

# 骨质疏松性椎体压缩性骨折患者血清 N-MID 和尿液 DPD 水平与椎体愈合程度的相关性研究

朱超<sup>1</sup>, 茹平<sup>2</sup>, 罗文强<sup>3</sup>

(1. 陕西中医药大学附属医院骨三科, 陕西咸阳 712000; 2. 西安市第八医院检验科, 西安 710061; 3. 咸阳市中心医院检验科, 陕西咸阳 712000)

**摘要:** 目的 探讨血清骨钙素 N 端中分子片段 (N-terminal middle molecular fragment of osteocalcin, N-MID) 和尿液脱氧吡啶酚 (deoxy pyridinoline, DPD) 水平与骨质疏松性椎体压缩性骨折 (osteoporotic vertebral compressibility fracture, OVCF) 患者椎体愈合程度的相关性。方法 收集 2015 年 1 月~2019 年 1 月期间在陕西中医药大学附属医院接受经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 治疗的 250 例 OVCF 患者的临床资料进行回顾性分析。依据 PVP 术后患者椎体愈合状况分为愈合组 (230 例) 和延迟组 (20 例)。尿液 DPD 和血清 N-MID 水平采用酶联免疫吸附法检测; 采用双能 X 线骨密度仪检测患者的骨密度 (bone mineral density, BMD) 值, 同时测定两组患者术后 12 周的视觉模拟 (visual analogue scale, VAS) 评分, 伤椎高度恢复率与后凸畸形角 (cobb angle, Cobb 角), 比较分析以上指标的变化与 OVCF 术后椎体愈合程度相关性。结果 在愈合组和延迟组中, 血清 N-MID (ng/ml) 和尿液 DPD (nmol/ml) 水平分别为  $45.21 \pm 9.76$ ,  $28.25 \pm 6.71$  和  $423.96 \pm 37.28$ ,  $623.62 \pm 51.20$ 。与愈合组比较, 延迟组的 DPD 水平均明显增高, 而 N-MID 水平则明显降低 ( $t=36.18 \sim 53.16$ , 均  $P=0.00$ )。在愈合组和延迟组中, Cobb 角 ( $^{\circ}$ ), BMD 值, 伤椎高度恢复率 (%) 及 VAS 评分 (分) 分别为  $10.05 \pm 1.97$  vs  $15.23 \pm 2.26$ ;  $-2.69 \pm 0.12$  vs  $-3.17 \pm 0.15$ ;  $57.21 \pm 6.92$  vs  $67.89 \pm 8.23$ ;  $2.59 \pm 0.46$  vs  $3.35 \pm 0.53$ , 与愈合组比较, 延迟组的 Cobb 角、伤椎高度恢复率及 VAS 评分均明显增高, 而术前 BMD 水平则明显降低 ( $t=26.35 \sim 89.29$ , 均  $P=0.00$ )。相关性分析显示, 在延迟组和愈合组中, DPD 和 N-MID 水平具有负相关性 ( $r=-0.813, -0.792, P$  均  $<0.01$ )。在延迟组和愈合组中, DPD 分别与 Cobb 角、伤椎高度恢复率及 VAS 评分有正相关性, 而与 BMD 值有负相关性 ( $r_{\text{延迟组}}=0.819, 0.829, 0.806, -0.799$ , 均  $P<0.01$ ;  $r_{\text{愈合组}}=0.783, 0.813, 0.795, -0.767$ , 均  $P<0.01$ )。在延迟组和愈合组中, N-MID 分别与 Cobb 角、伤椎高度恢复率及 VAS 评分有负相关性, 而与 BMD 值有正相关性 ( $r_{\text{延迟组}}=-0.833, -0.852, -0.821, 0.815$ , 均  $P<0.01$ ;  $r_{\text{愈合组}}=-0.816, -0.843, -0.807, 0.803$ , 均  $P<0.01$ )。结论 N-MID 和 DPD 与 OVCF 患者椎体的愈合程度有关, 检测血清 N-MID 和尿液 DPD 水平可以评价 OVCF 患者的伤椎恢复状况。

**关键词:** 骨质疏松性椎体压缩性骨折; 椎体愈合; 椎体延迟愈合; 骨密度; 骨钙素 N 端中分子片段; 脱氧吡啶酚  
中图分类号: R683; R446.11 文献标识码: A 文章编号: 1671-7414 (2020) 04-130-04

doi:10.3969/j.issn.1671-7414.2020.04.033

## Correlation between the Levels of Serum N-MID, Urine DPD and the Degree of Vertebral Union in Osteoporotic Vertebral Compression Fracture

ZHU Chao<sup>1</sup>, RU Ping<sup>2</sup>, LUO Wen-qiang<sup>3</sup>

(1. Third Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Shaanxi University of Traditional Chinese Medicine, Shaanxi Xianyang 712000, China; 2. Department of Laboratory Medicine, the Eighth Hospital of Xi'an, Xi'an 710061, China; 3. Department of Clinical Laboratory, the Central Hospital of Xianyang, Shaanxi Xianyang 712000, China)

**Abstract: Objective** To investigate the correlation between the levels of serum N-terminal molecular fragment of osteocalcin (N-MID) and urinary deoxy pyridinoline (DPD) and the degree of vertebral union for the patients with osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF). **Methods** The clinical data of 250 OVCF patients who were treated with PVP in the Affiliated Hospital of Traditional Chinese Medicine University of Shaanxi from January 2016 to January 2019 were analyzed retrospectively. According to the condition of vertebral union after PVP, the patients were divided into two groups: healing group (230 cases) and delayed group (20 cases). The levels of urine DPD and serum N-MID were detected by enzyme-linked immunosorbent assay and bone mineral density (BMD) was detected by dual energy X-ray bone densitometer. The visual analogue score (VAS score), recovery rate of injured vertebra height and Cobb angle were measured at 12 weeks after operation. The correlation between the changes of the above indexes and the

作者简介: 朱超 (1975-), 男, 硕士研究生, 副主任医师, 研究方向: 脊柱疾病的诊断与治疗, E-mail: 280310216@qq.com。

通讯作者: 罗文强 (1978-), 男, 本科学历, 主管检验师, 研究方向: 脊柱疾病的实验室诊断, E-mail: 3383418063@qq.com。

degree of vertebral union of OVCF was analyzed. **Results** The levels of serum N-MID (ng/ml) and urine DDP (nmol/ml) were  $45.21 \pm 9.76$  and  $28.25 \pm 6.71$ ,  $423.96 \pm 37.28$  and  $623.62 \pm 51.20$  in the healing group and the delayed group, respectively. Compared with the healing group, the DPD level in the delayed group was significantly higher, while the N-MID level was significantly lower ( $t=36.18-53.16$ ,  $P=0.000$ ). In the healing group and the delayed group, the Cobb angle ( $^{\circ}$ ), BMD values, the recovery rate (%), the recovery rate of the injured vertebra height and VAS score(point) in the delayed group were  $10.05 \pm 1.97$  vs  $15.23 \pm 2.26$ ;  $-2.69 \pm 0.12$  vs  $-3.17 \pm 0.15$ ;  $57.21 \pm 6.92$  vs  $67.89 \pm 8.23$ ;  $2.59 \pm 0.46$  vs  $3.35 \pm 0.53$ , respectively. Compared with the healing group, the Cobb angle, the recovery rate of the injured vertebra height and VAS score in the delayed group were significantly higher, while the preoperative BMD level was significantly lower ( $t=26.35-89.29$ , all  $P=0.000$ ). The correlation analysis showed that the levels of DPD and N-MID were negatively correlated ( $r=-0.813, -0.792$ , all  $P<0.01$ ) in the delayed group and the healing group. DPD was positively correlated with Cobb angle, vertebral height recovery rate and VAS score, respectively, and was negatively correlated with BMD values ( $r_{\text{delayed group}}=0.819, 0.829, 0.806, -0.799$ ,  $P<0.01$ ;  $r_{\text{healing group}}=0.783, 0.813, 0.795, -0.767$ , all  $P<0.01$ ). In delayed group and healing group, N-MID was negatively correlated with Cobb angle, recovery rate of injured vertebra height and VAS score respectively, and was positively correlated with BMD values ( $r_{\text{delayed group}}=-0.833, -0.852, -0.821, 0.815$ , all  $P<0.01$ ;  $r_{\text{healing group}}=-0.816, -0.843, -0.807, 0.803$ , all  $P<0.01$ ). **Conclusion** N-MID and DDP were related to the degree of vertebral Union in OVCF patients. The levels of serum N-MID and urine DDP can be used to evaluate the recovery status of injured vertebrae in OVCF patients.

**Keywords:** osteoporotic vertebral compression fracture; vertebral union; vertebral delayed union; bone mineral density; N-terminal fragment of osteocalcin; deoxypyridinol

骨质疏松性椎体压缩性骨折 (osteoporotic vertebral compressibility fracture, OVCF) 常引起慢性顽固性腰背痛、脊柱后凸畸形等并发症<sup>[1]</sup>。OVCF 患者术后的症状改善及伤椎恢复状况成为临床上关注的焦点。近年来的研究表明尿液脱氧吡啶酚 (deoxy pyridinoline, DPD) 和血清骨钙素 N 端中分子片段 (N-terminal middle molecular fragment of osteocalcin, N-MID) 水平的变化与骨折术后的愈合程度有关<sup>[2-3]</sup>。本研究选择 2015 年 1 月~2019 年 1 月期间在陕西中医药大学附属医院接受经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 治疗的 250 例 OVCF 患者作为研究对象, 检测其尿液 DPD 和血清 N-MID 水平, 探讨两指标在评价 OVCF 患者椎体愈合程度中的临床意义。现将结果报道如下:

## 1 材料与方法

**1 研究对象** 收集 2015 年 1 月~2019 年 1 月期间在陕西中医药大学附属医院接受 PVP 治疗的 250 例 OVCF 患者的临床资料进行回顾性分析。依据患者 PVP 术后椎体愈合状况分为愈合组和延迟组, 愈合组 230 例患者, 男性 68 例, 女性 162 例, 平均年龄  $69.19 \pm 9.37$  岁。延迟组 20 例患者, 男性 7 例, 女性 13 例, 平均年龄  $68.23 \pm 8.91$  岁。两组患者的性别和年龄比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。纳入标准: 所有患者经过 X 线, MRI 等检查, 均为单一椎体压缩性骨折, 且无脊髓受压情况; 骨密度值  $\leq -2.5$ ; 椎体后壁完整, 无 PVP 手术禁忌证。排除标准: 伤椎数量在 2 个以上者; 既往有椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 或 PVP 手术史者; 伴有椎管内占位或出现脊髓神经症状者; 陈旧

性 OVCF 或病理性骨折; 伴有糖尿病、甲状腺功能异常等疾病。本研究已经陕西中医药大学附属医院、咸阳市中心医院和西安市第八医院医学伦理委员会审批通过, 并得到所有患者的知情和同意。

**1.2 仪器与试剂** DPD 和 N-MID 水平采用酶联免疫吸附法检测, 试剂盒购自美国 RD 公司; 酶标仪购自荷兰雷勃公司。骨密度 (bone mineral density, BMD) 值检测采用 XR-600 数字化快速双能 X 线扫描骨密度仪 (美国 NORLAND), 采用西门子 1.5T Avanto 磁共振对患者进行 MRI 扫描。

**1.3 方法** 所有患者常规行 PVP 手术治疗。术后给予 300 ~ 600 mg/d 钙尔奇 D (碳酸钙 D3 咀嚼片, 惠氏制药有限公司), 温开水送服, 1 次/d, 疗程为 12 个月。

**1.3.1 标本采集:** 所有患者分别于术后 12 周被抽取空腹静脉血 5 ml, 以 3 000 r/min 离心 10 min, 分离血清用于检测 N-MID 水平。收集同期患者的晨尿 5ml 用于检测 DPD 水平。

**1.3.2 OVCF 患者 BMD 值检测<sup>[4]</sup>:** 采用双能 X 线骨密度仪检测患者术前腰椎 L2~4 的 BMD 值。本研究选择 L4 段腰椎 BMD 值进行研究分析。骨质疏松以国内骨密度严重程度分级为依据。骨量正常: T 值为  $-1.0 \sim 1.0$ ; 骨量减少: T 值为  $-2.5 \sim -1.0$ ; 骨质疏松: T 值  $\leq -2.5$ 。

**1.3.3 OVCF 患者椎体愈合指标检测<sup>[5-6]</sup>:** 所有患者接受腰椎侧位 X 线片检查, 在侧位 X 线片上于患椎下位椎体与上位椎体的上和下缘作一与椎体终板平行的直线, 再于此两条线上作其垂线, 二垂直线的夹角即为后凸畸形角 (cobb angle, Cobb 角)。

在患者手术前后的侧位 X 线片上通过比例尺测量最大塌陷部位的椎体高度, 伤椎高度恢复率 = (术后高度 - 术前高度) / (上、下邻椎高度的术后平均值 - 术前平均值)  $\times 100\%$ 。采用视觉模拟 ((visual analogue scale, VAS) 评分评估治疗后的疼痛程度, VAS 评分标准: 总分为 0 ~ 10 分, 0 分为无痛, < 4 分为有轻微的疼痛但能忍受, 4 ~ 6 分为疼痛并影响睡眠但尚能忍受, > 6 分为有强烈的疼痛且疼痛难忍。

1.3.4 OVCF 患者椎体延迟愈合判断标准<sup>[5]</sup>: 患者于术后 12 周接受 X 线和 MRI 检查, 具备以下 3 项中的任意 2 项, 则可判定为骨折延迟愈合: 正、侧位 X 线检查仍提示有骨折线或骨桥缺失; MRI 提示伤椎内未填充骨水泥的区域 T1 加权像为低信号, T2 加权像以及 STIR 序列均为高信号; 术后 3 个月的 VAS 评分较 1 个月时明显升高。

1.4 统计学分析 采用 SPSS21.0 统计软件进行数据处理及统计学分析。呈正态分布的计量资料以均

数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示。DPD, N-MID, Cobb 角, 伤椎高度恢复率, BMD 值及 VAS 评分的组间比较采用 *t* 检验分析。采用多因素 Logistic 回归分析评价 Cobb 角, 伤椎高度恢复率, 骨密度值及 VAS 评分是否为 OVCF 患者 PVP 术后椎体延迟愈合的独立危险因素。相关性分析采用 Pearson 法。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 OVCF 患者椎体愈合状况分析 见表 1。250 例患者术后获得 12 个月随访, 其中 20 例发生椎体延迟愈合。与愈合组比较, 延迟组的 Cobb 角、伤椎高度恢复率及 VAS 评分均明显增高, 而术前 BMD 值则明显降低, 组间比较差异均有统计学意义 (均  $P < 0.01$ )。

2.2 OVCF 患者尿液 DPD 和血清 N-MID 水平分析 见表 1。与愈合组比较, 延迟组的 DPD 水平明显增高, 而 N-MID 水平则明显降低, 组间比较差异均有统计学意义 ( $P < 0.01$ )。

表 1 OVCF 患者椎体愈合状况及尿液 DPD 和血清 N-MID 水平分析 ( $\bar{x} \pm s$ )

检测项目	愈合组 (n=230)	延迟组 (n=20)	<i>t</i>	<i>P</i>
Cobb 角 ( $^{\circ}$ )	10.05 $\pm$ 1.97	15.23 $\pm$ 2.26	37.23	0.000
BMD 值	-2.69 $\pm$ 0.12	-3.17 $\pm$ 0.15	89.29	0.000
伤椎高度恢复率 (%)	57.21 $\pm$ 6.92	67.89 $\pm$ 8.23	26.35	0.000
VAS 评分 (分)	2.59 $\pm$ 0.46	3.35 $\pm$ 0.53	63.87	0.000
DPD (nmol/ml)	423.96 $\pm$ 37.28	623.62 $\pm$ 51.20	36.18	0.000
N-MID (ng/ml)	45.21 $\pm$ 9.76	28.25 $\pm$ 6.71	53.16	0.000

2.3 多因素 Logistic 回归分析 见表 2。骨密度值、伤椎高度恢复率及 VAS 评分为引起 PVP 术后椎体延迟愈合的独立危险因素 ( $P < 0.05$ )。

表 2 多因素 Logistic 回归分析

影响因素	$\beta$	Wald 值	<i>P</i> 值	OR	95% CI
Cobb 角	-0.328	0.371	0.856	0.673	0.438~7.591
BMD 值	1.846	5.107	0.018	6.845	1.362~21.483
伤椎高度恢复率	2.548	11.861	0.001	12.657	3.052~57.284
VAS 评分	2.036	7.269	0.0357	9.751	2.268~39.627

2.4 相关性分析 在延迟组和愈合组中, DPD 和 N-MID 水平具有负相关性 ( $r = -0.813, -0.792$ , 均  $P < 0.01$ )。在延迟组和愈合组中, DPD 分别与 Cobb 角、伤椎高度恢复率及 VAS 评分呈正相关性, 而与 BMD 值呈负相关性 ( $r_{\text{延迟组}} = 0.819, 0.829, 0.806, -0.799$ , 均  $P < 0.01$ ;  $r_{\text{愈合组}} = 0.783, 0.813, 0.795, -0.767$ , 均  $P < 0.01$ )。在延迟组和愈合组中, N-MID 分别与 Cobb 角、伤椎高度恢复率及 VAS 评分呈负相关性, 而与 BMD 值呈正相关性 ( $r_{\text{延迟组}} = -0.833, -0.852, -0.821, 0.815$ , 均  $P < 0.01$ ;  $r_{\text{愈合组}} = -0.816, -0.843, -0.807, 0.803$ , 均  $P < 0.01$ )。

## 3 讨论

有报道认为 OVCF 患者接受 PKP 或 PVP 治疗后可能发生椎体延迟愈合。研究表明, 骨密度是衡量骨质疏松程度的主要指标, 持续的骨质疏松状态是引起椎体延迟愈合的主要原因之一<sup>[5,7]</sup>。邱伟等<sup>[5]</sup>的研究发现 OVCF 患者接受 PKP 术后椎体愈合组的骨密度值明显高于延迟组, 而伤椎高度恢复率、VAS 评分和 Cobb 角均低于延迟组。本研究结果与上述文献的观点相符。本研究进一步分析显示骨密度值、伤椎高度恢复率及 VAS 评分是引起 OVCF 患者 PVP 术后椎体延迟愈合的独立危险因素。



DPD 是存在于骨基质 I 型胶原纤维中的一种吡啶酚,在骨吸收的过程中破骨细胞降解 I 型胶原后释放 DPD 至血液中,并通过肾脏排出体外,因此,尿液中 DPD 水平能有效反映 OVCF 患者的骨吸收状态<sup>[6]</sup>。黄志明等<sup>[3]</sup>对 60 例下肢长干骨折患者的研究显示,患者骨折的前期,破骨细胞活性增强,DPD 水平迅速升高。骨折 8~12 周时成骨细胞活性增强,DPD 水平则出现下降。他们的随访结果发现正常愈合患者骨折 3 个月时的 DPD 水平明显低于延迟愈合组<sup>[3]</sup>。唐永亮等<sup>[8]</sup>的研究发现,OVCF 患者接受 PVP 术后 6 个月后 DPD 水平明显降低。以上表明 DPD 与 OVCF 患者的骨代谢改善有关。本研究与黄志明等的结论相符。本研究进一步分析显示 DPD 水平分别与 BMD 值、Cobb 角、伤椎高度恢复率及 VAS 评分有相关性,提示 DPD 水平的变化可以反映 OVCF 患者椎体的愈合程度。

N-MID 是 N 端中段骨钙素的片断,其水平的变化可以反映骨折患者的骨形成状况<sup>[2]</sup>。研究显示老年髋部骨折患者前 4 周骨吸收过程相对活跃,而在第 7 周时骨形成过程开始活跃,此时 N-MID 水平明显增高<sup>[2]</sup>。研究显示生理性或病理性骨吸收增强时,患者血液中 N-MID 处于较低的水平。临床研究表明,BMD 值与 N-MID 水平有相关性,N-MID 水平在骨量正常组、骨量减少组和骨质疏松组的水平依次增加<sup>[9]</sup>。以上提示 N-MID 水平的变化反映了骨吸收与骨形成的过程,其与 BMD 的关系表明 N-MID 与骨折的愈合程度有关。本研究的分析结果显示,OVCF 患者术后 12 周椎体延迟组 N-MID 水平明显降低,进一步的研究显示 N-MID 水平分别与 BMD 值、Cobb 角、伤椎高度恢复率及 VAS 评分均有相关性,提示 N-MID 可以作为反映 OVCF 术后椎体愈合程度的良好指标。

综上所述,N-MID 和 DDP 与 OVCF 患者的椎体愈合程度有关,检测血清 N-MID 和尿液 DDP 水平可以评价 OVCF 患者的伤椎恢复状况。

#### 参考文献:

- [1] 格日勒,刘鑫,杨鹏,等.经皮椎体成形和经皮椎体后凸成形治疗老年骨质疏松性椎体压缩性骨折的对比[J].中国微创外科杂志,2019,19(12):1084-1087,1111.  
GE Rile, LIU Xin, YANG Peng, et al. Comparison analysis of percutaneous vertebroplasty and percutaneous kyphoplasty for elderly osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery, 2019, 19 (12): 1084-1087, 1111.
- [2] 吴宁.不同性别老年人髋部骨折愈合期骨代谢标志物的变化特征[J].检验医学与临床,2018,15(9):1329-1331.  
WU Ning. Changes of bone metabolism markers in the healing stage of hip fracture in the elderly of different genders [J]. Laboratory Medicine and Clinical, 2018, 15 (9): 1329-1331.
- [3] 黄志明,李松军,赵俊延,等.骨生化标志物的动态检测在预测下肢长骨骨折延迟愈合的临床意义[J].临床医学工程,2016,23(9):1173-1175.  
HUANG Zhiming, LI Songjun, ZHAO Junyan, et al. Clinical significance of bone biochemical markers dynamic testing in predicting the delayed union of long bone fracture of lower limbs[J]. Clinical Medical Engineering, 2016, 23 (9): 1173-1175.
- [4] 武博,朱宏刚.骨质疏松对前路减压椎间融合固定术后相邻节段异位骨化的影响[J].广西医科大学学报,2019,36(3):463-466.  
WU Bo, ZHU Honggang. Effect of osteoporosis on adjacent segmental heterotopic ossification after anterior cervical decompression and fusion [J]. Journal of Guangxi Medical University, 2019, 36 (3): 463-466.
- [5] 邱伟,黄朝靖,姜迪,等.骨质疏松性椎体压缩骨折行 PKP 术后骨延迟愈合的相关因素探讨[J].颈腰痛杂志,2019,40(1):46-48.  
QIU Wei, HUANG Chaojing, JIANG Di, et al. Correlative factors of delayed bone healing after PKP surgery osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Journal of Neck and Back Pain, 2019, 40 (1): 46-48.
- [6] 吴东生,苏先喆.复方中药强骨饮对骨质疏松性椎体压缩性骨折患者愈合程度及骨代谢指标的影响[J].世界中医药,2019,14(1):131-134,139.  
WU Dongsheng, SU Xianzhe. Effects of compound qianggu decoction on the healing degree and bone metabolism of patients with osteoporotic vertebral compressibility fracture[J]. World Chinese Medicine, 2019, 14 (1): 131-134, 139.
- [7] 周萍,郭璇,武倩,等.西安地区更年期女性骨代谢指标预测骨质疏松效果评估[J].现代检验医学杂志,2017,32(2):149-152.  
ZHOU Ping, GUO Xuan, WU Qian, et al. Evaluation of bone metabolism quota in the prediction of osteoporosis of climacteric female in Xi'an area[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2017, 32 (2): 149-152.
- [8] 唐永亮,张静怡.经皮椎体成形术后结合阿仑膦酸钠治疗在改善骨质疏松性椎体压缩骨折患者功能障碍中的应用[J].东南国防医药,2017,19(2):145-149.  
TANG Yongliang, ZHANG Jingyi. Application value of PVP surgery comined with alendronate sodium treatment in improving dysfunction of patients with osteoporotic vertebral compression fracture[J]. Military Medical Journal of Southeast China, 2017, 19 (2): 145-149.
- [9] 安娜,纪丽慧,孟海燕,等.2 型糖尿病患者 N-MID 和 3-CTX 与骨密度的相关性研究[J].中国骨质疏松杂志,2018,24(12):1591-1595,1605.  
ANNA, JI Lihui, MENG Haiyan, et al. Study on the correlation of N-MID and  $\beta$ -CTX with BMD with bone mineral density in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Chinese Journal of Osteoporosis, 2018, 24 (12): 1591-1595, 1605.