

# 坐位腰椎旋转手法的运动学研究

冯敏山<sup>1,2</sup> 高景华<sup>1</sup> 高春雨<sup>1△</sup> 朱立国<sup>1,2</sup> 司江涛<sup>1</sup> 刘广伟<sup>1,2</sup> 陈忻<sup>1</sup> 李健<sup>3</sup>

**[摘要]** **目的:**运用运动捕捉技术量化坐位腰椎旋转手法操作,获取其运动学参数,总结手法操作的运动学特征,缩短坐位腰椎旋转手法的学习周期,为临床推广、教学培训提供依据。**方法:**采用运动捕捉技术对坐位腰椎旋转手法进行动态实测,获取该手法操作过程的运动轨迹及运动学参数。**结果:**获得了坐位腰椎旋转手法的运动学参数参考值:旋扳时最大角度为后伸  $21.82^{\circ} \pm 12.04^{\circ}$ ,侧屈  $68.62^{\circ} \pm 26.54^{\circ}$ ,旋转  $63.77^{\circ} \pm 23.39^{\circ}$ ,旋扳前后角度变化为后伸  $6.59^{\circ} \pm 3.26^{\circ}$ ,侧屈  $5.00^{\circ} \pm 2.49^{\circ}$ ,旋转  $5.84^{\circ} \pm 3.05^{\circ}$ ,旋扳时最大角速度值为  $(47.57^{\circ} \pm 21.25^{\circ})/s$ 。操作者施行坐位腰椎旋转手法时,左、右手的运动学参数(前屈运动、旋扳时最大角度、扳动角度及旋扳最大角速度值)差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论:**坐位腰椎旋转手法属于长杠杆的扳动类手法,其运动轨迹为“前屈-侧旋-后旋”,整体操作具有运动幅度大的特点,而在进行旋扳发力操作时具有“高速低幅”的运动特点。左右侧坐位腰椎旋转手法的运动学特征基本一致。

**[关键词]** 坐位腰椎旋转手法;运动学;运动捕捉技术;参数

**[中图分类号]** R274.39 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2018)07-0016-05

## Kinematic Study of Seated Lumbar Rotation Manipulation

FENG Minshan<sup>1,2</sup> GAO Jinghua<sup>1</sup> GAO Chunyu<sup>1△</sup> ZHU Ligu<sup>1,2</sup>  
SI Jiangtao<sup>1</sup> LIU Guangwei<sup>1,2</sup> CHEN Xin<sup>1</sup> LI Jian<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Wangjing Hospital of China Academy of Traditional Chinese Medicine Sciences, Beijing 100102, China;

<sup>2</sup>Beijing Municipal Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine Bone-setting Technology, Beijing 100102, China;

<sup>3</sup>Automatization Institute of Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China.

**Abstract Objective:** To analyze the kinematics characteristic of seated lumbar rotation manipulation, which could provide the basis for clinical expansion, training and fundamental research. **Methods:** By using the motion capture technology, we made a real-time measure on seated lumbar rotation manipulation and gained the movement locus and kinematics parameter of the manipulation. **Results:** The average value of kinematics parameters during seated lumbar rotation manipulation were as follows: maximum angle of hypsokinesis was  $21.82^{\circ} \pm 12.04^{\circ}$ , maximum angle of lateral bending was  $68.62^{\circ} \pm 26.54^{\circ}$ , maximum angle of rotation was  $63.77^{\circ} \pm 23.39^{\circ}$ , the hypsokinesis angular variation through spiral pull was  $6.59^{\circ} \pm 3.26^{\circ}$ , the lateral bending angular variation of spiral pull was  $5.00^{\circ} \pm 2.49^{\circ}$ , the rotation angular variation of spiral pull was  $5.84^{\circ} \pm 3.05^{\circ}$ , maximum angular velocity was  $(47.57^{\circ} \pm 21.25^{\circ})/s$ . No significant difference ( $P > 0.05$ ) showed between the left and the right hand of the kinematic parameters during seated lumbar rotation manipulation. **Conclusion:** The seated lumbar rotation manipulation belongs to long lever manipulation, which movement locus was “anteflexion-lateral rotation-back-spin”, the holistic manipulation had the characteristics of big movement amplitude, and “high-speed, low-range” in operational process. 2) The kinematic parameters between the left and the right hand during seated lumbar rotation manipulation were approximate.

**Keywords:** seated lumbar rotation manipulation; kinematics; motion capture technology; parameter

基金项目:中国中医科学院自由探索项目(ZZ0708083)

国家自然科学基金面上项目(81473694)

<sup>1</sup> 中国中医科学院望京医院脊柱二科(北京, 100102)

<sup>2</sup> 中医正骨技术北京市重点实验室

<sup>3</sup> 北京理工大学自动化研究所

△通信作者 E-mail: gaochunyu8526@sina.com

坐位腰椎旋转手法是中医治疗腰椎疾患的特色疗法,经过随机对照的临床研究,已证明本手法具有简、便、廉、验的优点,易于被患者接受,具有极大的推广价值<sup>[1]</sup>。坐位腰椎旋转手法是一项技巧性强的医疗操作技术,具有稳、准、轻、巧的操作特点,需要动作-幅度高度协调,对操作者技术要求相对较高。虽然已经规范

了该手法操作的步骤,但尚无客观的技术指标作为参考,这使得初学者需要在临床工作中花费大量时间实践摸索,方能掌握该手法的精髓,因此学习效率低下,推广难度大。运动学分析能将手法操作过程的运动轨迹及其特征进行数理化提取及分析,可作为技术指标供初学者参考,亦可作为机理研究的依据<sup>[2]</sup>。因此,本研究采用运动捕捉技术,对坐位腰椎旋转手法的操作特征进行运动学分析,以期为该手法的推广应用、教学培训、经验传承以及基础研究提供客观依据。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

选取 60 例无手法禁忌症志愿者作为受试者,均采用坐位腰椎旋转手法进行操作,本实验的手法操作者为望京医院脊柱二科冯敏山副主任医师。

### 1.2 纳入标准

1)无手法禁忌症;2)签署知情同意书,自愿作为受试对象接受治疗者。

### 1.3 排除标准

1)先天性脊柱病变、脊柱感染、创伤骨折、肿瘤、结核;2)严重的内科疾病;3)精神疾病或老年痴呆者;4)

手法部位有严重皮肤损伤或皮肤病者;5)妊娠及哺乳期妇女。

### 1.4 坐位腰椎旋转手法操作

患者坐于治疗椅上,腰部放松,固定患者的双下肢,术者一手顶住滑脱腰椎的棘突,另一手从患者一侧的腋下穿过,按住对侧的颈肩部,先令患者慢慢作脊柱前屈,当前屈至拇指下感到棘突间隙张开时,即稳住在此幅度;再嘱患者向此侧作最大幅度地旋转;最后术者将按住颈肩部的手屈曲旋转患者腰部,另一拇指顶推异常椎体的棘突,此时常能听到“卡塔”声,术者按住棘突的拇指下也感有棘突跳动。对侧重复同样的手法操作<sup>[3]</sup>。

### 1.5 主要实验设备

14 台数字动作捕捉镜头(型号 Prime13,美国 Optitrack 公司生产,像素值为 130 万,精度 0.01 mm)围绕于场地周边组成数字动作捕捉系统(见图 1)。采集频率设置为 100 Hz。MOTIVE BODY 分析软件(美国 Optitrack 公司开发)用于动作捕捉数据的分析和三维图像重建。Visual 3D 分析软件(美国 C-motion 公司开发)用于运动捕捉数据后期的运动学分析。



图 1 数字动作捕捉系统操作环境

### 1.6 实验方法

**1.6.1 场地校准** 首先将 L 型标定器(含 4 个光点,2 个水平仪)放置于实验场地中进行静态标定,然后使用 T 型标定器在场地中持续挥动进行动态标定。通过静态及动态标定,对仪器及场地进行校准。

**1.6.2 固定 Marker 点** 手法操作者穿上紧身衣后,在双手背面安放特制的标志发光点(Marker 点),受试者不用贴点,Marker 点的分布见图 2。



图 2 Marker 点的分布

**1.6.3 数据采集** 左、右侧腰椎旋转手法操作均由同一手法操作者完成。每次测量前,受试者需要先在场地中自然站立,展开双臂进行系统定标(标定 Marker 点)。标定成功后,让操作者向受试者施行坐位腰椎旋转手法,左右各 1 次,并进行运动力学数据采集,同时整个操作过程将通过数字动作捕捉系统进行动态拍摄,并将图像序列保存下来(见图 3)。

**1.6.4 数据分析** 运动学数据需要先后经过 MOTIVE BODY 和 Visual3D 程序的分析 and 处理,识别 Marker 点及其相互间关系,并计算其在每一瞬间的空间位置,进而得到其运动轨迹。

### 1.7 实验观察指标

**1.7.1 受试者个体特征** 包括性别、年龄、身高、体质量。

**1.7.2 坐位腰椎旋转手法操作的运动学参数** 包括手法操作的运动轨迹、角度变化及角速度等。

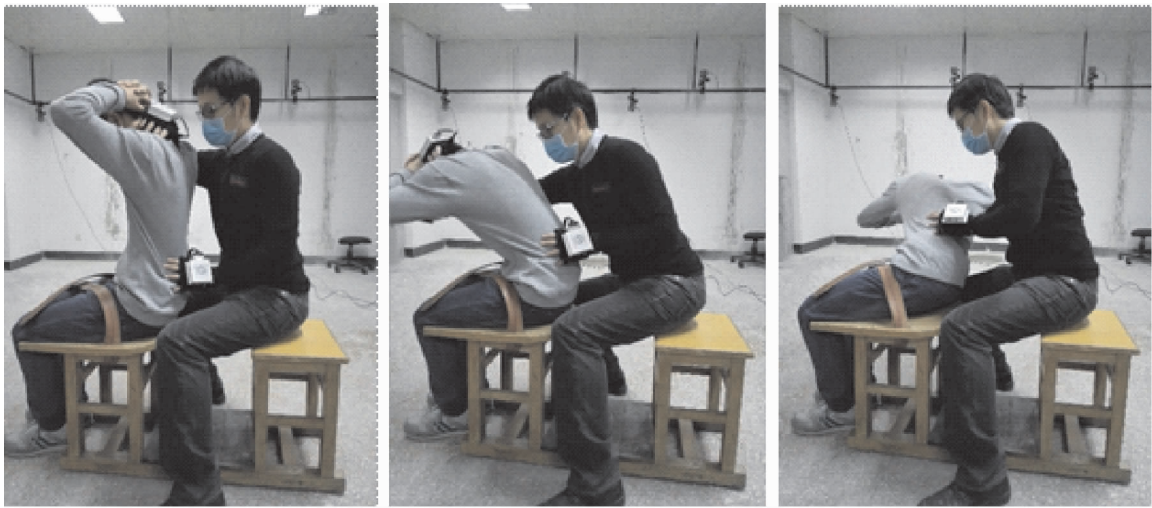
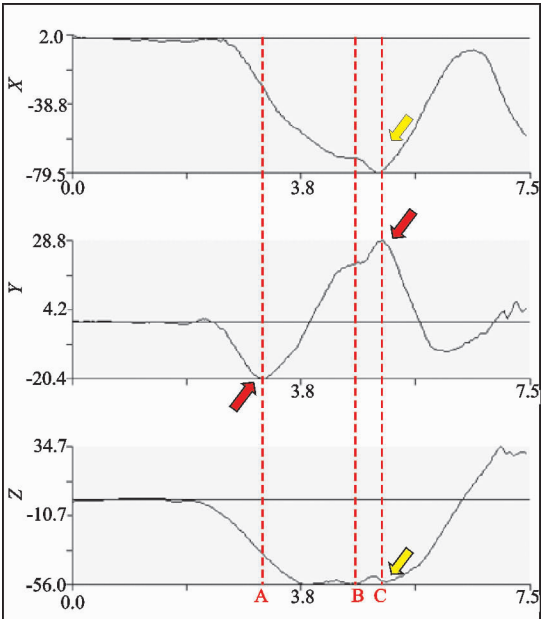


图 3 坐位腰椎旋转手法在体力学测量实验过程

**1.7.3 运动学参数分析方法** 运动角度曲线表示坐位腰椎旋转手法操作过程中受试者腰椎屈伸、侧弯及旋转的角度变化,以向右旋转为例,侧屈-绕 X 旋转角度,前屈-绕 Y 旋转角度,旋转-绕 Z 旋转角度,设定后伸、左侧弯及左旋方向为正向,见图 4。结合坐位腰椎旋转手法的操作特点分析,Y 轴线出现一个波谷

(左起第一个红色箭头所指处),乃是受试者腰椎前屈运动所致;随后 X 轴和 Z 轴均出现一个波谷,而 Y 轴同时出现了一个正向的波峰;此图形表示受试者腰椎发生侧屈旋转运动,乃是操作者进行旋扳操作引起。坐位腰椎旋转手法过程中角速度变化的曲线图,见图 5。



注:左起第一条红色虚线(A线)表示腰椎前屈时的空间状态,第二条红色虚线(B线)表示扳动前腰椎的空间状态,第三条红色虚线(C线)表示扳动后的空间状态。

图 4 坐位腰椎旋转手法过程中角度变化曲线

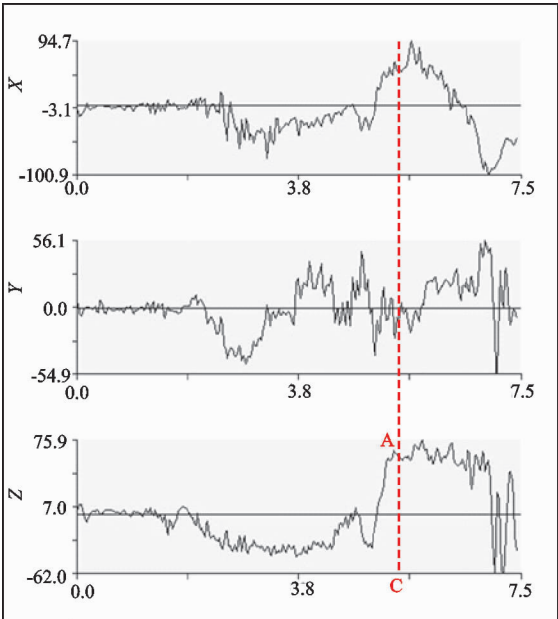
**1.8 统计学方法**

将所有数据输入计算机,应用 SPSS17.0 软件包进行统计分析,所有的统计检验均采用双侧检验, $P < 0.05$ ,差异有统计学意义。所有计量资料将采用  $\bar{x} \pm s$  进行统计描述,选用独立样本  $t$  检验进行统计表达。

**2 结果**

**2.1 一般资料**

纳入研究的受试者共 60 例;其中女性 28 例,男性



注:红色虚线位置的时间点对应于图5角度变化曲线的扳动后时间点(C线);A点表示扳动时最大的旋转角速度值。

图 5 坐位腰椎旋转手法过程中角速度变化曲线

32 例;年龄在 18~35 岁之间,平均  $(24.80 \pm 3.41)$  岁;身高在 156~177 cm 之间,平均  $(169.20 \pm 7.49)$  cm;体质量 44~86 kg 之间,平均  $(63.79 \pm 12.50)$  kg。

**2.2 左、右侧坐位腰椎旋转手法操作运动学参数的比较**

比较双侧坐位腰椎旋转手法的运动学参数,见表 1。经统计学分析,前屈运动、旋扳时最大角度、扳动角度及旋扳最大角速度值的  $P > 0.05$ ,差异无统计学意义,因此可以认为左、右侧的旋转手法操作无差异。

表 1 左、右侧坐位腰椎旋转手法操作运动学参数的比较(̄x±s)

运动学参数		左侧手法	右侧手法	总平均值	t	P
前屈运动(°)		31.91±17.74 <sup>1)</sup>	34.18±18.52	33.01±18.07	1.198	0.504
旋扳时最大角度(°)	后伸	21.99±11.69 <sup>1)</sup>	21.63±12.51	21.82±12.04	1.107	0.875
	侧屈	66.24±26.07 <sup>1)</sup>	71.17±27.04	68.62±26.54	1.232	0.324
	旋转	59.92±20.77 <sup>1)</sup>	67.90±25.46	63.77±23.39	2.646	0.069
扳动角度(°)	后伸	6.88±3.22 <sup>1)</sup>	6.20±3.32	6.59±3.26	1.209	0.395
	侧屈	4.96±2.43 <sup>1)</sup>	5.05±2.60	5.00±2.49	1.095	0.884
	旋转	5.45±2.71 <sup>1)</sup>	6.32±3.42	5.84±3.05	1.349	0.250
最大旋转角速度值(°/s)		46.41±22.01 <sup>1)</sup>	49.04±20.79	47.57±21.25	1.182	0.700

注:1)与右侧手法组相比,P>0.05.

3 讨论

手法的量化是将手法操作过程中的运动力学特点数据化并进行分析,其结果可作为明确的评价指标运用于临床<sup>[4]</sup>。因此,Triano<sup>[5]</sup>对既往文献进行总结后认为:量化手法可以针对不同的手法操作加以辨别,其量化的手法运动力学特征有助于对临床结果进行评估,同时明确的指标对于初学者的模仿训练也是极大的帮助。手法的效应途径与作用环节基本上都是通过手法运动力学的动态变化而产生的。手法运动力学参数的研究可以明确手法的运动力学特征,加快手法操作经验的归纳总结,对于手法研究具有极大的帮助<sup>[6]</sup>。由此可见,对于初学者的手法操作特征进行精确评估是加快手法学习的关键所在。因此,通过将经验化的手法操作转化为数量化、标准化的一系列运动力学指标,可以合理有效地促进手法的教学培训,这对于坐位腰椎旋转手法的经验传承及应用推广具有极为重要的科学意义<sup>[7,8]</sup>。

但腰椎旋转手法的在体运动学研究一直是该领域研究的难点,传统的位移传感器或摄影技术方法均不能很好消除手法过程中躯干活动所产生的误差,难以获得准确的动态的运动学数据。运动捕捉技术的出现解决了扳动类手法运动学分析的难题,该技术可以测量、跟踪、记录物体在三维空间中的运动轨迹,具有数据真实、测量精度高、可实现三维动态运动分析及数据可视化的优点<sup>[9-11]</sup>。

本实验采用运动捕捉系统,通过在体实测同一手法操作者对 60 例受试者施行坐位腰椎旋转手法,初步对本手法进行了运动学研究,并获取了重要的运动学数据。实验数据显示,进行手法操作时前屈角度为 33.01°±18.07°,后伸最大角度为 21.82°±12.04°,侧屈最大角度为 68.62°±26.54°,旋转最大角度为 63.77°±23.39°。从操作结束时的体位可见,该手法具有运动幅度大的操作特点,属于长杠杆的扳动类手法。在侧屈旋转运动过程中,侧屈运动的角度要大于旋转运动的角度,可能与耦合运动有关,但该现象也提醒操作者在对患者进行手法操作时要重视侧屈的动作。根

据运动学数据可知,向右侧屈旋转运动过程中同时伴随了腰后伸的耦合运动,因此扳动结束时受试者的体位由初始前屈体位变为了后伸状态。

除此之外,实验数据还显示,受试者腰椎在手法旋扳发力时移动速度较快[平均(47.57±21.25)°/s],而位移的角度变化,无论后伸(平均 6.59°±3.26°)、侧屈(平均 5.00°±2.49°)还是旋转(平均 5.84°±3.05°)均较小,这符合扳动类手法具有“高速低幅”的作用特点<sup>[12-14]</sup>。

在既往报道旋转手法的文献中,有研究者<sup>[15]</sup>认为利手侧的推扳力较大,这使得手法在进行旋转操作时速度更快,位移角度更大,由此会导致发生损伤的概率也变大,从而影响手法的疗效。而本实验中,操作者的左、右手运动学参数比较,差异均无统计学意义,即双侧操作无差别。因此认为在临床上,左右手的手法操作应无明显区别。

综上所述,坐位腰椎旋转手法的运动轨迹可总结为“前屈-侧旋-后旋”,整体手法操作具有运动幅度大的操作特点,属于长杠杆的扳动类手法,而旋扳发力时具有“高速低幅”的特点,且双侧操作无明显区别。推测本手法治疗腰椎疾患的作用机制:前屈张开了小关节,然后侧屈旋转活动导致上位椎体下关节突沿下位椎体上关节突的关节面发生了撬拨运动,从而达到调整小关节骨错缝的力学作用,进而改善临床症状。

参考文献

[1] 陈忻,于杰,朱立国,等.坐位腰椎旋转手法治疗退行性腰椎滑脱症的临床观察[J].北京中医药,2013,32(12):889-891.

[2] 耿楠,刘迪,魏培栋,等.推拿手法的动力学与运动学参数的研究概况[J].中华中医药杂志,2016,31(11):4669-4671.

[3] 孙树椿.实用推拿手法彩色图谱[M].北京:中国医药科技出版社,1988:48.

[4] 刘昱材,吕晶,李进龙.推拿手法量化及规范化的研究进展[J].湖南中医杂志,2016,32(11):205-207.

[5] John J Triano. Biomechanics of spinal manipulative therapy[J]. The Spinal Journal,2001,1(2):121-130.



- [6] 张少群, 祁冀, 张磊, 等. 颈椎旋转手法对兔粥样斑块期颈动脉拉伸力学性能的影响[J]. 医用生物力学, 2017, 32(3): 267-273.
- [7] 耿楠, 刘迪, 刘卉, 等. 颈部端提手法对颈型颈椎病患者颈椎长度及角度影响的运动学参数分析[J]. 上海中医药杂志, 2017, 51(3): 18-20.
- [8] 刘昱材, 吕晶, 李进龙. 推拿手法量化及参数研究微探[J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(3): 1191-1193.
- [9] 王玮, 王冬梅, 李飞跃, 等. 伤科手法治疗腰椎间盘突出症的运动学研究[J]. 中国生物医学工程学报, 2016, 35(5): 541-547.
- [10] 赵海英, 朱鹤, 穆晓峰, 等. 基于动捕数据驱动的三维民族舞蹈展示方法[J]. 计算机系统应用, 2016, 25(6): 136-140.
- [11] 薛彬, 李飞跃, 王玮, 等. 魏氏伤科“悬足压膝”手法的运动学规律和机制研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2016, 24(10): 5-8.
- [12] 王宽, 邓真, 王辉昊, 等. 力学测量在评估颈痛及手法治疗领域的应用[J]. 中国骨伤, 2016, 29(7): 668-672.
- [13] Walter Herzog. The biomechanics of spinal manipulation [J]. Journal of Bodywork & Movement Therapies, 2010, 14(3): 280-286.
- [14] 王飞, 赵平, 刘强, 等. HVLA 脊柱手法的生物力学研究进展[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2016, 24(4): 74-77.
- [15] 李义凯, 王国林, 徐海涛, 等. 颈椎定点旋转手法所致“咔哒”声响与最大推扳力量效关系的研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2004, 22(6): 658-660.

(收稿日期: 2017-12-13)

(上接第 15 页)

- [7] 颜学亮, 曹奇, 陈小明. 小剂量骨水泥经皮椎体成形术治疗老年性骨质疏松症多节段跳跃性脊柱压缩性骨折的疗效分析[J]. 中南医学科学杂志, 2016, 44(4): 368-370.
- [8] 孟玥, 任艳玲, 孙月娇, 等. 左归丸、右归丸及其拆方对去卵巢骨质疏松症模型大鼠肾脏碱性磷酸酶、骨钙素表达的影响[J]. 中医杂志, 2016, 57(5): 423-427.
- [9] 阳松威, 孙晓峰, 贺又舜, 等. 左归丸对化疗致卵巢早衰小鼠卵巢功能的影响[J]. 中成药, 2016, 38(4): 717-722.
- [10] 孙千惠, 任艳玲, 吴琼, 等. 左、右归丸对去卵巢大鼠 BMSCs 成骨、成脂分化后 Caspase-3/Bcl-2 的影响[J]. 中成药, 2017, 39(10): 2004-2008.
- [11] 李凌汉, 麦培根, 陈宝红. 右归丸对原发性骨质疏松症患者骨密度、骨代谢及脆性骨折发生率的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2017, 26(19): 2088-2090.
- [12] 雷宁波, 彭冉东, 邓强, 等. 依降钙素联合损伤胶囊对骨质疏松性椎体压缩骨折 PKP 术后早期临床疗效观察[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2017, 25(5): 9-12.
- [13] 张添昊, 任艳玲, 艾思羽, 等. 左归丸和右归丸对去卵巢大鼠股骨骨髓 PPAR $\gamma$ 、C/EBP $\beta$ 、C/EBP $\alpha$  蛋白表达的影响[J]. 中医杂志, 2017, 58(6): 511-515.
- [14] 王君化. HER2 和  $\beta$ -catenin 在食管癌中表达的临床病理意义[J]. 中南医学科学杂志, 2016, 44(5): 531-535.
- [15] 张哲, 徐秀娟, 刘欣, 等. 老鹳草素通过 Wnt/ $\beta$ -catenin 信号通路影响小鼠骨髓基质干细胞的增殖和成骨分化[J]. 中华中医药学刊, 2017, 35(1): 215-218.
- [16] 韦国雨, 陈清雄, 唐永亮, 等. 基于 Wnt- $\beta$ -catenin 信号调控 BMP-2 表达探讨当归四逆汤防治类风湿性关节炎临床研究[J]. 中华中医药学刊, 2017, 35(1): 243-246.
- [17] 刘兴振, 范洁, 李甲, 等. 骨关节炎关节软骨自然退变过程中 Dvl2 及  $\beta$ -catenin 表达变化[J]. 中国现代应用药学, 2016, 33(11): 1355-1358.

(收稿日期: 2017-12-15)