiveness of rESWT at 4, 12 and 24 weeks after four time treatments

疗效 Therapeutic effects	治疗后 4 周 4 w follow-up				治疗后 12 周 12 w follow-up				治疗后 24 周 24 w follow-up			
	优 Superior	良 Moderate	差 Poor	无效 Ineffective	优 Superior	良 Moderate	差 Poor	无效 Ineffective	优 Superior	良 Moderate	差 Poor	无效 Ineffective
例数 Number	15	5	3	0	18	2	3	0	18	3	2	0
显效率 Obvious effective rate	87.0% (20/23)				87.0% (20/23)				91.3% (21/23)			



面色苍白等不适, 治疗后也无局部瘀斑、血肿等不适, 所有病人均未服用镇痛药。

讨 论

本研究通过单一的体外冲击波治疗取得显著疗效, 是基于软组织外科学对 APSO 发病机理的进一步认识, 来源于对软组织损害性疼痛的临床实践。慢性腹痛病因复杂, 就诊胃肠道门诊的腹痛病人中, 有超过 50% 的腹痛原因不明^[12,13]。以不明原因腹痛为由入院的, 位居女性住院病人的第六位, 男性病人的第十位^[14]。APSO 发病机制尚未完全阐明, 既往的主要机制假说是, 来源于 T₆₋₁₂ 脊髓节段的脊神经分布于腹壁及腹膜的壁层, 而内脏神经分布于腹腔内器官及腹膜的脏层。影响这些脊神经后根的病变在产生躯体性疼痛的同时, 可使同一节段的神经元兴奋而产生不同程度的内脏性疼痛^[15,16]。但该假说对于为什么大部分胸腰背痛病人并不伴发内脏痛, 以及 APSO 病人的中下腹内脏痛等问题尚无法合理解释。

近年来, 随着遵循软组织外科学临床实践的深入, 发现 APSO 多属于软组织损害发展到晚期阶段所致: ①下胸段脊柱旁软组织损害性无菌性炎症若发展蔓延加重, 可激惹邻近的内脏大小神经 (T_{5/6}-T₁₂ 胸交感神经), 而内脏大小神经节后纤维分布于肝胆脾、双肾、结肠左曲以上消化管, 可引起季肋区范围内的腹痛不适; ②腰部 L₁₋₃ 和/或 T₁₂ 肋骨下缘的软组织损害加重, 除了向上经补偿调节导致胸段软组织损害引起上述的上腹痛, 还可以借由胸腰筋膜直接牵拉或通过姿势代偿引起腹壁组织紧张加重上腹疼痛; ③原发于腰骶下部 (L₄-S₂) 深层软组织损害已久, 同样可以向上经系列补偿调节出现胸腰段的软组织损害, 引起上腹痛。另外, 由于腰交感神经的节后纤维分布于结肠左曲以下的消化管、盆腔脏器及下肢, 而骶交感神经的节后纤维, 支配盆腔脏器、会阴部及下肢, 因此, 由腰骶下部深层软组织损害无菌性炎症蔓延刺激腰交感干末节与骶前孔内侧的骶交感干时, 可出现下腹部、盆腔疼痛不适等表现; ④由于内脏活动受交感和副交感双重支配, 另有研究发现^[17], 大鼠腰髓背角中 III-V 板层的上行投射神经元, 可投射至孤束核, 而孤束核是迷走神经的感觉核, 是一般内脏感觉神经纤维和味觉纤维终止核。这可能是副交感系统参与躯体源性内脏痛的解剖基础, 然而无菌性炎症如何通过腰髓背角中 III-V 板层上传激活上游途径感受到内脏痛, 有待进一步研究验证。上述四点是无菌

性炎症沿胸腰腹部软组织的直接传导, 或无菌性炎症对脊神经、内脏神经的直接刺激所致腹痛的机理阐述, 结合 APSO 牵涉痛的经典假说, 可对 APSO 发病机制提供更完整的认识。

本研究入选的 APSO 多表现为钝痛、酸胀痛, 精细定位不清 (82.6%), 疼痛与体位相关者居多, 或卧位或站立位加重 (78.3%), 同时伴有胸腰背痛者少 (13%), 疼痛强度以中度 (NRS 4~6 分) 为主 (78.3%)。这与文献报道的病例特点大致相符^[18,19]。疼痛精细定位明确的病人, 提示躯体神经成分受激惹占主导, 随着病程的发展, 可能累及自主神经系统, 出现内脏痛相关特征。另外, 本研究发现, 伴有胸腰背痛者仅占 13%, 似乎与罹患脊柱区软组织损害应出现疼痛的表现不同, 但在病人的胸腰脊柱周围均可触及敏感压痛点, 这种潜在性压痛点提示了无菌性炎症的存在。本研究发现, 治疗结束后 4 周、12 周、24 周的 NRS 较首次治疗前明显降低 ($P < 0.01$)。且从首次治疗前至治疗结束后 12 周相邻时间点中, 后一个时间点 NRS 均较前一个时间点降低 ($P < 0.05$)。多数病人在 4 次治疗期间, NRS 就呈逐渐下降, 有的未及 4 次, NRS 已经降至 0 分 (13%), 这表明不仅治疗结束后的最终疗效较治疗前有显著改善, 而且在 4 次的治疗过程中, 疼痛就呈即时明显下降趋势, 在整个治疗随访过程中均未服用镇痛药物。这种即时快速的镇痛效果, 可以大大提升病人的治疗信心和接受度。根据既往的研究发现, 冲击波治疗的显著疗效还与以下有关: ①减少疼痛物质的作用, 如降钙素基因相关肽类和 P 物质^[20]; ②发挥机械效应, 可以在软组织与骨骼附着处松解减压, 而空化效应可以将松解部位的无菌性炎症虹吸向外, 减轻无菌性炎症对附着处神经的刺激; ③诱导转化生长因子- $\beta 1$ 和胰岛素样生长因子-1 的表达来促进血管新生, 改善组织血供, 加强组织修复^[21]; 促进胶原蛋白的合成从而加速组织愈合^[22]; ④选择性抑制传入疼痛感受器功能, 从而抑制感觉神经末梢的传导; 也有研究认为体外冲击波能够对感觉神经感受器产生过度刺激, 使向心冲动无法传递, 最终产生镇痛作用^[23]。从本研究结果中还可见, 病人在治疗结束后 12 周的 NRS 比 4 周时降低 ($P < 0.05$), 虽然治疗后 4 周、12 周的显效率均为 87.0%, 但疗效优的人数增加, 提示冲击波具有后续的镇痛疗效; 而病人在治疗结束后 24 周的 NRS 与 12 周相比差异无显著性意义, 提示冲击波的治疗稳定效应至少可持续 3 个月。尽管本研究中绝大部分病人疗效显著, 但仍有 2 例病人 24 周后随访, 疗效属于差, 经过查

体发现局部的敏感压痛点尚未明显消退, 对于此类软组织损害严重的病人, 需要增加治疗次数或联合其他相对有创的治疗方式。

在本研究中, 治疗后无病人出现严重并发症。但冲击能量较强时, 病人可由于疼痛而引起一过性的心率增快、血压升高等不适, 操作前需做好宣教, 冲击能量强度可由低到高逐渐升高, 提高病人耐受性。尽管本研究结果显效率超过 90%, 但由于是单中心、小样本的病例系列研究, 结论证据级别较低, 后续可通过设立对照, 增大样本量进一步提升研究疗效的可信度。

综上所述, 遵循软组织外科学理论实施体外冲击波治疗 APSO 疗效显著, 无明显并发症及不良反应, 是安全、有效的治疗方式, 值得推荐应用。

参 考 文 献

- [1] McGarrity TJ, Peters DJ, Thompson C, *et al.* Outcome of patients with chronic abdominal pain referred to chronic pain clinic[J]. *Am J Gastroenterol*, 2000, 95(7):1812-1816.
- [2] Costanza CD, Longstreth GF, Liu AL. Chronic abdominal wall pain: Clinical features, health care costs, and long-term outcome[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2004, 2:395-399.
- [3] Ashby EC. Abdominal pain of spinal origin. Value of intercostal block[J]. *Ann R Coll Surg Engl*, 1977, 59(3):242-246.
- [4] Cornwall J, John HA, Mercer SR. The lumbar multifidus muscle and patterns of pain[J]. *Man Ther*, 2006, 11(1):40-45.
- [5] Foley CM, Sugimoto D, Mooney DP, *et al.* Diagnosis and treatment of slipping rib syndrome[J]. *Clin J Sport Med*, 2019, 29(1):18-23.
- [6] Rajkannan P, Vijayaraghavan R. Dry needling in chronic abdominal wall pain of uncertain origin[J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2019, 23(1):94-98.
- [7] Garo-Falides B, Wainwright TW. Pseudoappendicitis: Abdominal pain arising from thoracic spine dysfunction-a forgotten entity and a reminder of an important clinical lesson[J]. *BMJ Case Rep*, 2016, 2016. doi:10.1136/bcr-2016-216490.
- [8] 徐国明, 李艳梅. 89 例脊柱源性腹痛的诊疗体会 [J]. *中国实用医药*, 2012, 7(25):59.
- [9] Aydin CG, Aykut S, Öztürk K, *et al.* Long-term efficiency of extracorporeal shockwave therapy on lateral epicondylitis[J]. *Acta Orthop Belg*, 2017, 83(3):438-444.
- [10] Liao CD, Xie GM, Tsao JY, *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 Musculoskelet Disord*, 2018, 19(1):278-303.
- [11] 王静, 陶熔, 夏令杰, 等. 体外冲击波联合背根神经节脉冲射频治疗脊柱源性腹痛的疗效观察 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2019, 41:121-126.
- [12] Manning AP, Thompson WG, Heaton KW, *et al.* Towards positive diagnosis of the irritable bowel[J]. *Br Med J*, 1978, 2(6138):653-654.
- [13] Thompson WG, Heaton KW. Functional bowel disorders in apparently healthy people[J]. *Gastroenterology*, 1980, 79(2):283-288.
- [14] McVeigh G, Cardwell P. Treating abdominal pain in young people[J]. *Emerg Nurse*, 2015, 22(9):31-35; 37.
- [15] 贾纯增, 贾绮宾, 程远, 等. 脊柱源性腹痛 9 例误诊分析 [J]. *中华消化杂志*, 2011, 31(5):336-338.
- [16] 李宁. 疑难性脊柱源性腹痛四例误诊分析 [J]. *中华消化杂志*, 2006, 26(11):786-787.
- [17] Lü GW, Meng Z, Luo L, *et al.* The projection linkage between the spinal dorsal horn neurons and both the solitary tract and dorsal column nuclei[J]. *Sci China B*, 1991, 34(2):171-183.
- [18] Zheng RX. Diagnosis and treatment of abdominal pain of spinal origin (author's transl)[J]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 1981, 19(8):463-466.
- [19] Rodeghero JR, Denninger TR, Ross MD. Abdominal pain in physical therapy practice: 3 patient cases[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2013, 43(2):44-53.
- [20] Shah JP, Danoff JV, Desai MJ, *et al.* Biochemicals associated with pain and inflammation are elevated in sites near to and remote from active myofascial trigger points[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2008, 89(1):16-23.
- [21] Chen YJ, Wang CJ, Yang KD, *et al.* Extracorporeal shock waves promote healing of collagenase-induced Achilles tendinitis and increase TGF-beta1 and IGF-I expression[J]. *J Orthop Res*, 2004, 22(4):854-861.
- [22] Vetrano M, d'Alessandro F, Torrisi MR, *et al.* Extracorporeal shock wave therapy promotes cell proliferation and collagen synthesis of primary cultured human tenocytes[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011, 19(12):2159-2168.
- [23] 王宁, 李丽, 丁懿, 等. 体外冲击波治疗对慢性腰痛病人疼痛、功能障碍和抑郁的影响 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2019, 25(11):630-631, 634.