

·临床研究·

泰安市 227 例泌尿系结石成分分析

屠凡倬¹, 满超¹, 杨雨婷², 郝晓航¹, 胡燕¹, 赵永伟^{1*}

(1. 泰安市中心医院 迎胜院区泌尿肾病激光治疗中心, 山东 泰安 271000;

2. 泰安市中心医院 全科医学科, 山东 泰安 271000)

摘要: **目的** 分析泰安市 227 例泌尿系结石患者的结石成分和发病特点, 为泰安地区泌尿系结石的防治提供参考。**方法** 回顾性分析 2021 年 10 月至 2022 年 10 月泰安市中心医院迎胜院区收治的 227 例泌尿系结石患者的结石标本作为研究对象, 采用红外光谱自动分析系统进行结石成分分析, 结合患者临床资料, 比较患者在年龄、性别、结石部位、结石主要成分构成比和检出率等方面的差异。**结果** 结石好发年龄为 40~60 岁。泰安地区尿路结石以草酸钙结石 (74.48%)、碳酸磷灰石 (18.06%) 为主要成分, 结石患者男女比例为 2.78:1.00, 上尿路结石 92.95%, 下尿路结石 7.05%, 女性患者结石中碳酸磷灰石主要成分占比 (35.00%) 高于男性 (11.98%)。**结论** 泰安市泌尿系结石以草酸钙结石最为常见, 男性明显多于女性, 而碳酸磷灰石则多见于女性, 发病部位以上尿路结石为主。

关键词: 泌尿系结石; 红外光谱; 成分分析

中图分类号: R691.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-7410(2024)01-0012-05

DOI: 10.20020/j.CNKI.1674-7410.2024.01.03

Analysis of the composition of 227 cases of urinary calculi in Tai'an City

Tu Fanzhuo¹, Man Chao¹, Yang Yuting², Hao Xiaohang¹, Hu Yan¹, Zhao Yongwei¹1. *Yingsheng Hospital Laser Treatment Center for Urinary Nephropathy, Tai'an Central Hospital,**Tai'an, Shandong 271000, China;*2. *Department of General Medicine, Tai'an Central Hospital, Tai'an, Shandong 271000, China**Corresponding author: Zhao Yongwei, E-mail: 466871818@qq.com*

Abstract: Objective To analyze the composition and characteristics of 227 patients with urinary calculi in Tai'an City and to provide reference for the prevention and treatment of local urinary calculi.

Methods A total of 227 cases of urinary calculi in Yingsheng Hospital of Tai'an Central Hospital from October 2021 to October 2022 were collected and analyzed. Combined with the clinical data of the patients, the differences in age, sex, location, constituent ratio and detection rate of the main components of stones were compared. **Results** Stones were most common in the patients between the ages of 40-60 years old. The main components of urinary calculi in Tai'an area were calcium oxalate stone (74.48%) and carbonate apatite (18.06%). The male to female ratio of stone patients was 2.78:1.00. Upper urinary tract stones accounted for 92.95% and lower urinary tract stones accounted for 7.05%. The proportion of main components of carbonated apatite in women patients (35.00%) was higher than that in men (11.98%). **Conclusions** Calcium oxalate stone was the most common urinary stone in Tai'an City, and men were significantly more common than women, while carbonate apatite was more common in women. Urinary calculi were mainly found above the site of the disease.

Keywords: Urinary stones; Infrared spectroscopy; Constituent analysis

泌尿系结石是泌尿系统主要疾病之一, 可导致尿路梗阻、尿路感染、息肉、局部机械性损伤等相

关并发症。虽然治疗方法多样, 但泌尿系结石复发率高, 会增加患者的痛苦及经济负担, 因此, 在结石治疗过程中需重点关注如何防止结石复发。红外光谱分析是目前泌尿系结石成分分析的标准方法,

*通信作者: 赵永伟, E-mail: 466871818@qq.com

可以分析结石的晶体成分和非晶体成分,具有检测快速、所需样本量少的优势。本研究应用红外光谱分析法,回顾性分析泰安市227例泌尿系患者的结石成分,探讨泰安地区的结石成分和发病特点,为泌尿系结石的治疗和降低复发率提供参考依据,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2021年10月至2022年10月在泰安市中心医院迎胜院区住院治疗的227例泌尿系结石患者的结石标本。患者均来自泰安市并按照连续入院进行筛选,其中男167例,女60例;年龄18~82岁,平均年龄(49.13±13.3)岁;肾结石97例,输尿管结石114例,膀胱结石13例,尿道结石3例。结石标本主要通过药物治疗、体外冲击波碎石及各种腔镜下碎石取石术等方法获得。纳入标准:①泰安市居住5年以上;②临床资料完整;③结石位置明确并获得可检测标本。排除标准:①重要器官或神经系统患有严重疾病;②拒绝进行结石分析;③患有泌尿系统其他严重疾病。

1.2 结石成分分析方法 采用结石红外光谱自动分析系统[蓝莫德(天津)LIIR-20]分析结石成分。步骤如下:蒸馏水清洗并晾干结石后,放入烤箱内烘干,取1 mg结石并加入纯溴化钾200 mg混合,放入玛瑙研钵内研磨;再取适量混合粉末压制成半透明的薄片,放置在红外光谱仪中进行扫描,由计算机绘制结石图谱并自动分析结石成分,得出成分结果并记录。

1.3 统计学处理 采用SPSS 25.0统计软件处理数据,计数资料以频数(百分数)[例(%)]表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 结石成分主要构成比和检出率 本研究共检测出8种结石成分。见表1。单一成分结石检出4种,共计111例(48.90%);混合成分结石按占比成分的主要比例划分为16种,共计116例(51.10%);泰安市尿路结石以草酸钙结石、碳酸磷灰石为主要成分。本研究汇总归纳出结石成分主要构成比和检出率。见表2。

2.2 不同性别结石成分差异 本研究中男167例,女60例,男女比例为2.78:1.00;男女患者中主要检出成分排首位的均为一水草酸钙,其中男126例,女34例,男性一水草酸钙占比高于女性,差异有统计

表1 结石成分分析

结石成分	例数	百分比(%)
单纯性结石		
一水草酸钙	95	41.85
无水尿酸	10	4.41
碳酸磷灰石	5	2.20
六水磷酸铵镁	2	0.88
混合成分结石		
一水草酸钙+无水尿酸	4	1.76
一水草酸钙+碳酸磷灰石+二水草酸钙	4	1.76
一水草酸钙+碳酸磷灰石	28	10.49
一水草酸钙+二水草酸钙+碳酸磷灰石	5	2.20
尿酸氢铵+一水草酸钙+二水草酸钙	1	0.44
一水草酸钙+二水草酸钙	24	10.57
碳酸磷灰石+一水草酸钙+二水草酸钙	5	2.20
碳酸磷灰石+一水草酸钙	11	4.12
碳酸磷灰石+二水草酸钙+一水草酸钙	6	2.64
碳酸磷灰石+一水草酸钙	14	6.17
L-胱氨酸+碳酸磷灰石	1	0.44
方解石+一水草酸钙+二水草酸钙	1	0.44
方解石+碳酸磷灰石	1	0.44
二水草酸钙+一水草酸钙+碳酸磷灰石	5	2.20
二水草酸钙+一水草酸钙	4	1.76
二水草酸钙+碳酸磷灰石	1	0.44

表2 结石成分的主要构成比和检出率

结石成分	占主要成分例数(例)	主要成分构成比(%)	成分检出例数(例)	检出率(%)
一水草酸钙	160	70.48	193	85.02
二水草酸钙	10	4.41	70	30.84
碳酸磷灰石	41	18.06	86	37.89
无水尿酸	10	4.41	14	6.17
六水磷酸铵镁	2	0.88	2	0.88
尿酸氢铵	1	0.40	1	0.40
L-胱氨酸	1	0.40	1	0.40
方解石	2	0.88	2	0.88

学意义($P<0.05$);二水草酸钙为主要检出成分中男10例,女0例,差异无统计学意义($P>0.05$);碳酸磷灰石为主要检出成分中男20例,女21例,女性碳酸磷灰石占比高于男性,差异有统计学意义($P<0.05$);其余各结石成分不同性别比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表3。

2.3 不同年龄结石成分差异 结石多发年龄 $>40\sim 60$ 岁,其中以 $>40\sim 50$ 岁年龄组患者最多;各年龄段检出成分均主要为一水草酸钙,其中无水尿酸结石的占比 >60 岁显著高于 <60 岁。见表4。

2.4 不同部位结石成分情况 肾结石标本97例,输

表3 不同性别患者的结石主要成分分布情况[例(%)]

结石成分	男(n=167)	女(n=60)	χ^2 值	P值
一水草酸钙	126(75.45)	34(56.67)	7.485	0.006
二水草酸钙	10(5.99)	0(0)	3.758	0.066
碳酸磷灰石	20(11.98)	21(35.00)	15.811	<0.001
无水尿酸	7(4.19)	3(5.00)	0.068	0.726
六水磷酸铵镁	1(0.60)	1(1.67)	0.576	0.460
尿酸氢铵	1(0.60)	0(0)	0.361	1.000
L-胱氨酸	0(0)	1(1.67)	2.796	0.264
方解石	2(2.99)	0(0)	0.725	1.000

尿管结石标本114例,膀胱结石标本13例,尿道结石标本3例;上尿路结石(肾及输尿管结石)明显多于下尿路结石(膀胱及尿道结石)。不同结石成分在肾、输尿管、膀胱及尿道的分布情况比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表5。

3 讨论

泌尿系结石为一种常见的多种病因的泌尿系疾病,其病因与代谢、地理位置、饮食、经济条件等相关。目前最新的研究表明,我国结石患病率呈上升趋势,且存在不同省份或地区的显著差异^[1]。泌尿系结石不仅患病率高,而且易复发,5~10年内复发率约为50%,20年内复发率约为75%^[2]。同时,结石可能会导致不同程度的肾绞痛、尿路感染、尿路梗阻、肾功能损害等,因此,泌尿系结石会给医疗系

统、家庭及社会带来较大负担。分析结石成分有利于为防治泌尿系结石提供个体化措施,建议对所有泌尿系结石的初诊患者进行结石成分分析,尤其是易复发的高危患者。分析一个地区泌尿系结石的成分,对该地区疾病的诊断、治疗及预防具有重要意义。

红外光谱分析可以根据结石成分的红外图谱确定其分子结构,对结石进行定性及定量分析,具有准确、快速、全面的优点^[3]。本研究采用红外光谱技术分析泰安市227例泌尿系结石标本成分,以草酸钙结石最常见,其中由于一水草酸钙结石的物理热力学比二水草酸钙结石更加稳定,故其主要构成比明显高于二水草酸钙结石;碳酸磷灰石占18.06%,无水尿酸约占4.41%。从结石成分的检出率分析,草酸钙结石的检出率高达91.63%,其中一水草酸钙结石检出率为85.02%,二水草酸钙结石检出率为30.84%;碳酸磷灰石检出率为37.89%,尿酸结石检出率6.17%。分析其原因为,我国最常见的结石成分以草酸钙结石为首,其次是碳酸磷灰石、尿酸结石等^[4]。泰安市地处华东地区,位于泰山南麓,草酸钙结石检出率高于山东省济南市及鲁南地区,可能与水质、土壤和当地膳食结构有关^[5-6]。饮食中草酸和钙的摄入对尿草酸排泄有重要影响,这也是草酸钙结石形成的主要原因。增加膳食中草酸的摄入量会导致尿草酸排泄增加,而减少草酸摄入会降低尿草酸排泄。有研究表明,对于结石患者,为减少草酸钙结石的复发,

表4 不同年龄段主要结石成分例数[例(%)]

结石成分	18~20岁	>20~30岁	>30~40岁	>40~50岁	>50~60岁	>60~70岁	>70~80岁	>80~82岁
一水草酸钙	3(60.00)	6(46.15)	21(63.64)	50(78.12)	45(71.43)	25(73.52)	8(66.67)	2(66.67)
二水草酸钙	0(0)	1(7.69)	5(15.15)	3(4.69)	1(1.58)	0(0)	0(0)	0(0)
碳酸磷灰石	1(20.00)	5(38.46)	6(18.18)	9(14.06)	14(22.22)	3(8.82)	1(8.33)	1(33.33)
无水尿酸	0(0)	0(0)	1(3.03)	1(1.56)	2(3.17)	4(11.76)	2(16.67)	0(0)
六水磷酸铵镁	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(1.58)	1(2.94)	0(0)	0(0)
尿酸氢铵	1(20.00)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
L-胱氨酸	0(0)	1(7.69)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
方解石	0(0)	0(0)	0(0)	1(1.56)	0(0)	0(0)	1(8.33)	0(0)

表5 不同部位的结石成分分布情况[例(%)]

结石成分	肾结石(n=97)	输尿管结石(n=114)	膀胱结石(n=13)	尿道结石(n=3)	χ^2 值	P值
一水草酸钙	69(71.13)	80(70.18)	8(61.54)	3(100.00)	1.406	0.736
二水草酸钙	2(2.06)	8(7.02)	0(0)	0(0)	3.368	0.330
碳酸磷灰石	18(18.56)	21(18.42)	2(15.38)	0(0)	0.267	1.000
无水尿酸	4(4.12)	5(4.38)	1(7.69)	0(0)	0.472	0.772
六水磷酸铵镁	1(1.03)	0(0)	1(7.69)	0(0)	7.184	0.079
L-胱氨酸	1(1.03)	0(0)	0(0)	0(0)	4.925	0.498
方解石	1(1.03)	0(0)	1(7.69)	0(0)	7.184	0.079
尿酸氢铵	1(1.03)	0(0)	0(0)	0(0)	4.925	0.498

建议使用食物表和其他营养来源调整草酸盐摄入量日<100 mg/d, 调整钙的摄入量为1 000~1 200 mg/d^[7]。

据报道, 泌尿系结石以男性多发, 尿路结石男女患者比例约在1.7:1至3.1:1之间^[8]。本研究中泌尿系结石男女比例为2.78:1.00, 男性与女性患者结石主要检出成分均为一水草酸钙结石, 而女性碳酸磷灰石占比高于男性。分析其原因可能为, 雄激素会增加尿酸排泄、提高血浆中草酸浓度和促进肾脏草酸钙晶体的沉积, 因此, 在肾结石的形成过程中雄激素受体可能起关键作用, 相反, 雌激素是防止结石形成的保护因素, 其抑制草酸诱导的氧化应激, 从而减少草酸钙晶体在肾脏中的沉积^[9]。此外, 男性尿路结石多发也与高体力劳动、多汗、低水分摄入、高蛋白饮食和饮酒等因素相关。草酸钙结石、尿酸结石为代谢性结石, 而碳酸磷灰石、六水磷酸镁铵为感染性结石。有研究表明, 男性更容易患代谢性结石, 而女性更易尿路感染, 故易患感染性结石; 草酸钙和尿酸结石患者以男性多见, 而磷酸钙和磷酸镁铵结石患者以女性居多^[10]。

一项关于中国的泌尿系结石现状与特点的研究指出, 尿路结石高发年龄为31~60岁(65.8%), 男性以31~50岁(46.4%)为发病高峰, 女性为41~60岁(47.1%); 51~60岁和61~70岁两个年龄段男女比例1:2, 表明此年龄范围内女性结石多于其他年龄段, 其可能与50岁后绝经后雌激素水平下降有关^[11]。本研究结果显示, 泰安地区以>40~60岁为结石高发年龄, 其中>40~50岁年龄患者最多; 随着年龄增加, 尿酸结石占比升高, >60岁尿酸结石患者显著多于<60岁患者。分析原因为, 尿酸结石随着年龄的增长而越来越常见, 尿酸结石形成的主要原因与尿pH值持续偏低、高尿酸尿及低尿量密切相关^[12]。老年人肾氨的分泌减少和尿酸增加可能导致尿液中尿酸严重饱和, 此外, 肥胖、胰岛素抵抗和糖尿病等疾病也会使尿液pH值降低, 最终导致尿酸结石增多^[13]。

泌尿系结石的形成与个人生活及饮食习惯等关系密切, 为预防结石形成及复发, 应保持良好的生活习惯及合理的膳食结构。结合泰安地区结石成分分析, 建议每日饮水量为2 000~3 000 ml, 增加尿量以降低尿中结石成分的过饱和状态; 减少摄入草酸含量高的食物, 如西红柿、菠菜、土豆等, 适当增加钙摄入, 钙摄入量控制在800 mg/d左右, 可摄入奶及奶制品; 肉类摄入越高, 结石形成的风险就越大,

饮食中控制动物蛋白摄入, 最多不超过1 g/(kg·d), 且增加水分多的水果蔬菜摄入, 有助于预防结石形成^[14]。此外, 男性群体应减少酒精摄入, 中老年人群应限制高嘌呤饮食, 女性应注意积极防治尿路感染, 有尿路结石个人史及家族史的人群建议定期进行影像检查和相关代谢指标检查, 积极预防和减少尿路结石的形成。

综上所述, 泰安地区结石以草酸钙结石为主, 发病率在年龄、性别方面有一定程度的差异, 尿路结石发病以上尿路结石为主。本研究仅就泰安市中心医院收治泌尿系结石患者进行分析, 所纳入研究的患者例数偏少, 有一定局限性, 需要更多样本及相关临床资料的研究, 继续深入探讨红外光谱分析泌尿系结石成分在临床中的应用价值, 为泰安地区泌尿系结石的治疗和降低复发率提供参考依据。

参考文献:

- [1] TAN S, YUAN D, SU H, et al. Prevalence of urolithiasis in China: a systematic review and meta-analysis [J]. *BJU Int*, 2024, 133(1): 34-43.
- [2] EISNER BH, GOLDFARB DS. A nomogram for the prediction of kidney stone recurrence [J]. *J Am Soc Nephrol*, 2014, 25(12): 2685-2687.
- [3] KRAVDAL G, HELGØ D, MOE MK. Infrared spectroscopy is the gold standard for kidney stone analysis [J]. *Tidsskr Nor Laegeforen*, 2015, 135(4): 313-314.
- [4] SUN X, SHEN L, CONG X, et al. Infrared spectroscopic analysis of 5, 248 urinary stones from Chinese patients presenting with the first stone episode [J]. *Urol Res*, 2011, 39(5): 339-343.
- [5] 刘冉冉, 王莉, 纪荣建, 等. 山东省济南市单中心泌尿系结石成分及特征分析[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2021, 36(11): 893-896.
- [6] 李坤, 王广健, 高磊, 等. 鲁南地区340例泌尿系结石成分分析[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2019, 34(3): 193-196.
- [7] HOLMES RP, KNIGHT J, ASSIMOS DG. Lowering urinary oxalate excretion to decrease calcium oxalate stone disease [J]. *Urolithiasis*, 2016, 44(1): 27-32.
- [8] WANG S, ZHANG Y, ZHANG X, et al. Upper urinary tract stone compositions: the role of age and gender [J]. *Int Braz J Urol*, 2020, 46(1): 70-80.
- [9] WANG Z, ZHANG Y, ZHANG J, et al. Recent advances on the mechanisms of kidney stone formation (Review) [J]. *Int J Mol Med*, 2021, 48(2): 149.
- [10] MA RH, LUO XB, LI Q, et al. Systemic analysis of urinary stones from the northern, eastern, central, southern and southwest China by a multi-center study [J]. *BMC Urol*, 2018, 18(1): 114.
- [11] YE Z, ZENG G, YANG H, et al. The status and

- characteristics of urinary stone composition in China [J]. *BJU Int*, 2020, 125(6): 801–809.
- [12] 张开能, 柯昌兴. 尿酸结石的病理生理机制与诊疗进展[J]. *医学新知*, 2022, 32(3): 223–228.
- [13] ZHANG S, HUANG Y, WU W, et al. Trends in urinary stone composition in 23, 182 stone analyses from 2011 to 2019: a high-volume center study in China [J]. *World J Urol*, 2021, 39(9): 3599–3605.
- [14] 柯卓丽, 孙丹丹, 陈雪莲. 泌尿系结石患者饮食营养认知的调查分析[J]. *中华腔镜泌尿外科杂志(电子版)*, 2020, 14(3): 208–211.