

杠杆定位手法结合脉冲电场对腰椎间盘突出症患者镇痛效应及 IL-1β、TNF-α 的影响

吕立江,毛凌宇,李景虎,杨超,王玮娃,王晟,刘鼎
(浙江中医药大学第三临床医学院,浙江 杭州 310053)

【摘要】 目的:观察杠杆定位手法结合脉冲电场对腰椎间盘突出症患者的镇痛效应及血清中白细胞介素-1β(interleukin-1β, IL-1β),肿瘤坏死因子(tumor necrosis factor-α, TNF-α)影响。**方法:**2018 年 1 月至 2019 年 3 月纳入 58 例腰椎间盘突出症患者进行研究,将 58 例患者用数字表法随机分为观察组和对照组。观察组 29 例,其中男 16 例,女 13 例,年龄(38.03±11.29)岁,采用杠杆定位手法结合脉冲电场治疗。对照组 29 例,其中男 17 例,女 12 例,年龄(38.21±9.16)岁,采用脉冲电场治疗。两组患者每周均治疗 3 次,隔 1 d 治疗 1 次,3 次为 1 个疗程,治疗 2 个疗程后,采用疼痛数字评分法(numeric rating scales, NRS)对两组患者治疗前后进行评分;同时对治疗前后血清中 IL-1β 和 TNF-α 浓度进行测量。**结果:**观察组和对照组治疗前 NRS 评分分别是 4.21±1.76, 4.66±1.61, 治疗后分别为 1.28±0.84, 2.10±1.35, 治疗后观察组 NRS 评分明显低于对照组($P<0.05$)。治疗后两组患者的 IL-1β 和 TNF-α 浓度均有变低($P<0.05$), 观察组和对照组治疗前 IL-1β 分别为(119.01±69.65)、(112.23±78.43) pg/ml, 治疗后分别为(59.78±36.60)、(77.51±40.46) pg/ml; 观察组和对照组治疗前 TNF-α 分别为(1.68±1.13)、(1.74±0.70) pg/ml, 治疗后分别为(1.14±0.56)、(1.45±0.58) pg/ml, 观察组 IL-1β、TNF-α 变化均优于对照组($P<0.05$)。**结论:**杠杆定位手法结合脉冲电场对腰椎间盘突出症患者有较好的镇痛效应,并对腰椎间盘突出症患者的血清 IL-1β 和 TNF-α 浓度有明显影响,可作为指导临床的依据,但杠杆定位手法结合脉冲电场的协同作用及对临床治疗的指南还需要进一步研究。

【关键词】 腰椎; 椎间盘移位; 手法,骨科; 脉冲电场; 镇痛; 白细胞介素-1β; 肿瘤坏死因子-α

中图分类号:R681.5

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2021.08.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Lever positioning manipulation combined with pulsed electric field on the analgesic effect of patients with lumbar disc herniation and its influence on IL-1β and TNF-α LYU Li-jiang, MAO Ling-yu, LI Jing-hu, YANG Chao, WANG Wei-wa, WANG Sheng, and LIU Ding. The Third Clinical Medical College of Zhejiang University of Traditional Chinese Medicine, Hangzhou 310053, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective:To observe the analgesic effect of lever positioning manipulation combined with pulsed electric field on patients with lumbar disc herniation and the influence on serum IL-1β and TNF-α. **Methods:**From January 2018 to March 2019, 58 patients with lumbar disc herniation were included in the study, which were randomly divided into observation group and control group by digital table method. Observation group of 29 cases, including 16 males and 13 females, aged (38.03±11.29) years old, were treated with lever positioning manipulation combined with pulsed electric field. The 29 cases in control group, including 17 males and 12 females, aged (38.21±9.16) years old, were treated with pulsed electric field. Both groups of patients were treated 3 times a week, once every other day, 3 times as a course of treatment. After 2 courses of treatment, the two groups of patients were scored before and after treatment by the numeric rating scales (NRS); at the same time, the serum levels of IL-1β and TNF-α were measured before and after treatment. **Results:**The NRS scores of observation group and control group were 4.21±1.76, 4.66±1.61 before treatment, and 1.28±0.84, 2.10±1.35 after treatment, respectively. The NRS scores of the observation group after treatment was significantly lower than that of the control group ($P<0.05$). After treatment, the concentrations of IL-1β and TNF-α in both groups became lower ($P<0.05$). The levels of IL-1β in observation group and control group before treatment were (119.01±69.65), (112.23±78.43) pg/ml, and after treatment were (59.78±36.60), (77.51±40.46) pg/ml, respectively. The levels of TNF-α in observation group and control group before treatment were (1.68±

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:81273866, 81774442);国家临床重点专科建设项目-推拿科[编号:国卫医发(2013)42];浙江省重大疾病中医药防治中心项目(编号:浙中医药 2018-9)

Fund program: National Natural Science Foundation of China (No. 81273866, 81774442)

通讯作者:吕立江 E-mail: 731577158@qq.com

Corresponding author: LYU Li-jiang E-mail: 731577158@qq.com

1.13), (1.74±0.70) pg/ml, and after treatment were (1.14±0.56), (1.45±0.58) pg/ml, respectively. The change of IL-1β and TNF-α in observation group was better than that in control group ($P<0.05$). **Conclusion:** The lever positioning manipulation combined with pulsed electric field has a good analgesic effect on patients with lumbar disc herniation, and it has a significant impact on the patient's serum IL-1β and TNF-α concentration, which can be used as a clinical guide. However, the synergistic effect of lever positioning technique combined with pulsed electric field and guidelines for clinical treatment need further research.

KEYWORDS Lumbar vertebrae; Intervertebral disc displacement; Manipulation, Orthopedic; Pulsed electric field; Analgesia; Interleukin-1β; Tumor necrosis factor-α

腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 是临床的常见病,是腰椎间盘突出发生退变,在外力作用下纤维环部分或完全破裂,单独或连同髓核、软骨终板向外突出,刺激或压迫神经根引起的以腰腿痛为其主要表现的病变^[1]。突出的髓核不仅能导致局部组织破坏,而且髓核释放出的炎性化学刺激介质能引起炎症反应,神经根机械性的受压及营养障碍能引起无菌性炎症。研究显示,疼痛程度较重的患者,血清中的白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6),肿瘤坏死因子-α(tumor necrosis factor-α, TNF-α),前列腺素 E(prostaglandin-E, PGE)等物质与轻度疼痛患者的差异有统计学意义^[2]。Song 等^[3]从动物实验研究也发现,仪器模拟脊柱手法对慢性背根神经节压迫模型大鼠体内背根神经节产生的炎性细胞因子白细胞介素-1β(interleukin-1β, IL-1β)明显减少。笔者在临床研究发现杠杆定位手法结合电场对腰椎间盘突出症患者的镇痛效果明显,是否通过临床治疗减少炎性物质的产生可有效改善患者的疼痛症状,自 2018 年 1 月至 2019 年 3 月收集临床病例,观察杠杆定位手法结合电场对腰椎间盘突出症患者血清中的 IL-1β 和 TNF-α 是否存在影响,是否能成为杠杆定位手法临床治疗的一种新指标进行了研究,现将结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

1.1.1 诊断标准 (1)符合国家中医药管理局颁布的腰椎间盘突出症《中医病证诊断疗效标准》^[4]。(2)符合中华人民共和国卫生部制定发布《中药新药临床研究指导原则》中腰椎间盘突出症的临床研究指导原则^[5]: 18 岁 ≤ 年龄 ≤ 55 岁无其他先天性疾病成年人,疼痛发于下腰,且向下肢放射;有局限性压痛点;直腿抬高试验和加强试验阳性;皮肤感觉、肌力和腱反射的改变;脊柱姿态的改变;腰椎正侧位 X 线片提示脊柱侧凸或腰椎生理性前凸消失;CT 或 MRI 诊断有椎间盘突出。

1.1.2 纳入标准 (1)确诊为腰椎间盘突出症的患者。(2)18 岁 ≤ 年龄 ≤ 55 岁,性别不限,CT 或 MRI 诊断为各类型腰椎间盘突出症的患者,突出节段为

单节段。(3)同意并签署知情同意书的患者。

1.1.3 排除标准 (1)不符合上述诊断标准和纳入标准者。(2)存在骨折未愈或患有骨质疏松症的患者。(3)腰椎间盘突出症妊娠期患者。(4)心、脑血管,肝肾等多脏器存在疾患的患者。

1.2 一般资料

选取 2018 年 1 月至 2019 年 3 月在我院就诊的 58 例 LDH 患者,男 33 例,女 25 例,年龄 21~55 岁,病程 0.67~72 个月。将 58 例患者用数字表法随机分为观察组和对照组。观察组 29 例,其中男 16 例,女 13 例,年龄(38.03±11.29)岁,突出节段 L_{4,5} 11 例, L₅S₁ 18 例;对照组 29 例,其中男 17 例,女 12 例,年龄(38.21±9.16)岁,突出节段 L_{4,5} 12 例, L₅S₁ 17 例。本组患者均签订知情同意书,两组患者的性别、年龄、病程、突出节段比较差异均无统计学意义。见表 1。

表 1 两组腰椎间盘突出症患者一般资料比较
Tab.1 Comparison of general data of patients with lumbar disc herniation between two groups

组别	例数	性别(例)		年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	突出节段(例)		病程 ($\bar{x}\pm s$, 月)
		男	女		L _{4,5}	L ₅ S ₁	
观察组	29	16	13	38.03±11.29	11	18	31.89±5.03
对照组	29	17	12	38.21±9.16	12	17	26.01±4.64
检验值		$\chi^2=0.07$		$t=0.049$	$\chi^2=0.072$		$Z=-1.058$
P 值		0.791		0.949	0.788		0.290

1.3 治疗方法

观察组采用杠杆定位手法结合经络电磁通治疗。第 1 步,采用杠杆定位手法治疗,具体操作如下:患者全身肌肉放松,俯卧在诊疗床上,医者将患者屈膝屈髋,交叉双下肢,用右手肘部鹰嘴定位在患者的腰部患椎处,医者双手握住患者两踝关节,借助力臂杠杆,用力向后上扳提,使腰椎产生过伸屈曲运动,当扳提腰椎过伸,医者遇到一定的阻力时,做一快速的扳动,到位即止。医者在扳动的过程中,令患者呼气,手法结束时患者吸气,连续操作 3 遍为 1 次。第 2 步,完成杠杆定位手法治疗 1 次后,嘱患者卧床,行脉冲电场治疗。医者以拇指按压法寻找患者腰臀

部或腿部最痛的两处反应点,并标记,打开经络电磁通(广州市侨鑫医疗器械科技发展有限公司生产的,粤食药监械生产许可 20010375 号)的开关,选择局部直接治疗模式,将两处标记点予贴一组电极贴,治疗强度选择为 5,每次连续治疗时间 30 min 为 1 次。以上方法均隔日治疗 1 次,3 次为 1 疗程,2 个疗程结束后观察患者指标的变化。杠杆定位扳法示意图及操作图见图 1,2。对照组采用经络电磁通治疗,隔日治疗 1 次,3 次为 1 个疗程,2 个疗程结束后观察患者指标的变化。

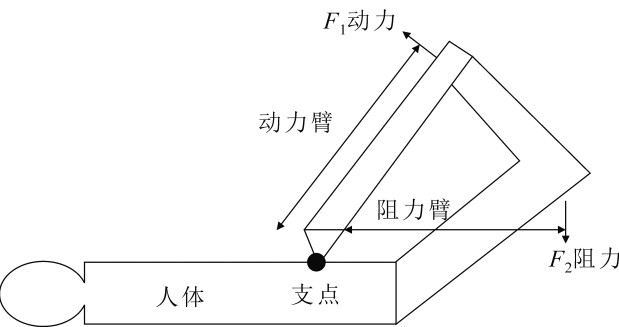


图 1 杠杆定位扳法示意图
Fig.1 The diagram of the lever positioning manipulation



图 2 杠杆定位扳法操作图
Fig.2 The operation chart of the lever positioning manipulation

1.4 观察项目与方法

1.4.1 临床症状观察 采用疼痛数字评分法(numerical rating scale, NRS)^[6]对临床症状进行评定。用数字式 0~10 代替文字来表示疼痛的程度。将一条直线等分为 10 段,按 0~10 分次序评估疼痛程度。书写方式为:在描述过去 24 h 内最严重的疼痛的数字上画圈。疼痛程度:0 分为无痛;1~3 分为轻度疼痛(疼痛不影响睡眠);4~6 分为中度疼痛;7~9 分为重度疼痛(不能入睡或者睡眠中痛醒);10 分为剧痛。

1.4.2 IL-1 β 和 TNF- α 浓度测量 对两组患者治疗前第 1 天及治疗后第 12 天的血清中 IL-1 β 及 TNF- α 浓度进行测量。测量方法:取患者在治疗前与末次治疗后晨起空腹的静脉血 3 ml,于真空采血管-CHGD 采血抗凝管中,以离心机分离,取上清液置于冰箱中送检。分别记录两组患者治疗前后 IL-1 β 和 TNF- α 浓度。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 20.0 软件对数据进行分析,统计检验均使用双侧检验,定性资料运用 χ^2 检验。符合正态分布的定量资料运用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)描述,组内治疗前后符合正态分布行 t 检验,不符合正态分布行非参数检验。两组治疗前后 NRS 评分、IL-1 β 、TNF- α 行独立样本非参数秩和检验,组间比较采用独立样本 t 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者治疗前后 NRS 评分比较

两组患者治疗前 NRS 评分差异无统计学意义。与治疗前比较,治疗后两组患者 NRS 评分均显著降低($P<0.05$);治疗后观察组 NRS 评分明显低于对照组($P<0.05$),结果提示杠杆定位手法结合经络电磁通对腰椎间盘突出症患者疼痛评分的改善优于单一的经络电磁通,见表 2。

2.2 两组患者血清中 IL-1 β 浓度变化比较

两组患者治疗前第 1 天血清中 IL-1 β 浓度比较差异无统计学意义($P>0.05$);与治疗前比较,两组患者治疗后第 12 天的血清中 IL-1 β 浓度均有变化($P<0.05$)。治疗后第 12 天的两组间比较,观察组血清中 IL-1 β 浓度变化优于对照组($P<0.05$),结果提示杠杆定位手法结合经络电磁通对腰椎间盘突出症患者血清中 IL-1 β 浓度的变化优于经络电磁通,见表 2。

2.3 两组患者血清中 TNF- α 浓度变化比较

两组患者治疗前第 1 天血清中 TNF- α 浓度比较差异无统计学意义($P>0.05$);与治疗前比较,两组患者治疗后第 12 天的血清中 TNF- α 浓度均有变化($P<0.05$)。治疗后第 12 天的两组间比较,治疗组血清中 TNF- α 浓度变化优于对照组($P<0.05$),结果提示杠杆定位手法结合经络电磁通对腰椎间盘突出症患者血清中 TNF- α 浓度的变化优于经络电磁通,见表 2。

3 讨论

腰椎间盘突出症的发病机制,至今还没有统一的共识,但大多学者比较倾向于两种学说。一是机械性压迫学说^[7]:简单说就是单纯的机械压迫神经根造成神经根缺血引起的腰腿疼痛,但没有考虑到化学刺激,有一定局限性。二是炎症反应学说:腰椎突

表 2 两组腰椎间盘突出症患者治疗前后 NRS 评分及血清 IL-1β 和 TNF-α 浓度比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of pre- and post-treatment NRS, IL-1β, TNF-α in patients with lumbar disc herniation between two groups($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	NRS 评分(分)		IL-1β (pg/ml)		TNF-α (pg/ml)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	29	4.21±1.76 [*]	1.28±0.84 [#]	119.01±69.65 [▲]	59.78±36.60 [△]	1.68±1.13 [●]	1.14±0.56 [○]
对照组	29	4.66±1.61	2.10±1.35 [■]	112.23±78.43	77.51±40.46 ^{△△}	1.74±0.70	1.45±0.58 ^{○○}

注：与治疗前比较，[#] $t=8.275, P<0.05$ ；[■] $t=7.376, P<0.05$ ；[▲] $t=7.749, P<0.05$ ；[△] $t=4.025, P<0.05$ ；[○] $t=4.656, P<0.05$ ；^{○○} $t=11.802, P<0.05$ 。与对照组比较，^{*} $P=0.279$ ，[#] $P=0.025$ ；[▲] $P=0.519$ ，[△] $P=0.047$ ；[●] $P=0.414$ ，[○] $P=0.048$

Note: Compared with pretreatment data, [#] $t=8.275, P<0.05$ ；[■] $t=7.376, P<0.05$ ；[▲] $t=7.749, P<0.05$ ；[△] $t=4.025, P<0.05$ ；[○] $t=4.656, P<0.05$ ；^{○○} $t=11.802, P<0.05$ 。Compared with control groups, ^{*} $P=0.279$ ，[#] $P=0.025$ ；[▲] $P=0.519$ ，[△] $P=0.047$ ；[●] $P=0.414$ ，[○] $P=0.048$

出节段周围的组织及神经根会发生炎症免疫反应引发相关部位疼痛。当神经损伤时,受损的神经经过复杂的信号通路激活产生华勒氏变性,此时活跃的雪旺细胞便会分泌 IL-1β 及 TNF-α 等物质,吸引巨噬细胞聚集,产生炎症反应。炎症产生时,伤害性脊髓感受神经元会激活小胶质细胞和星形细胞,后者会释放分泌 IL-1β 及 TNF-α 等物质,改变中枢神经的痛觉敏感性。并且当 IL-1β 及 TNF-α 与 IL-8 混合时会产生协同作用,发生明显的痛觉感受^[8]。

IL-1β 会介导淋巴细胞的增殖,参与炎症反应,IL-1β 被证实通过 NF-κB p65 信号途径升高细胞外基质蛋白的水平,而细胞外基质蛋白会抑制人髓核细胞中的聚集蛋白聚糖和Ⅱ型胶原蛋白的表达,伴随胶原蛋白和蛋白多糖合成的减少,使髓核的胶体渗透压迅速下降,水分丢失加快,椎间盘的灵活性和承受力也随之下落^[9]。IL-1β 作为细胞因子会介导同为细胞因子的白细胞介素-7 和白细胞介素-8 的分泌,加重炎症反应,而 TNF-α 除了被巨噬细胞和星形细胞所激活外,也会被 β-连环蛋白信号通道激活,作为正反馈,TNF-α 同样激活 β-连环蛋白信号通道。所以,IL-1β 及 TNF-α 与疼痛有紧密的联系,参与疼痛刺激的产生与痛觉敏感性的改变。本研究也发现患者的疼痛感与 IL-1β 及 TNF-α 有密切的关系,治疗后两组患者 NRS 评分均显著降低,疼痛症状也得到缓解,治疗后所观察到的两组患者血清中 IL-1β 与 TNF-α 浓度均下降($P<0.05$)。

经过多项课题的临床多中心研究证实,杠杆定位手法临床疗效是肯定的^[10],同时也通过生物力学试验研究发现,杠杆定位手法不但能改变腰椎间盘突出髓核和神经根的位置,促使髓核回纳,改变髓核的内压,使突出的髓核发生位移,髓核和神经根直接的位置发生相对改变,改变神经根的压迫状态,而且还可改变失稳的腰椎生物力学结构,对紊乱的腰椎小关节进行纠正,使紊乱的腰椎结构应力应变得

到重塑,趋向一个较稳定的腰椎结构^[11-12]。这是对杠杆定位手法治疗腰椎间盘突出症临床有效性机制的阐述,但对炎症因子是否有影响是项目组一直思考的问题。本次研究发现杠杆定位手法对腰椎间盘突出症患者血清中 IL-1β 与 TNF-α 浓度出现显著的下降,治疗后患者的 NRS 评分明显降低,与患者的临床疼痛症状缓解趋向一致。

目前各种仪器设备治疗腰椎间盘突出症在临床上广泛应用,尤其在镇痛功能的应用上得到关注。本研究应用经络电磁通治疗腰椎间盘突出症,并对患者血清中 IL-1β 与 TNF-α 浓度变化进行了观察,发现经络电磁通对腰椎间盘突出症患者的镇痛是有效的,治疗后患者 NRS 评分降低($P<0.05$),血清中 IL-1β 与 TNF-α 浓度降低,说明患者的疼痛症状有所缓解。主要机制是经络电磁通发生电荷定向移动时产生电磁场,当恒定的电流强度在有节律性地前进时,便会形成脉冲电场。电场对人体的作用机制主要热效应和非热效应。热效应即是充能后的水分子互相震动摩擦产生热量对人体产生影响的过程。由于人体神经冲动的传导过程是有序发生电化学的过程,这种电化学变化会产生了微弱的电磁场,不仅神经传导,而且肌肉的活动也会产生电磁场,它容易被外在的电磁场影响,人体小磁场被外界磁场影响的过程就是非热效应。考虑到本研究使用的是经络电磁通,使用了脉冲电流,电磁场对人体的热效应几乎可以忽略,所以影响较大的是对人体的非热效应。有研究表明^[13]脉冲电场会对细胞膜的流动性产生影响,脉冲作用时间越长,细胞膜的流动性越大,在此基础上进一步发现了脉冲电场对信号通道的影响,得出信号通道可能是脉冲电场的主要靶体对象,被运用于治疗颈肩腰疼痛等疾病,这时电磁场刺激人体,产生吗啡类化合物,产生镇痛作用,另外还会降低痛觉敏感,达到减痛作用。但本研究发现与杠杆定位手法结合经络电磁通相比,各项指标不够显著。

作者认为与杠杆定位手法生物力学作用机制的协同作用有密切相关。根据上述的研究与认知,杠杆定位手法和经络电磁通在宏观上能纠正腰椎间盘突出相关生物力学参数的紊乱,微观上会影响局部细胞膜信号通道的开放,加快细胞的对外物质交换,加速局部微循环,缩短炎症反应,血清中与炎症密切相关的 IL-1 β 及 TNF- α 浓度的降低,使患者病程缩短,痛苦减轻,提高了临床的有效率,但两者协同作用的机制与对临床治疗的指南还需要进一步研究。

参考文献

[1] Kreiner DS, Hwang SW, Easa JE, et al. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of lumbar disc herniation with radiculopathy[J]. *Spine J*, 2014, 14(1):180-191.

[2] 杨正杰,朱国兴,杨晓,等.腰椎间盘突出症患者血清细胞因子的表达及与疼痛程度的关系探讨[J]. *颈腰痛杂志*, 2019, 40(5):601-603.

YANG ZJ, ZHU GX, YANG X, et al. Investigation of the relationship between serum cytokines and pain level in patients with lumbar disc herniation[J]. *Jing Yao Tong Za Zhi*, 2019, 40(5):601-603. Chinese.

[3] Song XJ, Huang ZJ, Song WB, et al. Attenuation effect of spinal manipulation on neuropathic and postoperative pain through activating endogenous anti-inflammatory cytokine interleukin 10 in rat spinal cord[J]. *J Manipulative Physiol Ther*, 2016, 39(1):42-53.

[4] 国家中医药管理局. 中医病症诊断疗效标准[M]. 北京:中国医药科技出版社, 2012:214.

State Administration of Traditional Chinese Medicine. Diagnostic and Efficacy Standards for TCM Diseases[M]. Beijing:China Medical Science and Technology Press, 2012:214. Chinese.

[5] 郑筱萸主编. 中药新药临床研究指导原则[S]. 北京:中国医药科技出版社, 2002, 3:52-53.

ZHENG XY Editor. Guidelines for the Clinical Research of Chinese Medicine New Drugs[S]. Beijing:China Medical Science Press, 2002, 3:52-53. Chinese.

[6] 戴霞,郭伟星. 中医证候量表条目量化的方法学初探[J]. *辽宁中医杂志*, 2010, (8):1477-1478.

DAI X, GUO WX. Preliminary methodological studies on item quantization for scale of TCM syndrome differentiation[J]. *Liao Ning*

Zhong Yi Za Zhi, 2010, (8):1477-1478. Chinese.

[7] 张永涛,杨开舜. 椎间盘退变病因学研究概况[J]. *国际骨科学杂志*, 2019, 5:317-319, 327.

ZHANG YT, YANG KS. An overview of etiological study of disc degeneration[J]. *Guo Ji Gu Ke Xue Za Zhi*, 2019, 5:317-319, 327. Chinese.

[8] Andrade P, Hoogland G, Garcia MA, et al. Elevated IL-1 β and IL-6 levels in lumbar herniated discs in patients with sciatic pain[J]. *Eur Spine J*, 2013, 22:714-720.

[9] Wang SJ, Liu C, Sun ZY, et al. IL-1 β increases asporin expression via the NF- κ B p65 pathway in nucleus pulposus cells during intervertebral disc degeneration[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1):4112.

[10] 吕立江,袁元辉,胡丰亚,等. 杠杆定位手法治疗腰椎间盘突出症的疗效评价及表面肌电神经反馈分析[J]. *浙江中医杂志*, 2015, 50(11):794-795.

LYU LJ, YUAN YH, HU FY, et al. A clinical curative effect evaluation and feedback analysis of sEMG of lever positioning manipulation treating LIDP[J]. *Zhe Jiang Zhong Yi Za Zhi*, 2015, 50(11):794-795. Chinese.

[11] 吕立江,包家立,范炳华,等. 杠杆定位手法作用下正常腰椎间盘的应力-应变特性初探[J]. *浙江中医药大学学报*, 2013, 37(10):1156-1159.

LYU LJ, BAO JL, FAN BH, et al. First exploration of the stress-strain property of normal lumbar intervertebral disc on the lever positioning manipulation[J]. *Zhe Jiang Zhong Yi Yao Da Xue Xue Bao*, 2013, 37(10):1156-1159. Chinese.

[12] 吕立江,陆森伟,王晓东,等. 杠杆定位手法对正常腰椎影响的生物力学实时测试[J]. *中华中医药学刊*, 2015, 33(1):15-17.

LYU LJ, LU SW, WANG XD, et al. Real-time biomechanical test of effect of leverage positioning manipulation on normal lumbar vertebra[J]. *Zhonghua Zhong Yi Yao Xue Kan*, 2015, 33(1):15-17. Chinese.

[13] 齐红星. 电磁脉冲对人体的作用和数值方法研究[D]. 上海:华东师范大学, 2004.

QI HX. A Research of the effect of electromagnetic pulse on human body and numerical method[D]. Shanghai:East China Normal University, 2004. Chinese.

(收稿日期:2020-06-09 本文编辑:王宏)