

论著·临床研究

肾结石患者血清维生素 D 水平调查和分析*

洪露^{1,2}, 杨培刚², 吴阳², 王大明¹, 丁德茂¹, 孙伟¹, 李恩来¹, 谢栋栋^{1△}

(1. 安徽医科大学第二附属医院泌尿外科, 安徽合肥 230601; 2. 颍上县人民医院泌尿外科, 安徽阜阳 236299)

【摘要】目的 调查肾结石患者血清维生素 D 水平, 并探讨肾结石发生机制与维生素 D 的关系。**方法** 选取 2019 年 6 月至 2024 年 1 月在安徽医科大学第二附属医院通过经皮肾镜取石术或输尿管镜取石的肾结石患者 584 例(结石组)和同期无肾结石的健康志愿者 113 例(对照组), 对 2 组研究对象血清维生素 D 水平进行调查和比较。584 例肾结石患者中草酸钙结石 397 例(草酸钙结石组), 感染性结石 112 例(感染性结石组), 尿酸结石 75 例(尿酸结石组)。比较不同结石成分患者血清维生素 D 水平和各种参数, 分析肾结石患者血清维生素 D 水平与甲状旁腺激素的关系。**结果** 结石组患者平均 25 羟维生素 D [25(OH)D] 水平明显低于对照组 [(21.56±9.24)ng/mL vs. (29.31±7.15)ng/mL], 维生素 D 不足和缺乏者占比明显高于对照组 [49.14%(287/584) vs. 15.04%(17/113)], 结石组男性患者血清 25(OH)D 水平明显高于女性 [(23.79±9.36)ng/mL vs. (17.38±7.38)ng/mL], 差异均有统计学意义 ($P<0.001$); 血清 25(OH)D 水平与年龄呈正相关 ($r=0.21, P<0.001$)。感染性结石组患者血清维生素 D 水平最低, 维生素 D 不足和缺乏者占比最高, 差异均有统计学意义 ($P<0.05$)。血清 25(OH)D 水平与甲状旁腺激素呈明显负相关 ($r=-0.20, P<0.001$)。**结论** 大多数肾结石患者血清维生素 D 水平处于不足或缺乏状态, 尤其是感染性结石患者。将血清维生素 D 水平作为肾结石患者代谢评估中的必选指标有利于结石的预防及整体健康状况的维护。

【关键词】 维生素 D; 肾结石; 数据收集; 相关性研究

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.01.008

中图法分类号:R692.4

文章编号:1009-5519(2025)01-0040-05

文献标识码:A

Investigation and analysis of serum vitamin D levels
in patients with kidney stones*HONG Lu^{1,2}, YANG Peigang², WU Yang², WANG Daming¹, DING Demao¹,
SUN Wei¹, LI Enlai¹, XIE Dongdong^{1△}(1. Department of Urology, the Second Hospital of Anhui Medical University, Hefei, Anhui
230601, China; 2. The People's Hospital of Yingshang, Fuyang, Anhui 236299, China)

【Abstract】Objective To investigate the serum vitamin D level in patients with kidney stones, and to explore the relationship between the mechanism of kidney stones and vitamin D. **Methods** A total of 584 patients with kidney stones (the stone group) and 113 healthy volunteers without kidney stones (the control group) who underwent percutaneous nephrolithotomy or ureteroscopic stone removal in the Second Hospital of Anhui Medical University from June 2019 to January 2024 were enrolled to investigate and compare the serum vitamin D levels of the two groups. Among the 584 patients with kidney stones, 397 cases were calcium oxalate stones (calcium oxalate stone group), 112 cases were infectious stones (infectious stone group), and 75 cases were uric acid stones (uric acid stone group). The serum vitamin D levels and various parameters of patients with different stone components were compared, and the relationship between serum vitamin D levels and parathyroid hormone in patients with kidney stones was analyzed. **Results** The average level of 25 hydroxyvitamin D [25(OH)D] in the stone group was significantly lower than that in the control group [(21.56±9.24)ng/mL vs. (29.31±7.15)ng/mL], the proportion of vitamin D insufficiency and deficiency was significantly higher than that in the control group [49.14%(287/584) vs. 15.04%(17/113)], and the serum 25(OH)D level in the stone group was significantly higher than that in women [(23.79±9.36)ng/mL vs. (17.38±7.38)ng/mL], and the difference was statistically significant ($P<0.001$). Serum 25(OH)D level was positively correlated with age ($r=0.21, P<0.001$). The serum vitamin D level was the lowest in the infectious stone group, and the proportion of vitamin D insufficiency and deficiency was the highest, and the differ-

* 基金项目:安徽省转化医学研究院科研基金项目(2023zhyx-C71)。

作者简介:洪露(1982-), 硕士研究生在读, 主任医师, 主要从事泌尿系结石研究。△ 通信作者, E-mail: xiedd_urology@qq.com。

ence was statistically significant ($P < 0.05$). Serum 25(OH)D level was negatively correlated with parathyroid hormone ($r = -0.20, P < 0.001$). **Conclusion** Most patients with kidney stones have insufficient or deficient serum vitamin D levels, especially those with infectious stones. Serum vitamin D level is a mandatory indicator in the metabolic evaluation of patients with kidney stones, which is beneficial for the prevention of stones and the maintenance of overall health.

[**Key words**] Vitamin D; Kidney stones; Data Collection; Correlation study

维生素 D 在维持人体钙磷平衡和骨骼健康方面具有重要作用。人体内维生素 D 主要通过营养途径 (10%~20%) 和阳光作用下的皮肤合成 (80%~90%) 获得。目前,全世界 30%~50% 的人口存在维生素 D 缺乏,已成为一个全球性健康问题^[1]。有学者指出,维生素 D 缺乏与多种疾病有关,如心血管疾病、恶性肿瘤、代谢综合征等^[2]。维生素 D 缺乏对人体免疫系统、炎症状态、氧化应激的影响是发生这些疾病的基础^[3]。泌尿系结石是一种常见且易复发的疾病,发病率逐年升高^[4]。维生素 D 与肾结石的关系尚存在争议,有研究表明,血清维生素 D 水平升高与肾结石的发生显著相关^[5];而近期有学者提出了与上述相反的观点,维生素 D 缺乏在肾结石患者中更为常见,维生素 D 缺乏的数量明显高于无肾结石患者^[6]。本研究调查了肾结石患者血清维生素 D 水平,并探讨了其与肾结石的关系,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 研究对象 选取 2019 年 6 月至 2024 年 1 月在安徽医科大学第二附属医院通过经皮肾镜取石术或输尿管镜取石的肾结石患者 584 例(结石组)和同期无肾结石的健康志愿者 113 例(对照组)作为研究对象。本研究获安徽医科大学第二附属医院伦理委员会审批(伦理号:YX2024-030)。

1.1.2 纳入标准 (1)年龄 18~80 岁,临床资料完整;(2)健康志愿者无基础疾病,营养状态良好;(3)所有研究对象均来自安徽合肥地区;(4)肾结石患者在安徽医科大学第二附属医院进行长期随访。

1.1.3 排除标准 (1)有原发性甲状旁腺功能亢进或甲状旁腺手术史、胃肠道手术史等;(2)患有严重感染、恶性肿瘤、肾小管酸中毒、慢性肝病或肾病等;(3)妊娠期;(4)体重指数 (BMI) < 16 、 > 40 kg/m²;(5)患有自身免疫系统疾病和长期使用维生素 D 补充剂。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 收集并分析 2 组研究对象临床资

料,包括性别、年龄、BMI、生活习惯、工作环境、病史等;检测指标包括尿常规、尿细菌培养、血清肌酐、血清尿酸、甘油三酯、血清 25 羟维生素 D [25(OH)D] 和甲状旁腺激素 (PTH)。

1.2.2 标本采集 采集 2 组研究对象早晨 6:00 空腹血标本,取样后立即进行测量,按采血季节分为夏秋、冬春时段。尿液和血液分析均在安徽医科大学第二附属医院检验科进行。

1.2.3 维生素 D 水平判定 25(OH)D 是维生素 D 的循环形式,是人体储存维生素 D 的检测指标,血清维生素 D 水平表示为 25(OH)D 水平,按最新规定 25(OH)D 水平高于 20 ng/mL 为维生素 D 储备充足,低于 20 ng/mL 为维生素 D 不足,低于 12 ng/mL 为维生素 D 缺乏^[2]。

1.2.4 结石成分分类 使用自动红外光谱仪(第 2 代)分析结石组患者结石成分,其中草酸钙结石(一水草酸钙、二水草酸钙)397 例(草酸钙结石组),感染性结石[磷酸铵镁结石和(或)碳酸磷灰石]112 例(感染性结石组),尿酸结石 75 例(尿酸结石组)。

1.2.5 观察指标 (1)比较各组研究对象临床特征和 25(OH)D 水平;(2)分析肾结石成分与 25(OH)D 水平的关系。

1.3 统计学处理 应用 SPSS19.0 统计软件进行数据分析,进行方差齐性检验和正态性检验,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料以率或构成比表示,采用 t 检验、方差分析、 χ^2 检验、Fisher 确切概率法等。采用 Pearson 相关系数分析肾结石患者 PTH 与 25(OH)D 的关系。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肾结石组与对照组研究对象一般资料比较 2 组研究对象年龄、BMI、性别、季节、PTH 水平比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。结石组患者 25(OH)D 水平明显低于对照组,维生素 D 不足和缺乏者占比明显高于对照组,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 肾结石组与对照组研究对象一般资料比较

项目	结石组($n=584$)	对照组($n=113$)	t/χ^2	P
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	49.45 \pm 12.79	50.90 \pm 10.62	-1.137	0.256
季节 [n (%)]			1.497	0.221
夏秋	533(91.27)	99(87.61)		
冬春	51(8.73)	14(12.39)		
性别 [n (%)]			0.241	0.624

续表 1 肾结石组与对照组研究对象一般资料比较

项目	结石组(n=584)	对照组(n=113)	t/χ ²	P
男	381(65.24)	71(62.83)		
女	203(34.76)	42(37.17)		
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	24.62 ± 3.30	24.25 ± 2.76	1.122	0.262
血清 25(OH)D($\bar{x} \pm s$, ng/mL)	21.56 ± 9.24	29.31 ± 7.15	-8.439	<0.001
维生素 D 不足和缺乏[n(%)]	287(49.14)	17(15.04)	44.767	<0.001
PTH($\bar{x} \pm s$, pg/mL)	41.60 ± 25.69	43.98 ± 34.51	-0.847	0.397

2.2 结石组患者年龄、性别对血清 25(OH)D 水平的影响 血清 25(OH)D 水平与年龄呈正相关($r = 0.21, P < 0.001$)。见图 1。肾结石组男性患者 25(OH)D 水平[(23.79 ± 9.36)ng/mL]明显高于女性[(17.38 ± 7.38)ng/mL], 差异有统计学意义($t = 8.453, P < 0.001$), 维生素 D 不足和缺乏患者中女性占比[66.50%(135/203)]明显高于男性[40.16%(153/381)], 差异有统计学意义($\chi^2 = 36.774, P < 0.001$)。血清 25(OH)D 水平与 PTH 呈明显负相关($r = -0.20, P < 0.001$)。见图 2。

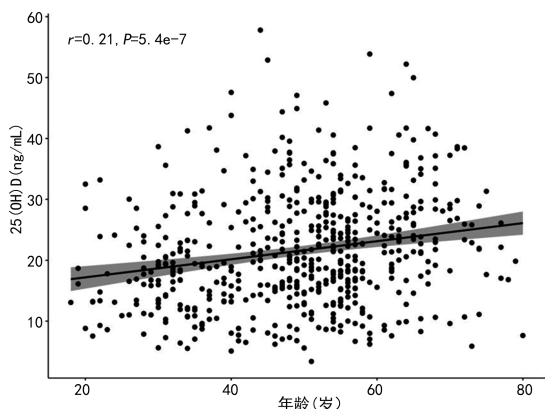


图 1 肾结石患者年龄与血清 25(OH)D 的相关性

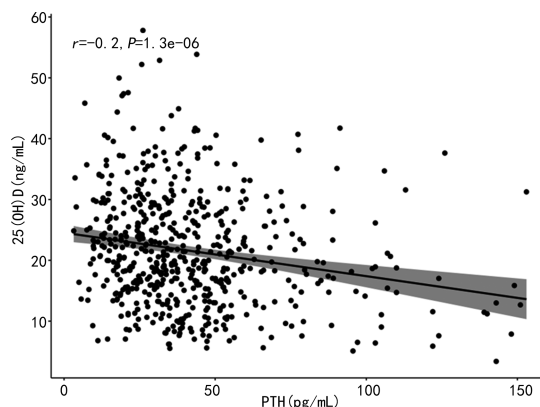


图 2 肾结石患者血清 25(OH)D 水平与 PTH 的相关性

2.3 不同结石成分患者一般资料比较 尿酸结石组患者年龄、BMI、血尿酸水平均明显高于其他 2 组, 感染性结石组患者中女性占比、尿路感染、尿细菌培养阳性率最高, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 不同结石成分患者血清 25(OH)D 水平、维生素 D 不足和缺乏者占比、尿液 pH 值比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 感染性结石组患者血清 25(OH)D、甘油三酯水平最低, 维生素 D 不足和缺乏者占比最高[63.39%(71/112)], PTH 水平明显高于草酸钙结石组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 不同结石成分患者一般资料比较

项目	草酸钙结石组(n=397)	感染性结石组(n=112)	尿酸结石组(n=75)	F/χ ²	P
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	49.36 ± 12.81	47.28 ± 13.22	53.13 ± 11.35 ^{ab}	4.795	0.009
性别[n(%)]				54.288	<0.001
男	283(71.28)	40(35.71) ^a	58(77.33) ^b		
女	114(28.72)	72(64.29)	17(22.67)		
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	24.50 ± 3.04	24.40 ± 3.83	25.60 ± 3.60 ^{ab}	3.847	0.020
尿路感染[n(%)]	262(65.99)	98(87.50) ^a	47(62.67) ^b	21.137	<0.001
尿细菌培养阳性[n(%)]	53(13.35)	36(32.14) ^a	13(17.33) ^b	21.403	<0.001
尿 pH($\bar{x} \pm s$)	6.07 ± 0.59	6.31 ± 0.59 ^a	5.75 ± 0.61 ^{ab}	20.453	<0.001
血清 25(OH)D($\bar{x} \pm s$, ng/mL)	21.76 ± 9.32	18.65 ± 8.44 ^a	24.87 ± 8.75 ^{ab}	10.841	<0.001
血清维生素 D [n(%)]				16.769	0.001
不足	137(34.51)	46(41.07) ^a	18(24.00) ^{ab}		
缺乏	54(13.60)	25(22.32)	7(9.33)		
PTH($\bar{x} \pm s$, pg/mL)	39.24 ± 22.99	48.96 ± 33.04 ^a	45.12 ± 24.87	6.523	0.002

续表 2 不同结石成分患者一般资料比较

项目	草酸钙结石组(n=397)	感染性结石组(n=112)	尿酸结石组(n=75)	F/ χ^2	P
尿酸($\bar{x}\pm s, \mu\text{mol/L}$)	335.24±89.63	317.08±113.40	398.37±118.35 ^{ab}	16.641	<0.001
甘油三酯($\bar{x}\pm s, \text{mmol/L}$)	1.84±1.37	1.53±0.93 ^a	1.99±1.36 ^b	3.447	0.032
血钙($\bar{x}\pm s, \text{mmol/L}$)	2.19±0.17	2.19±0.15	2.20±0.12	0.165	0.848
血磷($\bar{x}\pm s, \text{mmol/L}$)	1.14±0.21	1.17±0.21	1.18±0.23	1.594	0.204

注:与草酸钙结石组比较,^a $P<0.05$;与感染性结石组比较,^b $P<0.05$ 。

3 讨 论

泌尿系结石是一种常见的泌尿系统疾病,最近的流行病学研究发现,其发病率在全球范围内为 1%~20%^[7-8]。泌尿系结石可导致较多并发症,如疼痛、血尿、感染、肾功能衰竭等,并且肾结石的治疗和预防占用了较多的医疗资源和成本。研究肾结石的形成机制和危险因素有助于开发新的防治方法。

肾结石是由多种因素引起的,包括环境因素和遗传因素,生活方式、饮食习惯和肥胖是结石形成的危险因素,激素和代谢异常也可能影响其发病机制^[9]。维生素 D 是一种脂溶性维生素,也是一种激素,其与甲状旁腺素协同调节钙磷代谢,维持人体正常的生理活动及骨健康。维生素 D 与许多疾病有关,但维生素 D 与肾结石的关系尚存在争议,先前的研究表明,高血清维生素 D 水平是肾结石形成的原因^[5];现有研究表明,维生素 D 缺乏在肾结石患者中普遍存在^[10-11]。故本研究同时选取了安徽合肥地区部分肾结石患者和健康者,调查其血清维生素 D 水平,结果显示,肾结石患者血清 25(OH)D 水平明显偏低,25(OH)D 水平不足和缺乏者占比为 49.14%。此外本研究分析了结石成分与血清维生素 D 的关系,结果显示,感染性结石患者血清 25(OH)D 水平明显低于草酸钙结石和尿酸结石患者,不足和缺乏者占比达 63.39%,尿酸结石患者血清 25(OH)D 水平相对较高。表明大多数肾结石患者处于维生素 D 缺乏状态,尤其是感染性结石者。

为分析维生素 D 缺乏与肾结石形成的机制首先根据肾结石的形成机制进行探讨,目前,肾结石的形成机制主要有 3 种:(1)游离溶液结晶;(2)肾小管晶体沉积;(3)Randall's 菌斑过度生长^[12]。肾小管晶体的滞留是结石形成的重要环节,正常情况下肾小管上皮细胞具有保护机制,可抑制晶体的滞留,肾小管上皮细胞损伤可促进晶体在肾小管中的滞留,草酸钙结晶、尿液中草酸浓度高,甚至是生理浓度的草酸均可能导致肾小管上皮细胞损伤,氧化应激和细胞损伤引起的炎症反应是晶体滞留的原因,并形成恶性循环。Randall's 菌斑快速生长也由氧化应激和炎症引发^[13]。

维生素 D 在免疫系统和炎症的调节中具有重要作用,并能显著抑制氧化应激,维生素 D 缺乏可能通过过度表达炎症介质、氧化应激和肾小管上皮细胞损伤导致结石形成^[14-15]。另外维生素 D 的功能是维持

肠道对钙的吸收,维生素 D 缺乏会减少钙的吸收,从而导致 PTH 的继发性增加及尿钙排泄的减少,PTH 升高是肾结石形成的危险因素。本研究结果显示,肾结石患者血清 25(OH)D 水平与 PTH 呈负相关,感染性结石患者血清 25(OH)D 水平最低,PTH 水平最高。感染性结石多见于女性,尿路感染、尿细菌培养阳性是其危险因素^[16]。本研究同样证实了这一结论,感染性结石组女性患者占比、尿路感染病例数均最高。有学者指出,维生素 D 可增加内源性抗菌肽和增强膀胱黏膜的屏障功能,有利于预防尿路感染,维生素 D 缺乏显著增加了尿路感染的风险^[17]。现有研究表明,女性比男性更容易患维生素 D 缺乏症^[18]。本研究同样发现在肾结石患者中女性血清维生素 D 水平明显低于男性,不足和缺乏者占比高,感染性结石组患者中女性占比最高,同样发现年龄与血清维生素 D 水平呈正相关,感染性结石组患者年龄最低,血清维生素 D 水平最低,相反尿酸结石组患者年龄最高,血清维生素 D 水平最高。表明年龄偏低、女性等容易发生血清维生素 D 不足和缺乏,从而导致尿路感染等因素进一步诱发感染性结石的发生。

肾结石患者血清维生素 D 水平普遍不足,而且维生素 D 缺乏与较多的慢性病相关,然而补充维生素 D 对人群有益吗?先前的动物研究表明,补充维生素 D 和钙可协同增加肾结石形成的风险,应该警惕补充维生素 D 的累积风险^[19]。最近的大规模临床试验表明,适量补充维生素 D 不会影响肾结石事件或高钙血症发生率^[20]。新的研究发现,维持足够的血液 25(OH)D 水平、防止 25(OH)D 不足对延长肾结石患者寿命至关重要^[21]。

本研究的不足之处在于样本量小,没有收集 24 h 尿液信息,无法获取更多数据。今后将通过细胞、动物和临床试验对维生素 D 缺乏与肾结石的相关性进行更深入的分析。

综上所述,大多数肾结石患者血清维生素 D 水平处于不足或缺乏状态,维生素 D 缺乏在肾结石,尤其是感染性结石的形成过程中具有重要作用,其机制可能与维生素 D 缺乏导致 PTH 继发性升高、尿路感染、肾小管上皮细胞损伤等有关。全面评估肾结石患者血清维生素 D 水平有利于结石的预防及整体健康的维护。

参考文献

[1] MITHAL A, WAHL D A, BONJOUR J P, et al. Global

- vitamin D status and determinants of hypovitaminosis D [J]. *Osteoporos Int*, 2009, 20(11):1807-1820.
- [2] 中国营养学会健康管理分会. 维生素 D 营养状况评价及改善专家共识[J]. *中华健康管理学杂志*, 2023, 17(4): 245-252.
- [3] SHARIFI N, AMANI R, HAJIANI E, et al. Does vitamin D improve liver enzymes, oxidative stress, and inflammatory biomarkers in adults with non-alcoholic fatty liver disease? A randomized clinical trial[J]. *Endocrine*, 2014, 47(1):70-80.
- [4] KITTANAMONGKOLCHAI W, VAUGHAN L E, ENDERS F T, et al. The changing incidence and presentation of urinary stones over 3 decades[J]. *Mayo Clin Proc*, 2018, 93(3):291-299.
- [5] TAYLOR E N, HOOFNAGLE A N, CURH-AN G C. Calcium and Phosphorus regulatory hormones and risk of incident symptomatic kidney stones[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2015, 10(4):667-675.
- [6] SARDARI MASIHI L, BORUMANDNIA N, TAHERI M, et al. Effect of two vitamin D repletion protocols on 24-h urine Calcium in patients with recurrent Calcium kidney stones and vitamin D deficiency: a randomized clinical trial[J]. *Eur J Med Res*, 2023, 28(1):246.
- [7] RAHEEM O A, KHANDWALA Y S, SUR R L, et al. Burden of urolithiasis: trends in prevalence, treatments, and costs[J]. *Eur Urol Focus*, 2017, 3(1):18-26.
- [8] ZENG G H, MAI Z L, XIA S J, et al. Prevalence of kidney stones in China: an ultrasonography based cross-sectional study[J]. *BJU Int*, 2017, 120(1):109-116.
- [9] YASUI T, OKADA A, HAMAMOTO S, et al. Pathophysiology-based treatment of urolithiasis[J]. *Int J Urol*, 2017, 24(1):32-38.
- [10] GIRÓN-PRieto M S, DEL CARMEN CANO-GARCÍA M, ARRABAL-POLO M Á, et al. Analysis of vitamin D deficiency in Calcium stone-forming patients[J]. *Int Urol Nephrol*, 2016, 48(8):1243-1246.
- [11] JOHRI N, JAEGER P, FERRARO P M, et al. Vitamin D deficiency is prevalent among idiopathic stone formers, but does correction pose any risk? [J]. *Urolithiasis*, 2017, 45(6):535-543.
- [12] COE F L, EVAN A P, WORCESTER E M, et al. Three pathways for human kidney stone formation[J]. *Urol Res*, 2010, 38(3):147-160.
- [13] TSUJIIHATA M. Mechanism of Calcium oxalate renal stone formation and renal tubular cell injury[J]. *Int J Urol*, 2008, 15(2):115-120.
- [14] GEMBILLO G, CERNARO V, SILIGATO R, et al. Protective role of vitamin D in renal tubulopathies[J]. *Metabolites*, 2020, 10(3):115.
- [15] TAVASOLI S, TAHERI M. Vitamin D and Calcium kidney stones: a review and a proposal[J]. *Int Urol Nephrol*, 2019, 51(1):101-111.
- [16] 苏晓伟, 王大明, 丁德茂, 等. 感染性结石的相关临床易感因素研究[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2021, 36(4):284-287.
- [17] MOHANTY S, KAMOLVIT W, HERTTING O, et al. Vitamin D strengthens the bladder epithelial barrier by inducing tight junction proteins during E. coli urinary tract infection [J]. *Cell Tissue Res*, 2020, 380(3):669-673.
- [18] YAN X N, ZHANG N, CHENG S H, et al. Gender differences in vitamin D status in China[J]. *Med Sci Monit*, 2019, 25:7094-7099.
- [19] LETAVERNIER E, VERRIER C, GOUSSARD F, et al. Calcium and vitamin D have a synergistic role in a rat model of kidney stone disease[J]. *Kidney Int*, 2016, 90(4):809-817.
- [20] MALIHI Z, LAWES C M M, WU Z Q, et al. Monthly high-dose vitamin D supplementation does not increase kidney stone risk or serum Calcium: results from a randomized controlled trial[J]. *Am J Clin Nutr*, 2019, 109(6):1578-1587.
- [21] GAO M, LIU M H, CHEN J B, et al. Association of serum 25-hydroxyvitamin D concentrations with all-cause mortality among individuals with kidney stone disease: the NHANES database prospective cohort study [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2023, 14:1207943.

(收稿日期:2024-04-16 修回日期:2024-09-22)

(上接第 39 页)

- [19] 李婷婷, 薛继平, 苏莉莉. 乳腺癌剪切波弹性成像与常规超声特征预测腋窝淋巴结转移及模型建立[J]. *实用临床医药杂志*, 2023, 27(5):11-15.
- [20] 黄韵琳, 薛恩生, 俞丽云, 等. 实时剪切波弹性成像的影响因素的试验研究[J]. *中华超声影像学杂志*, 2017, 25(12):1076-1080.
- [21] 刘平贤, 张浩, 杜新峰, 等. 超声弹性成像联合高频多普勒彩超在早期浸润性乳腺癌腋窝淋巴结转移诊断中的价值[J]. *实用癌症杂志*, 2021, 36(11):1802-1805.
- [22] CHOI H Y, PARK M, SEO M, et al. Preoperative axillary lymph node evaluation in breast cancer: current issues and literature review[J]. *Ultrasound Q*, 2017, 33(1):6-14.
- [23] STACHS A, THI A T H, DIETERICH M, et al. Assessment of ultrasound features predicting axillary nodal metastasis in breast cancer: the impact of cortical thickness [J]. *Ultrasound Int Open*, 2015, 1(1):E19-E24.
- [24] 刘镭, 刘力, 苏琳, 等. 超声弹性成像联合常规超声声像对乳腺癌腋窝淋巴结转移的诊断价值[J]. *癌症进展*, 2020, 18(11):1103-1106.

(收稿日期:2024-03-16 修回日期:2024-11-03)