

## · 基础研究 ·

抗骨质疏松药物对双足鼠脊柱侧弯模型的影响<sup>△</sup>朱旭<sup>a</sup>, 马雄辉<sup>b</sup>, 代杰<sup>a</sup>, 哇江涛<sup>a</sup>, 阿不都乃比·艾力<sup>a</sup>, 马原<sup>a\*</sup>, 田慧中<sup>a</sup>, 马俊毅<sup>a</sup>, 李栎<sup>a</sup>

(新疆医科大学第六附属医院 a 脊柱外科; b 超声科, 新疆乌鲁木齐 830002)

**摘要:** [目的] 探讨阿仑膦酸钠 (alendronate, AL) 和特立帕肽 (teriparatide, TPTD) 对双足鼠脊柱侧弯进展的作用。[方法] 将 45 只 C57BL/6J 雌性 4 周龄小鼠行双前肢和尾离断, 建立双足鼠脊柱侧弯模型, 随机分为 3 组, 每组 15 只。对照组、AL 组和 TPTD 组, 分别给予生理盐水、AL 和 TPTD, 连续 12 周。行影像和骨密度 (bone mineral density, BMD) 检测。[结果] 随时间推移, 三组动物 Cobb 角均显著增加 ( $P < 0.05$ )。术后 8 周和 12 周, 脊柱侧弯 Cobb 角由大至小依次为: 对照组 > AL 组 > TPTD 组, 总体差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 两两比较, 对照组的 Cobb 角显著大于 AL 组和 TPTD 组 ( $P < 0.05$ ), 而 AL 组与 TPTD 组间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。随时间推移, 三组动物 BMD 均显著增加 ( $P < 0.05$ )。术后 4、8 和 12 周 BMD 值由低至高均为: 对照组 < AL 组 < TPTD 组, 总体差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。两两比较方面, 对照组的 BMD 与 AL 组和 TPTD 组的差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 而 AL 组与 TPTD 组间的 BMD 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。[结论] 在双足鼠脊柱侧弯模型早期给予 AL 和 TPTD 可有效减小小鼠脊柱侧弯 Cobb 角, 同时增加生长期小鼠脊柱 BMD 值。

**关键词:** 脊柱侧弯模型, 双足鼠, 阿仑膦酸钠, 特立帕肽

**中图分类号:** R682.3      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 11-1007-05

**Effect of two anti-osteoporosis drugs on scoliosis progression in bipedal mice** // ZHU Xu<sup>a</sup>, MA Xiong-hui<sup>b</sup>, DAI Jie<sup>a</sup>, SUI Jiang-tao<sup>a</sup>, Abudunaibi Aili<sup>a</sup>, MA Yuan<sup>a</sup>, TIAN Hui-zhong<sup>a</sup>, MA Jun-yi<sup>a</sup>, LI Li<sup>a</sup>. a. Department of Spinal Surgery; b. Department of Ultrasonography, The Sixth Affiliated Hospital, Xinjiang Medical University, Urumqi 830002, China

**Abstract:** [Objective] To observe the effects of alendronate (AL) and teriparatide (TPTD) on scoliosis progression in bipedal mice. [Methods] Forty-five 4-week-old female C57BL/6J mice received bilateral forelimb amputation to establish a scoliosis model of bipedal mice. The animals were randomly divided into 3 groups with 15 mice in each group, including the control group, AL group and TPTD group, which were given normal saline, AL and TPTD respectively for 12 weeks. The imaging check and bone mineral density (BMD) assay were conducted. [Results] The Cobb angle increased significantly over time in all the 3 groups ( $P < 0.05$ ). At 8 and 12 weeks after amputation, the Cobb angle of scoliosis was ranked in descending order of control group > AL group > TPTD group with statistically significant overall difference ( $P > 0.05$ ), which in the control group was significantly higher than that of AL group and TPTD group ( $P < 0.05$ ), whereas there was no significant difference between AL group and TPTD group ( $P > 0.05$ ). In addition, the BMD significantly increased over time in all three groups ( $P < 0.05$ ), which ranked from low to high at 4, 8 and 12 weeks after amputation were as follows: control group < AL group < TPTD group, with statistically significant overall difference ( $P < 0.05$ ). In term of pairwise comparison, the control group had significantly lower BMD than the AL and TPTD groups ( $P < 0.05$ ), whereas there was no significant difference in BMD between AL group and TPTD group ( $P > 0.05$ ). [Conclusion] Early administration of AL and TPTD in bipedal mice scoliosis model can effectively reduce Cobb angle and increase spinal BMD in growing mice.

**Key words:** scoliosis model, bipedal mice, alendronate sodium, teriparatide

特发性脊柱侧弯 (idiopathic scoliosis, IS) 是一种病因不明的冠状面、矢状面并伴有轴状面旋转的三维立体复杂脊柱畸形, 该病的发病机制、侧弯进展因素尚不明确, 治疗极具挑战。如何进一步探讨其发病机

制及侧弯进展因素是目前该领域亟待解决的难题。近年来随着学者们对小鼠 IS 模型的不断探索 (常见的方法有: 拴系法、药物法、应力失衡法等), 形成了多种造模方式且某些模型优势明显<sup>[1-3]</sup>, 双足鼠法为

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.11.10

<sup>△</sup>基金项目:新疆维吾尔自治区卫生健康青年医学科技人才专项科研项目(编号:WJWY-202141)

作者简介:朱旭,医学硕士,主治医师,研究方向:脊柱畸形矫正,(电话)13639943780,(电子信箱)1002786651@qq.com

\* 通信作者:马原,(电话)0991-2655873,(电子信箱)xjjgyymy@126.com

研究 IS 进展相关因素提供了较好的平台。

研究显示, IS 患者存在全身持续性骨密度 (bone mineral density, BMD) 降低, 同时低 BMD 与 IS 的进展相关, 提示低骨量可能是侧弯进展的危险因素之一<sup>[4, 5]</sup>。与此同时, AL、TPTD 已大量应用于骨质疏松的治疗, 其主要药理作用为抑制骨吸收, 改善骨强度及增加骨量<sup>[6, 7]</sup>, 通过分析两种抗骨质疏松药物干预双足鼠生长期脊柱侧弯的进展过程, 以期明确药物是如何影响侧弯的进展。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验动物与材料

选取 3 周龄 C57BL/6J 雌性小鼠 45 只 (由新疆医科大学动物实验中心提供), 在饮食水, 环境温度 22℃~24℃, 湿度约 55%, 12 h 昼夜照明节律环境下适应性饲养 1 周。于 4 周龄开始实验, 此时小鼠处于幼年期, 其生长潜力较好、手术耐受力好。首先采用 2% 戊巴比妥 (100 mg/kg) 腹腔注射全麻, 拍摄小鼠全脊柱正位 X 线片确认无脊柱侧弯及其他类型脊柱畸形。随机将动物分为三组, 每组 15 只, 分别为对照组、AL 组和 TPTD 组。

### 1.2 脊柱侧弯模型建立

术前切口周围备皮, 2% 戊巴比妥 (100 mg/kg) 腹腔注射麻醉。俯卧位, 于双侧孟肱关节近端缝扎前肢组织, 远端做环形切口, 游离皮下组织, 缝扎前肢主要动脉和神经, 离断双侧前肢, 检查并彻底缝扎活动性出血, 逐层缝合切口。同时选择小鼠骶尾根部缝扎后, 离断尾部, 缝合切口。

术后各组均采用皮下注射庆大霉素 2.5 mg/kg (1 万单位 10 mg), 肌注, 1 次/d, 连续 3 d 预防切口感染。各组均采用特制的高笼饲养小鼠, 将饮食、水槽放置高度不低于小鼠肩关节水平以保证其直立状态下活动。定期观察小鼠的饮食、活动等一般情况及站立时脊柱侧弯情况。每周称重调整药物剂量。

### 1.3 药物干预

对照组: 模型建立术后, 腹部皮下注射生理盐水 1 ml, 每周 1 次, 连续 12 周。

AL 组: 术后给予阿仑膦酸钠 (福善美、杭州默沙东公司) 混悬液 5 mg/kg 灌胃, 每周 1 次, 连续给药 12 周。

TPTD 组: 术后给予 TPTD (珍固、上海联合赛尔公司), 术后第 2 d 开始每隔一日于腹部皮下注射, 剂量为每天 20 μg/kg, 连续 12 周。

### 1.4 检测方法

#### 1.4.1 全脊柱 X 线测量 Cobb 角测量

于术后 4、8、12 周, 2% 戊巴比妥腹腔麻醉 (100 mg/kg), 将动物置于俯卧位, 拍摄脊柱全长正侧位 X 线片, 由两名观察者独立测量脊柱冠状位 Cobb 角, 取平均值。当 Cobb 角  $\geq 10^\circ$  可诊断为脊柱侧弯。评估模型小鼠脊柱侧弯的发生和进展情况。

#### 1.4.2 BMD 测量

分别于术前、术后 4、8、12 周行 BMD 测量。测量前腹腔内注射 2% 戊巴比妥 (100 mg/kg) 麻醉, 采用美国 Lunar 公司 DPXL 双能 X 线 BMD 仪小动物测量模块对小鼠进行测量。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计软件对数据进行统计分析, 资料呈正态分布时, 采用单因素方差分析, 两两比较采用 LSD 法。资料呈非正态分布时, 组间比较采用 *Kruskal-Wallis H* 检验, 两两比较采用 *Mann-Whitney U* 检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 *Fisher* 精确检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 术后动物一般情况

手术后所有小鼠均逐渐恢复饮食、饮水, 切口处有少许渗血给予碘伏清洁换药敷料包扎, 各组均未出现严重术后并发症, 三组小鼠经离断双上肢与尾部, 术后均能保持双足直立行走, 证明双足直立鼠模型构建成功。

### 2.2 脊柱 Cobb 角测量结果

三组小鼠全脊柱 X 线前后位影像见图 1, 可见术后 4 周对照组并未出现显著脊柱侧弯, 而术后 12 周对照组出现明显脊柱侧弯。相比之下, 术后 4 周 AL 组和 TPTD 组未见脊柱侧弯, 而术后 12 周 AL 组和 TPTD 组仅出现较轻微脊柱侧弯畸形。

按 Cobb 角  $\geq 10^\circ$  确定为脊柱侧弯的标准, 术后 12 周脊柱侧弯发生率对照组为 86.67% (13/15), AL 组为 93.33% (14/15), TPTD 组为 86.67% (13/15), 三组间脊柱侧弯发生率的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

术后 4 周、8 周及 12 周脊柱侧弯 Cobb 角测量结果见表 1。随时间推移, 三组动物 Cobb 角均显著增加 ( $P < 0.05$ )。术后 4 周, 三组间 Cobb 角的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。而术后 8 周和 12 周, 脊柱侧弯 Cobb 角由大至小依次为: 对照组  $>$  AL 组  $>$

TPTD 组，总体差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )；两两比较，对照组的 Cobb 角显著大于 AL 组和 TPTD 组

( $P<0.05$ )，而 AL 组与 TPTD 组间差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

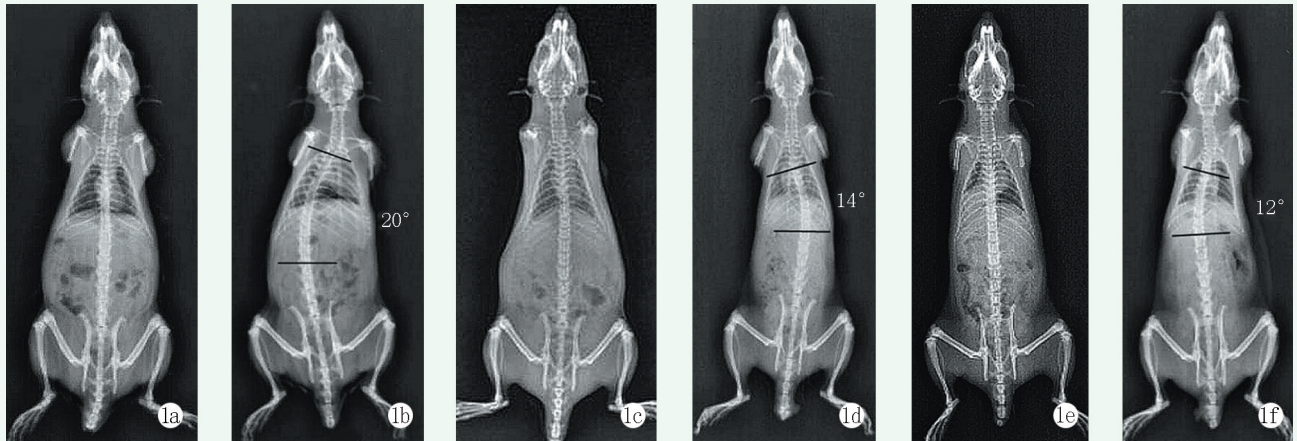


图 1 全脊柱 X 线前后位影像 1a: 对照组术后 4 周，脊柱侧弯畸形不明显 1b: 对照组术后 12 周，可见显著脊柱侧弯畸形 1c: AL 组术后 4 周，无明显脊柱侧弯畸形 1d: AL 组术后 12 周，可见轻度脊柱侧弯畸形 1e: TDTP 组术后 4 周，未见脊柱侧弯畸形 1f: TDTP 组术后 12 周，可见轻度脊柱侧弯畸形

表 1 三组动物脊柱侧弯 Cobb 角测量结果 ( $^{\circ}$ ,  $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

| 时间点     | 对照组 (n=15) | AL 组 (n=15) | TPTD 组 (n=15) | P 值    |
|---------|------------|-------------|---------------|--------|
| 术后 4 周  | 17.90±4.48 | 15.04±3.25  | 15.19±3.01    | 0.563  |
| 术后 8 周  | 28.60±6.63 | 23.00±4.50  | 22.59±4.76    | <0.001 |
| 术后 12 周 | 36.74±3.28 | 26.20±3.06  | 25.67±5.08    | <0.001 |
| P 值     | <0.001     | <0.001      | <0.001        |        |

### 2.3 BMD 检测结果

三组动物 BMD 检测结果见表 2。随时间推移，三组动物 BMD 均显著增加 ( $P<0.05$ )。术前各组小鼠腰椎 BMD 值差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。术后 4、8、12 周 BMD 值由低至高均为：对照组 <AL 组

<TPTD 组，总体差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。两两比较，对照组的 BMD 与 AL 组和 TPTD 组的差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )，而 AL 组与 TPTD 组间的 BMD 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

表 2 三组不同时间 BMD 测量结果 ( $g/cm^3$ ,  $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

| 时间点     | 对照组 (n=15) | AL 组 (n=15) | TPTD 组 (n=15) | P 值    |
|---------|------------|-------------|---------------|--------|
| 术前      | 49.12±4.15 | 48.93±4.86  | 47.33±4.86    | 0.897  |
| 术后 4 周  | 58.92±7.73 | 74.40±5.67  | 79.93±6.11    | <0.001 |
| 术后 8 周  | 67.51±7.17 | 102.46±8.27 | 102.86±7.69   | <0.001 |
| 术后 12 周 | 71.51±6.00 | 147.00±9.76 | 148.80±8.48   | <0.001 |
| P 值     | <0.001     | <0.001      | <0.001        |        |

## 3 讨论

IS 的病因及进展因素不明造成其防治难度较大。大量研究报道，通过动物实验已能够成功构造愈发接近人群属性的脊柱侧弯模型，国内较早有学者通过对比双足直立鼠和拴系法（同侧、对侧的比较）均获得了较高的侧弯发生率<sup>[8]</sup>。Chen 等<sup>[8]</sup>通

过破坏小鼠胸椎的软骨生长板制造不对称应力从而获得了比在双足直立鼠基础上更高的脊柱侧弯发生率。李洁及 Bas 等<sup>[10, 11]</sup>进一步验证了通过将 C57BL/6j 小鼠的双上肢及尾部截除诱导出小鼠直立体态，使小鼠与人类的体态差异问题得到解决并且成功获取了小鼠脊柱侧弯畸形，从而进一步论证了该模型的有效性。本研究亦利用 C57BL/6J 幼龄双足直立雌性小鼠具有较高的侧弯诱导率的特点，构建

了脊柱侧弯小鼠模型(56/60, 诱导率为93.3%)。同时对照组 Cobb 角术后8、12周显著大于其余两组, 而AL组与TPTD组两两比较差异无统计学意义, 提示本研究中两种药物的干预均有缓解小鼠侧弯进展的作用, 至于两种药物之间的无显著性差异的原因需要进一步探讨。

自 Burner 等<sup>[12]</sup>首次报道 IS 存在持续性低骨量或低 BMD 以来, 已有多位学者证实了该观点<sup>[13, 14]</sup>, 但具体机制仍需进一步论证。Dede 等<sup>[15]</sup>研究提示骨量减低可能是侧弯进展的重要因素。Aota 等<sup>[16]</sup>通过检测 IS 患者骨形成与骨吸收的相应指标, 结果提示 65.9% 的 AIS 患者的骨吸收指标较高, 骨代谢中较高的骨吸收可能是 AIS 患者 BMD 低的一个原因。Wang 等<sup>[14]</sup>对比研究了骨量减少型和非骨量减少型 AIS 与正常对照组相比, 均有出现较低的骨矿状态和异常的骨形态计量学等指标, 潜在的可能机制与异常脊柱骨骼重塑有关。有学者指出, 低骨量可能是侧弯进展的危险因素之一<sup>[17, 18]</sup>, 这也是本研究的焦点。

药物治疗骨质疏松仍是有效方式, AL 为第二代双膦酸盐其主要是通过抑制破骨细胞的活性、诱导破骨细胞凋亡及加速成骨细胞的分化、成熟来发挥作用<sup>[19]</sup>。同时 TPTD 是国际上第一个批准上市的治疗多种类型骨质疏松症的合成代谢药物<sup>[22]</sup>。Hironori 等<sup>[21]</sup>通过给予双足鼠注射米诺磷酸盐, 能显著降低侧弯 Cobb 角、增加 BMD, 结果进一步提示该药物可能是阻止侧弯进展环节中的一种抑制剂。Sugiura 等<sup>[22]</sup>建立鼠腰椎后路融合术模型, 术后腹腔间断给予 TPTD 6 周, 结果提示实验组具有更快腰椎骨骼重塑功能以及更高的植骨融合率。何立江等<sup>[23]</sup>通过利塞膦酸钠对去势骨质疏松模型大鼠股骨骨折愈合的影响, 提示越早使用该药物越能减少骨量丢失并促进骨折愈合。上述研究均论证了双膦酸盐和 TPTD 在改善骨质疏松, 增强骨量上的重要作用。本研究中三组小鼠自术前至术后 12 周的 BMD 值的变化详见上述结果, 其中 AL 组与 TPTD 组 BMD 自术后 4 周起就显著大于对照组, 结合术后 Cobb 角的变化提示改善小鼠全身 BMD 可能对于缓解侧弯进展具有重要作用。

本研究尚有不足之处: 实验样本量较小, 故研究结果存在一定偏移; 因小鼠生长期为 3~12 周左右故本研究最终数据截止到术后 12 周, 可能存在少数小鼠的生长期与实验周期不吻合造成结果偏差; 本研究选取了脊柱侧弯 Cobb 角、BMD 作为主要评估指标, 但并没有提及如: 检测实验动物骨骼的 micro-CT 用

于测量侧弯椎体骨微结构的参数, 作者将在后续的研究中继续完善, 以期实验结果更具可信度。

综上所述, 本研究在构建双足鼠脊柱侧弯模型基础上给予生长期小鼠 TPTD 和 AL, 结果提示单独使用这两种药物均能改善侧弯进展并增加小鼠 BMD。

#### 参考文献

- [1] 吴涛, 朱泽章, 刘军, 等. 双足直立诱导低褪黑素水平雌性小鼠脊柱侧弯模型的观察 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24 (4): 350-354.
- [2] Bobyn JD, Little DG, Gray R, et al. Animal models of scoliosis [J]. J Orthop Res, 2015, 33 (4): 458-467.
- [3] Barrios C, Lloris JM, Alonso J, et al. Novel porcine experimental model of severe progressive thoracic scoliosis with compensatory curves induced by interpedicular bent rigid temporary tetherings [J]. J Orthop Res, 2018, 36 (1): 174-182.
- [4] Wang WJ, Sun C, Liu Z, et al. Transcription factor Runx2 in the low bone mineral density of girls with adolescent idiopathic scoliosis [J]. Orthop Surg, 2014, 6 (1): 8-14.
- [5] Yu WS, Chan KY, Yu FW, et al. Abnormal bone quality versus low bone mineral density in adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study with in vivo high-resolution peripheral quantitative computed tomography [J]. Spine J, 2013, 13 (11): 1493-1499.
- [6] 荆楠, 刘力畅, 野炳钊, 等. 阿仑膦酸钠对绝经后骨质疏松合并骨关节炎患者骨强度的影响 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2021, 27 (1): 119-122.
- [7] Ushirozako H, Hasegawa T, Ebata S, et al. Weekly teriparatide administration and preoperative anterior slippage of the cranial vertebra next to fusion segment <2 mm promote osseous union after posterior lumbar interbody fusion [J]. Spine, 2019, 44(5): E288-E297.
- [8] Chen B, Tan Q, Chen H, et al. Imbalanced development of anterior and posterior thorax is a causative factor triggering scoliosis [J]. J Orthop Transl, 2019, 17 (1): 103-111.
- [9] 刘立峰, 朱悦, 韩秀鑫, 等. 双足鼠对侧拴系脊柱侧弯模型的建立 [J]. 中华骨科杂志, 2010, 30 (10): 985-990.
- [10] 李洁, 李娜, 陈家瑜, 等. 应用肝素建立老龄双足小鼠退变性脊柱侧弯模型 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26 (17): 1605-1608.
- [11] Bas CE, Akel I, Demirkiran HG, et al. the radiological analysis of the effects of raloxifene, nitric-oxide and estrogen on scoliosis: a bipedal C57BL6 mice model [J]. J Turkish Spinal Surg, 2020, 31 (4): 201-207.
- [12] Burner WL 3rd, Badger VM, Sherman FC. Osteoporosis and acquired back deformities [J]. J Pediatr Orthop, 1982, 2 (4): 383-385.
- [13] Lee WT, Cheung CS, Tse YK, et al. Generalized low bone mass of girls with adolescent idiopathic scoliosis is related to inadequate calcium intake and weight bearing physical activity in peripubertal period [J]. Osteoporos Int, 2005, 16 (9): 1024-1035.
- [14] Wang ZW, Lee YW, Lam TP, et al. Defining the bone morphome-

- try, micro-architecture and volumetric density profile in osteopenic vs non-osteopenic adolescent idiopathic scoliosis [J]. Eur Spine J, 2016, 26 (6): 1589-1594.
- [15] Dede O, Akel I, Demirkiran G, et al. Is decreased bone mineral density associated with development of scoliosis? A bipedal osteopenic rat model [J]. Scoliosis, 2011, 6 (1): 1-8.
- [16] Aota Y, Ishida K, Tanabe N, et al. Relationship between bone density and bone metabolism in adolescent idiopathic scoliosis (AIS) [J]. Scoliosis, 2013, 8 (4): 24.
- [17] Hung VW, Qin L, Cheung CS, et al. Osteopenia: a new prognostic factor of curve progression in adolescent idiopathic scoliosis [J]. J Bone Joint Surg Am, 2005, 87 (12): 2709-2716.
- [18] Lee WT, Cheung CS, Tse YK, et al. Association of osteopenia with curve severity in adolescent idiopathic scoliosis: a study of 919 girls [J]. Osteoporos Int, 2005, 16 (9): 1924-1932.
- [19] 柯呈辉, 何立江, 吴文华. 双磷酸盐防治骨质疏松性骨折的研究进展 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2019, 25 (6): 870-874.
- [20] Liu Y, Levack AE, Marty E, et al. Anabolic agents: what is beyond osteoporosis [J]. Osteoporosis Int, 2018, 29 (5): 1009-1022.
- [21] Hironori T, Yoichi A, Yasuteru Y, et al. Minodronate treatment improves low bone mass and reduces progressive thoracic scoliosis in a mouse model of adolescent idiopathic scoliosis [J]. PloS One, 2018, 13 (8): e0202165.
- [22] Sugiura T, Kashii M, Matsuo Y, et al. Intermittent administration of teriparatide enhances graft bone healing and accelerates spinal fusion in rats with glucocorticoid-induced osteoporosis [J]. Spine J, 2015, 15 (2): 298-306.
- [23] 何立江, 黄杰苗, 吴俊哲, 等. 利塞膦酸钠对去势大鼠骨折愈合的影响 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (15): 1396-1400.
- (收稿:2021-09-01 修回:2022-03-22)  
(同行评议专家: 西永明)  
(本文编辑: 宁 桦)

## 读者·作者·编者

### 本刊关于投稿时附加相关文件的通知

为了保证学术期刊的严肃性和科学性,维护学术诚信,杜绝学术不端,落实合理医疗及相关医疗规章制度;同时,也为了提高本刊来稿审评效率,缩短审稿周期,使优质稿件尽快发表。自即日起,凡向本刊投稿者,除上传稿件、图片文件外,所有来稿必须在本刊投稿系统中上传以下2个基本附加文件:

(1) 单位介绍信:证明稿件内容是真实的,为本单位人员撰写,作者署名无争议,无一稿两投,单位介绍信需加盖单位公章。

(2) 学术诚信承诺书:由第一作者或通讯作者撰写,承诺稿件内容为自己的工作,并由本人撰写,不存在由第三方代写、代投行为;无剽窃、抄袭他人学术成果;无伪造、篡改实验数据;无编造数据资料等其他学术不端行为,无不当署名等情况;承诺研究数据及结果真实、可靠,为作者原创。

此外,以下情况还需补充以下相关文件。

(1) 导师推荐信:研究生工作期间撰写的稿件必需附导师推荐信,并由导师任通讯作者。简要介绍学生和稿件撰写情况,以及推荐理由。推荐人亲笔签名,并注明单位、职称、联系方式。

(2) 上级医师推荐信:医师、主治医师撰写涉及上一级资质的手术或其他诊疗内容,必须附上上级医生推荐信,并由上级医生任通讯作者。推荐信说明资料的真实性和推荐理由。推荐人亲笔签名,并注明单位、职称、联系方式。

(3) 基金证明:凡文稿内容有基金资助的,包括国际、国家、省、市、县,以及系统、企业、本单位的各类科研基金,除在文稿首页下脚注明基金项目名称和编号外,请务必上传能够证明基金的批准证书或文件复印件。

(4) 同行专家推荐信:如文稿附加2名同行专家推荐信,可显著加快稿件处理进程。专家需具备副高以上职称,推荐信对文稿内容的科学性、创新性、实用性、可读性做出评价。推荐人亲笔签名,并注明单位、职称、联系方式。

以上文件的参考样式请前往本刊远程投稿系统(<http://jxwk.ijournal.cn>) 首页下载专区下载。需制成JPG或PDF文件,上传至本刊投稿系统,或将原件快递至本刊编辑部。必备文件齐全后,本刊方对稿件进行处理。

中国矫形外科杂志编辑部

2021年5月11日