·临床研究·

CysC 与骨小梁评分对老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的预测价值

饶锐强，尚　松，王明贵
（重庆大学附属涪陵医院骨科，重庆 408000）

摘　要：【目的】探究血清半胱氨酸蛋白酶抑制剂 C（CysC）与骨小梁评分（TBS）对老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的预测价值。【方法】选择 2022 年 6 月—2023 年 6 月 100 例于重庆大学附属涪陵医院就诊并进行手术治疗的老年骨质疏松性椎体骨折患者，随访 2 年，根据术后骨折再发情况分为不良组（31 例）与良好组（69 例）。Pearson 分析血清 CysC 与 TBS 相关性，Cox 分析老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的影响因素，ROC 分析血清 CysC 及 TBS 对患者术后骨折再发的预测价值。【结果】不良组骨水泥渗透比例、血清 CysC 显著高于良好组（χ^2=4.977，P=0.026；t=4.749，P=0.000），术后抗骨质疏松治疗比例、骨密度 T 值、TBS 显著低于良好组（χ^2=4.229，P=0.040；t=2.065，P=0.042；t=5.163，P=0.000）。血清 CysC 与 TBS 呈负相关（r=−0.318、P=0.001）。血清 CysC 升高是老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的危险因素（P<0.05），TBS 升高是老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的保护因素（P<0.05）。血清 CysC 预测患者术后骨折再发的 AUC 为 0.786（95%CI=0.679−0.894）、灵敏度为 77.42%、特异度为 71.01%，TBS 预测患者术后骨折再发的 AUC 为 0.795（95%CI=0.698−0.892）、灵敏度为 74.19%、特异度为 79.71%，两者联合预测患者术后骨折再发的 AUC 为 0.858（95%CI=0.773−0.943）、灵敏度为 74.19%、特异度为 82.61%，两者联合对患者术后再发骨折的预测价值更高。【结论】老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的患者血清 CysC 升高、TBS 降低，血清 CysC 与 TBS 两者联合对老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发有一定预测价值。

关键词：骨质疏松性骨折；半胱氨酸蛋白酶抑制剂 C；骨小梁评分；骨折再发；预测
中图分类号：R683　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1672−3554（2026）02−0354−06
DOI：10.11714/jsysu.med.YX20250162

The Predictive Value of Serum Cystatin C and Trabecular Bone Score for Postoperative Fracture Recurrence in Elderly Patients with Osteoporotic Vertebral Fractures

RAO Ruiqiang，SHANG Song，WANG Minggui
（Department of Orthopedics，Fuling Hospital Affiliated to Chongqing University，Chongqing 408000，China）
Correspondence to：SHANG Song；E−mail：dr.shang@icloud.com

Abstract：【Objective】To explore the predictive value of serum cystatin C（CysC）and trabecular bone score（TBS）for postoperative fracture recurrence in elderly patients with osteoporotic vertebral fractures.【Methods】A total of 100 elderly patients with osteoporotic vertebral fractures who were treated surgically at Fuling Hospital Affiliated to Chongqing University from June 2022 to June 2023 were followed up for 2 years. They were divided into the poor group（31 cases）and the good group（69 cases）based on the postoperative fracture recurrence. Pearson analysis was used to analyze the correlation between serum CysC and TBS，Cox analysis was used to analyze the influencing factors of postoperative fracture recurrence in elderly patients with osteoporotic vertebral fractures，and ROC analysis was used to analyze the predictive value of serum CysC and TBS for postoperative fracture recurrence in patients.【Results】The proportion of bone cement

收稿日期：2025−11−06　　**录用日期：**2026−03−01
基金项目：重庆市涪陵区科卫联合医学科研项目（2024KWLH007）
作者简介：饶锐强，第一作者，研究方向：骨科，E−mail：huangd6806@163.com；尚松，通信作者，E−mail：dr.shang@icloud.com

penetration and serum CysC in the poor group were significantly higher than those in the good group (χ^2 = 4.977, P = 0.026; t = 4.749, P = 0.000), while the proportion of postoperative anti-osteoporosis treatment, bone mineral density T value, and TBS were significantly lower than those in the good group (χ^2 = 4.229, P = 0.040; t = 2.065, P = 0.042; t = 5.163, P = 0.000). Serum CysC was negatively correlated with TBS (r = −0.318, P = 0.001). Elevated serum CysC was a risk factor for postoperative fracture recurrence in elderly patients with osteoporotic vertebral fractures (P < 0.05), while elevated TBS was a protective factor (P < 0.05). The AUC of serum CysC for predicting postoperative fracture recurrence in patients was 0.786 (95%CI = 0.679-0.894), with a sensitivity of 77.42% and a specificity of 71.01%. The AUC of TBS for predicting postoperative fracture recurrence in patients was 0.795 (95%CI = 0.698-0.892), with a sensitivity of 74.19% and a specificity of 79.71%. The AUC of the combination of serum CysC and TBS for predicting postoperative fracture recurrence in patients was 0.858 (95%CI = 0.773-0.943), with a sensitivity of 74.19% and a specificity of 82.61%. The combination of the two had a higher predictive value for postoperative fracture recurrence in patients. 【Conclusions】 Elderly patients with osteoporotic vertebral fractures who experience postoperative fracture recurrence have elevated serum CysC and decreased TBS. The combination of serum CysC and TBS has a certain predictive value for postoperative fracture recurrence in elderly patients with osteoporotic vertebral fractures.

Key words: osteoporotic fracture; cystatin C; trabecular bone score; fracture recurrence; prediction

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci),2026,47(2):354-359]

骨质疏松症是好发于老年人的常见代谢性骨病，人口老龄化导致患病人数增加，患者骨吸收与骨形成失衡，骨量的减少极易骨骼强度受损导致患者易发生骨折，可能导致患者残疾，严重影响患者生活[1]。其中骨质疏松性椎体骨折是椎体部位发生的骨折[2]，临床可通过影像学进行诊断，可采用经皮椎体成形术、经皮椎体后凸成形术对压缩性骨折患者进行治疗，患者经治疗后疼痛减轻、椎体高度恢复，然而患者术后有骨折再发的风险，对患者及家庭带来沉重负担[3-5]。目前临床针对骨质疏松椎体骨折老年患者术后骨折再发的相关研究较少，因此，探究与老年骨质疏松椎体骨折患者骨折再发的影响因素以及可用于预测患者骨折再发的标志物，对患者及家庭有重要意义。半胱氨酸蛋白酶抑制剂C(cystatin C，CysC)可用于肾功能不全的预测，此外是发生骨折的危险因素，同时可用于预测患者骨折术后并发症的发生，研究发现CysC与骨质疏松症的发生密切相关，其水平升高与骨质疏松症的发生以及骨折风险上升相关，可通过多种途径参与骨代谢的调节[6-7]。骨小梁评分(trabecular bone score，TBS)可用于骨微结构评估的一种方式，可通过软件分析双能X线骨密度测定仪图像计算得出，TBS能够提供骨密度测量过程中未获得的骨骼信息，TBS可用于骨质疏松的诊断以及骨折风险的评估[8-9]。然而仅采用CysC或TBS对骨折风险的预测效能有限，目前临床关于血清CysC及TBS与老年骨质疏松椎体骨折患者骨折再发的相关研究较少，因此本研究对此进行分析，为临床提供参考。

1　材料与方法

1.1　研究对象

选择2022年6月至2023年6月100例于本院就诊并进行手术治疗的老年骨质疏松性椎体骨折患者。纳入标准：①符合相关诊断标准[10]；②临床资料完整；③年龄≥60岁；④进行手术治疗；⑤依从性良好(遵医嘱完成抗骨质疏松治疗、定期复查)。排除标准：①合并恶性肿瘤；②合并感染；③合并精神疾病；④失访者；⑤近3个月服用影响骨代谢药物；⑥合并重要脏器功能损伤；⑦合并影响骨代谢的先天/遗传性疾病(如成骨不全症、软骨发育不全、遗传性低磷酸酯酶症等)。患者出院后通过电话、门诊的方式，随访起始时间为患者手术当日，随访周期为2年，随访截止时间为2025年6月(最早纳入患者随访至2024年6月，最晚纳入患者随访至2025年6月)，中位随访时长为24个月。根据随访期间再次发生椎体骨折情况分为不良组(31例)与良好组(69例)。本研究经伦理委员会批准(2025CDFSFLYYEC-127)，经患者知情同意。

1.2 方 法

收集研究对象临床资料,年龄、性别、体质量指数、基础病、血肌酐、骨水泥注入量、骨水泥渗透情况、骨折椎体数、骨折部位、吸烟史、饮酒史以及血清CysC及TBS。CysC测定:入院时采集患者空腹状态5 mL静脉血,3 500 r/min离心8 min(离心机半径为10 cm),酶联免疫法测定血清中CysC表达情况,按照CysC试剂盒(abcam公司,货号ab119589)说明书进行规范操作。TBS测定:入院后使用双能X线骨密度测定仪(GE公司,型号Lunar Prodigy Lunar iDXA)对患者进行检测,检测部位涵盖L1~L4椎体,使用TBS Insight软件分析图像得到TBS。

1.3 统计学分析

SPSS 26分析数据。计量资料进行Shapiro-Wilk正态性检验及Levene方差齐性检验,符合正态分布且方差齐的计量资料行t检验,不符合正态分布者行Mann-Whitney U检验,计数资料行χ^2检验,Pearson分析血清CysC与TBS相关性,Cox分析老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的影响因素,ROC分析血清CysC及TBS对患者术后骨折再发的预测价值。P<0.05,结果有统计学意义。

2 结 果

2.1 不良组与良好组临床资料对比

不良组与良好组年龄(t=0.357)、性别(χ^2=0.097)、体质指数(t=0.884)、高血压(χ^2=0.078)、高血脂(χ^2=0.033)、糖尿病(χ^2=0.001)、血肌酐(t=0.699)、骨水泥注入量(t=0.436)、骨折椎体数(t=0.150)、骨折部位(χ^2=0.064)、吸烟史(χ^2=0.687)、饮酒史(χ^2=0.003)差异无统计学意义(P均>0.05),不良组与良好组骨水泥渗透情况、术后抗骨质疏松治疗、骨密度差异有统计学意义,不良组骨水泥渗透比例显著高于良好组(χ^2=4.977,P=0.026),术后抗骨质疏松治疗比例(χ^2=4.229,P=0.040)、骨密度(t=2.065,P=0.042)显著低于良好组,见附表。

附表
Appendix table

2.2 不良组与良好组血清CysC及TBS对比

不良组血清CysC显著高于良好组,不良组TBS显著低于良好组(t=4.749、5.163,P均<0.05),由于TBS原始值范围小,为提升结果的临床可读性与实用性,本研究对TBS数据进行Z-标准化处理,得到Z_{TBS},Z_{TBS}=(原始值-总体均值)/总体标准差,总体均值及总体标准差为100例研究对象TBS计算得到(表1)。

表1 不良组与良好组血清CysC及TBS对比

Table 1 Comparison of serum CysC and TBS between the poor group and the good group

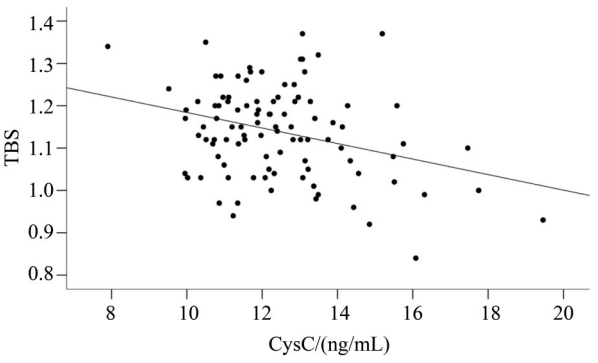
[$(\bar{x}\pm s)$, $M(P_{25}, P_{75})$]

Item	Case	CysC/(ng/mL)	Original value of TBS	Z_{TBS}
Poor group	31	13.85±2.26	1.06±0.10	−0.70 (−1.28, 0.12)
Good group	69	11.80±1.25	1.17±0.09	0.32 (−0.21, 0.85)
t/Z		4.749	5.163	5.163
P		0.000	0.000	0.000

CysC: cystatin C; TBS: trabecular bone score.

2.3 不良组血清CysC与TBS相关性分析

Pearson分析不良组血清CysC与TBS相关性,不良组血清CysC与TBS呈负相关(r=−0.318,P=0.001;图1)。



CysC: cystatin C; TBS: trabecular bone score.

图1 不良组血清CysC与TBS相关性

Fig. 1 Correlation between serum CysC and TBS in the poor group

2.4 影响老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的多变量Cox回归分析

以老年骨质疏松性椎体骨折术后再发骨折情况(未发生=0,发生=1)为因变量,以表1中有统计学差异的变量包括骨水泥渗透情况(无=0,

有=1）、术后抗骨质疏松治疗情况（无=0，有=1）、骨密度T值、血清CysC、Z_{TBS}（连续变量）为自变量，分析老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的因素，可知血清CysC升高是老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的危险因素（$P<0.05$），TBS升高是老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的保护因素（$P<0.05$；表2）。

表2　老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的多变量Cox回归分析

Table 2　Multivariate Cox regression analysis of postoperative fracture recurrence in elderly patients with osteoporotic vertebral fractures

Item	b	S_b	$Wald\ \chi^2$	P	HR	95%CI
Bone cement penetration	1.117	0.729	2.347	0.126	3.057	0.732–12.767
Postoperative anti-osteoporosis treatment	−0.496	0.588	0.713	0.398	0.609	0.192–1.926
Bone density T-value	−1.020	0.909	1.260	0.262	0.361	0.061–2.140
CysC	0.663	0.214	9.545	0.002	1.940	1.274–2.954
Z_{TBS}	−1.081	0.348	9.624	0.002	0.339	0.171–0.672

CysC：cystatin C；TBS：trabecular bone score.

2.5　血清CysC及TBS对患者术后骨折再发的预测价值

ROC分析血清CysC及TBS对患者术后骨折再发的预测价值，血清CysC预测患者术后骨折再发的AUC为0.786（95%CI=0.679–0.894）、灵敏度为77.42%、特异度为71.01%，TBS预测患者术后骨折再发的AUC为0.795（95%CI=0.698–0.892）、灵敏度为74.19%、特异度为79.71%，两者联合预测患者术后骨折再发的AUC为0.858（95%CI=0.773–0.943）、灵敏度为74.19%、特异度为82.61%（表3，图2）。

表3　血清CysC及TBS对患者术后骨折再发的预测价值

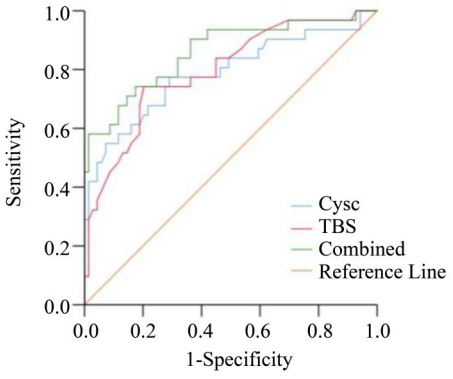
Table 3　The predictive value of serum CysC and TBS for the postoperative fracture recurrence in patients

Variables	AUC	Cut-off value	95%CI	Sensitivity	Specificity	Youden index
CysC	0.787	12.36 ng/mL	0.679–0.894	77.42%	71.01%	0.484
TBS	0.795	1.11	0.698–0.892	74.19%	79.71%	0.539
Combined	0.858	–	0.773–0.943	74.19%	82.61%	0.568

3　讨论

骨质疏松症患者骨量降低、骨微结构发生改变，骨强度下降，骨折风险上升，骨质疏松性骨折又被称作脆性骨折，因患者骨骼强度受损引发[11]。骨质疏松性椎体骨折是常见的脆性骨折，患病率随年龄增长而增加，低骨密度与骨折的发生密切相关[12-13]。目前临床研究多围绕骨质疏松症及原发性脆性骨折，而针对骨质疏松椎体骨折老年患者术后骨折再发的相关研究较少，本研究分析老年骨质疏松椎体骨折患者骨折再发的影响因素，分析可用于术后骨折再发的预测的标志物，及时对患者进行干预，对降低患者术后骨折再发的风险有重要意义。

本研究发现术后骨折再发的老年骨质疏松性椎体骨折患者血清CysC显著高于术后未再发骨折的患者，血清CysC升高是患者术后骨折再发的危险因素，表明血清CysC升高与患者术后骨折再发的风险增加相关。研究发现绝经后骨质疏松症女性治疗后，CysC水平下降，血清CysC家族具有调节雌激素的作用，从而对骨代谢产生影响，同时血清CysC表达升高与肾功能不全相关，可对骨质疏松



CysC: cystatin C; TBS: trabecular bone score.

图2 血清CysC及TBS预测患者术后骨折再发的ROC曲线

Fig. 2 ROC curves of serum CysC and TBS for predicting postoperative fracture recurrence in patients

症发生相关的微量元素及维生素的代谢产生影响[14]。研究发现高同型半胱氨酸血症患者炎症反应增强,骨密度降低,骨质流失,机体炎症导致成骨细胞活性、破骨细胞凋亡受到影响[15],本研究中患者术后可能存在的局部炎症反应,影响成骨细胞活性及破骨细胞凋亡。此外CysC还可通过RANK信号通路调控破骨细胞的形成从而影响CysC代谢,导致CysC水平升高,骨质疏松症和骨折的发生与血清CysC表达升高密切相关[16]。血清CysC是与老年人骨质疏松症发生相关的潜在生物标志物,血清CysC与骨吸收标志物β-骨胶原交联以及破骨细胞产生的抗酒石酸酸性磷酸酶水平呈强正相关,血清CysC与血清骨碱性磷酸酶、骨形成标志物PINP、骨密度呈负相关,与骨代谢异常密切相关[17]。本研究采用血清CysC预测患者术后骨折再发的AUC为0.786,表明有一定预测价值。此外,本研究发现老年骨质疏松性椎体骨折患者血清CysC与TBS呈负相关,血清CysC可能通过调控RANK通路促进破骨细胞分化,或通过肾功能损伤影响钙、磷及维生素D代谢,导致骨微结构恶化[14,16]。

TBS在评估骨骼脆性方面具有一定价值[18],本研究发现术后骨折再发的老年骨质疏松性椎体骨折患者TBS明显低于术后未再发骨折的患者。研究发现绝经后发生脆性骨折的骨质疏松症患者TBS明显低于未发生骨折的患者,TBS与骨密度呈正相关,TBS是患者发生脆性骨折的危险因素[19]。研究发现TBS对骨折风险有一定预测价值,TBS值越高表明骨微结构越好,其表达降低与骨微结构退化有关[20]。此外TBS可用于骨质疏松性骨折及髋部骨折的预测,TBS与骨体积分数、小梁间距以及小梁数量存在显著相关性,并且TBS具有可重复性的优点,对于疾病监测有重要参考意义[21]。研究发现使用骨吸收抑制剂药物治疗后,患者骨密度及TBS提高,可降低患者的骨折风险[22],在本研究中,TBS升高是老年骨质疏松性椎体骨折术后骨折再发的保护因素,与该研究结果一致。本研究发现采用TBS预测患者术后骨折再发的AUC为0.795,有一定参考价值,与既往研究相比,本研究探究TBS对术后再发骨折的预测价值,对临床有重要意义。

综上,术后骨折再发的老年骨质疏松性椎体骨折患者血清CysC升高、TBS降低,血清CysC、TBS与老年骨质疏松性椎体骨折患者术后骨折再发有密切关联,两者联合预测患者术后骨折再发的AUC为0.858,高于单独预测的AUC,表明两者联合对患者术后骨折再发的预测有潜在应用价值且优于单独预测。且血清CysC与TBS获取简便、无创,可用于长期监测。然而本研究纳入样本量有限,且单中心研究可能导致选择偏倚,其次未全面探究具体治疗方案差异、生活方式等其他混杂因素对术后骨折再发的影响,可能干扰研究结果,且随访时间有限,未观察血清CysC、TBS的动态变化与术后长期再发骨折的关联,未来可延长随访时间,提升结果可靠性,为临床提供参考。

参考文献

[1] Carey JJ, Chih-Hsing Wu P, Bergin D. Risk assessment tools for osteoporosis and fractures in 2022[J]. Best Pract Res Clin Rheumatol, 2022, 36(3): 101775.

[2] Zileli M, Fornari M, Costa F, et al. Epidemiology, natural course, and preventive measures of osteoporotic vertebral fractures: WFNS spine committee recommendations [J]. J Neurosurg Sci, 2022, 66(4): 282-290.

[3] Wáng YXJ, Diacinti D, Aparisi Gómez MP, et al. Radiological diagnosis of prevalent osteoporotic vertebral fracture on radiographs: an interim consensus from a group of experts of the ESSR osteoporosis and metabolism subcommittee [J]. Skeletal Radiol, 2024, 53(12): 2563-2574.

[4] Roux C, Cortet B, Bousson V, et al. Vertebroplasty for osteoporotic vertebral fracture[J]. RMD Open, 2021, 7(2): e001655.

[5] Chen Z, Song C, Lin H, et al. Does prophylactic vertebral augmentation reduce the refracture rate in osteoporotic vertebral fracture patients: a meta-analysis[J]. Eur Spine J, 2021, 30(9): 2691-2697.

[6] Zhang BF, Liu L, Xu K, et al. Serum CysC as a biomarker to predict all-cause mortality in geriatrics hip fracture [J]. Heliyon, 2024, 10(1): e24037.

[7] Yuan J, Peng L, Luan F, et al. Causal effects of genetically predicted cystatin c on osteoporosis: a two-sample mendelian randomization study[J]. Front Genet, 2022, 13(1): 849206.

[8] Bioletto F, Barale M, Maiorino F, et al. Trabecular bone score as a marker of skeletal fragility across the spectrum of chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2024, 109(7): e1534-e1543.

[9] Gatineau G, Hind K, Shevroja E, et al. Advancing trabecular bone score (TBS): clinical performance of TBS version 4.0 with direct correction for soft tissue thickness-the osteolaus study[J]. Osteoporos Int, 2025, 36(4): 715-724.

[10] 中国康复医学会骨质疏松预防与康复专业委员会. 骨质疏松性椎体压缩骨折诊治专家共识(2021版)[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(41): 3371-3379.
Osteoporosis Prevention and Rehabilitation Professional Committee of Chinese Association of Rehabilitation Medicine. Expert consensus on diagnosis and treatment of osteoporotic vertebral compression fractures (2021 edition)[J]. Natl Med J Chin, 2021, 101(41): 3371-3379.

[11] Khan AA, Slart RHJA, Ali DS, et al. Osteoporotic fractures: diagnosis, evaluation, and significance from the international working group on DXA best practices[J]. Mayo Clin Proc, 2024, 99(7): 1127-1141.

[12] Kutsal FY, Ergin Ergani GO. Vertebral compression fractures: still an unpredictable aspect of osteoporosis[J]. Turk J Med Sci, 2021, 51(2): 393-399.

[13] 陈长军, 马清伟, 张磊, 等.骨质疏松性椎体压缩骨折的临床治疗进展[J]. 重庆医科大学学报, 2025, 50(4): 488-495.
Chen CJ, Ma QW, Zhang L, et al. Advances in the clinical treatment of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. J Chongqing Med Univ, 2025, 50(4): 488-495.

[14] Suzuki K, Soeda K, Komaba H. Crosstalk between kidney and bone: insights from CKD-MBD[J]. J Bone Miner Metab, 2024, 42(4): 463-469.

[15] De Martinis M, Sirufo MM, Nocelli C, et al. Hyperhomocysteinemia is associated with inflammation, bone resorption, vitamin B12 and folate deficiency and MTHFR C677T polymorphism in postmenopausal women with decreased bone mineral density[J]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17(12): 4260.

[16] 王文惠, 王晗, 雷署丰, 等. 半胱氨酸蛋白酶抑制剂C与骨质疏松和骨折具有相关性:一项基于孟德尔随机化的观察性研究[J]. 中南大学学报(医学版), 2024, 49(10): 1622-1632.
Wang W, Wang H, Lei S, et al. Cystatin C is associated with osteoporosis and fractures: an observational study based on Mendelian randomization analysis[J]. J Central South Univ (Med Sci), 2024, 49(10): 1622-1632.

[17] Guo X, Shen Y, Du T, et al. Elevations of N-terminal mid-fragment of osteocalcin and Cystatin C levels are associated with disorders of glycolipid metabolism and abnormal bone metabolism in patients with type 2 diabetes mellitus complicated with osteoporosis[J]. J Physiol Investig, 2024, 67(6): 335-343.

[18] Bioletto F, Barale M, Prencipe N, et al. Trabecular bone score as an index of bone fragility in patients with acromegaly: a systematic review and meta-analysis [J]. Neuroendocrinology, 2023, 113(4): 395-405.

[19] 王玲, 郑洪银, 张伊祎, 等. 绝经后骨质疏松症患者骨密度及骨小梁评分与脆性骨折的关系[J]. 实用医院临床杂志, 2024, 21(5): 165-168.
Wang L, Zheng Hy, Zhang YY, et al. Relationship between bone mineral density, trabecular bone score and osteoporotic fracture in patients with postmenopausal osteoporosis [J]. Pract J Clin Med, 2024, 21(5): 165-168.

[20] Shevroja E, Cafarelli FP, Guglielmi G, et al. DXA parameters, trabecular bone score (TBS) and bone mineral density (BMD), in fracture risk prediction in endocrine-mediated secondary osteoporosis[J]. Endocrine, 2021, 74(1): 20-28.

[21] Palomo T, Muszkat P, Weiler FG, et al. Update on trabecular bone score[J]. Arch Endocrinol Metab, 2022, 66(5): 694-706.

[22] Hong N, Shin S, Kim H, et al. Romosozumab following denosumab improves lumbar spine bone mineral density and trabecular bone score greater than denosumab continuation in postmenopausal women [J]. J Bone Miner Res, 2025, 40(2): 184-192.

(编辑　余　菁)