

# 红外光谱法测定大连地区 1761 例泌尿系结石成分分析

陶胜华<sup>1</sup>,王 炜<sup>2</sup>,王 群<sup>2</sup>,沈 宸<sup>2</sup>,范 博<sup>2</sup>,王小刚<sup>2</sup>,陈志岐<sup>2</sup>,于 娜<sup>2</sup>,李先承<sup>2</sup>

(1. 大连医科大学 第二临床学院,辽宁 大连 116044;2. 大连医科大学附属第二医院 泌尿外科,辽宁 大连 116027)

**[摘要]** 目的 探讨大连地区泌尿系结石的成分组成,为临床防治提供依据。方法 收集 2017 年 3 月至 2019 年 12 月共 1761 例结石标本,包括男性 1140 例,女性 621 例,年龄 7 个月~93 岁,上尿路结石 1626 例,下尿路结石 135 例。采用红外光谱分析法分析结石成分,比较不同年龄段患者在性别及结石位置上的差异。结果 男性高发;高发年龄段为 51~70 岁,该年龄段患者占所有患者的 60% 以上;一水草酸钙检出率最高为 75.87%,其次为碳酸磷灰石 45.26%;单纯型结石 761 例(43.21%),混合型结石 1000 例(56.79%)。结论 大连地区泌尿系结石成分以草酸钙为主,混合结石多于单纯结石,给予个体化生活指导建议有利于本地泌尿系结石的防治。

**[关键词]** 泌尿系结石;结石分析;复发

**[中图分类号]** R691 **[文献标志码]** A **文章编号:**1671-7295(2020)03-0198-04

## Clinical analysis of the composition of urinary calculus in 1761 cases in Dalian by infrared spectroscopy

TAO Shenghua<sup>1</sup>, WANG Wei<sup>2</sup>, WANG Qun<sup>2</sup>, SHEN Chen<sup>2</sup>, FAN Bo<sup>2</sup>,  
WANG Xiaogang<sup>2</sup>, CHEN Zhiqi<sup>2</sup>, YU Na<sup>2</sup>, LI Xiancheng<sup>2</sup>

(1. *Dalian Medical University, Dalian 116044, China*; 2. *Department of Urology, the Second Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116027, China*)

**[Abstract]** **Objective** The composition of urinary calculi in Dalian area was preliminarily discussed to provide a basis for clinical prevention and treatment. **Methods** A total of 1761 stone specimens were collected from 1140 males and 621 females between March 2017 and December 2019. The patients' age ranged from 7 months to 93 years-old. Most of the stones were obtained from the upper urinary tract (1626/1761). The components of calculi were analyzed by infrared spectroscopy. **Results** Most of the patients were men, with a male-to-female ratio of 1.68. Upper urinary calculi were more common. The age group with high incidence was 51 to 70 years-old, which accounted for more than 60% of all patients. The detection rate of calcium oxalate monohydrate was the highest (75.87%), followed by carbonate apatite (45.26%). There were 761 cases of simple calculi (43.21%) and 1000 cases of mixed calculi (56.79%). **Conclusions** The composition of urinary calculi in Dalian area was mainly calcium oxalate, and mixed calculi were more common than simple calculi. Individualized life guidance is helpful for the prevention and treatment of urinary calculi locally.

**[Keywords]** urinary calculi; stone analysis; recurrence

泌尿系结石(calcium oxalate monohydrate)又称尿石病,是泌尿系统最常见的三大疾病之一。泌尿系结石发病率、复发率均较高,在不同地区,其发病率具有显著的差异<sup>[1]</sup>,我国南方发病率大约在

30%以上,北方一般低于 11%,中部地区则介于两者之间。泌尿系结石 1 年复发率为 6%~17%,估算终生复发率在 60%~80%<sup>[2]</sup>。泌尿系结石复发率极高,如何有效预防结石复发显得尤为关键。结

基金项目:国家自然科学基金项目(81972831)

第一作者简介:陶胜华(1997-),女,本科生。E-mail:3075654981@qq.com

通信作者:李先承,教授。E-mail:xiancheng\_li@163.com

石成分分析通过分析结石的“病理”,有助于针对性地进行预防。现有的结石分析技术包括化学分析法、红外光谱法、扫描电镜能谱分析、显微 CT 等<sup>[3]</sup>。傅里叶变换红外光谱分析法因其灵敏度高、所需样本量少等优点,已成为临床应用最广泛的方法。相关报道显示,不同地区的结石成分及临床特征存在明显差异,故在结石的防治措施上应根据本地具体情况而定,国内现已有多个地区的结石分析报道,但大连地区尚未有此类报道,本研究对大连地区泌尿系结石患者的结石标本进行成分分析,为大连地区尿石病的防治提供科学的临床依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选择 2017 年 3 月至 2019 年 12 月期间在大连医科大学附属第二医院经过经皮肾镜碎石取石术(PCNL)、输尿管镜取石术(URL)、体外冲击波碎石术(ESWL)治疗留取的尿路结石标本共 1761 例,所选患者均为大连地区长期居住人口,均具有明确的影像学证据可支持泌尿系结石的诊断。所有结石标本均送至结石分析室进行成分分析。

1761 例入选患者年龄 7 个月~93 岁,平均(55.22±15.13)岁,男性患者 1140 例,平均年龄(54.54±15.44)岁,女性患者 621 例,平均年龄(56.47±14.47)岁。上尿路结石患者 1626 例,男女比例 1.68:1,下尿路结石患者 135 例,男女比例

8:1。比较不同年龄段患者在性别及结石位置上的差异。

### 1.2 分析方法

本研究使用红外光谱仪(济南鼎舜医疗器械有限公司,SUN-3G 型)进行结石成分分析。将结石标本置于烤箱中 100 °C 加热 5~10 min 烘干,取小米粒大小结石标本于玛瑙研钵中,加入干燥的溴化钾粉末,研磨均匀,将粉末装入压片模具,用压片机 16 Mpa 打压 5 s,获得均匀的半透明压片,置于解释分析仪中采集光谱,使用电脑软件对光谱进行分析,生成结石报告。

### 1.3 统计学方法

应用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析,计量资料均以均值±标准差表示,计数资料均以例数或百分比表示,组间比较采用卡方( $\chi^2$ )检验或 Fisher 精确检验法,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 结石在不同性别、年龄患者中的分布情况

结石高发年龄为 51~70 岁,31~60 岁的患者中,男性显著多于女性( $P<0.05$ ),其他年龄段的患者性别差异不明显;31 岁以上的患者上尿路结石显著多于下尿路结石( $P<0.05$ )。见表 1。下尿路结石患者主要为男性(120/135),女性以上尿路结石为主,下尿路结石极少,差异具有统计学意义( $P<0.001$ ),见表 2。

表 1 各年龄段发病率与性别及结石位置的关系

Tab 1 Relationship of the incidence, gender and stone location in each age group [n(%)]

年龄(岁)	性别		P	结石位置		P
	男	女		上尿路	下尿路	
7 个月~	9(0.79)	2(0.32)	0.383	10(0.62)	1(0.74)	1.000
11~	10(0.88)	3(0.48)	0.528	13(0.80)	0(0)	0.616
21~	48(4.21)	34(5.48)	0.229	79(4.86)	3(2.22)	0.236
31~	178(15.61)	56(9.02)	0.000	230(14.15)	4(2.96)	0.000
41~	188(16.49)	79(12.72)	0.035	264(16.24)	3(2.22)	0.000
51~	273(23.95)	195(31.40)	0.001	455(27.98)	13(9.63)	0.000
61~	262(22.98)	157(25.28)	0.279	371(22.82)	48(35.56)	0.001
71~	172(15.09)	95(15.30)	0.906	204(12.55)	63(46.67)	0.000
合计	1140(100)	621(100)		1626(100)	135(100)	

表 2 性别与结石位置的关系

Tab 2 Relationship between gender and stone location

性别	上尿路	下尿路	[n(%)]	
			$\chi^2$	P
男	1020(62.73)	120(88.89)	37.362	0.000
女	606(37.30)	15(11.11)		

### 2.2 结石成分

结合国内相关研究的分类,对本研究结石分析报告结果进行整理,所有分析结果共涉及 13 种结石成分,以一水草酸钙最为多见,其次为碳酸磷灰石、二水草酸钙、无水尿酸,其他成分相对较少。见表 3。

表 3 各种结石成分的检出率

Tab 3 Detection rate of various stone components

结石成分	检出率(%)
一水草酸钙	75.87
碳酸磷灰石	45.26
二水草酸钙	20.73
无水尿酸	15.39
羟基磷灰石	6.76
六水磷酸铵镁	6.30
尿酸氢铵	1.87
无定形磷酸钙	1.08
一水尿酸氢钠	0.57
二水磷酸氢钙	0.51
二水尿酸	0.45
磷酸三钙	0.45
L-胱氨酸	0.11

单纯型结石 761 例(43.21%),混合型结石

1000 例(56.79%),单纯型结石中最常见的为一水草酸钙(25.33%),其次为无水尿酸(9.14%)、二水草酸钙(3.63%),混合型结石中最常见的是草酸钙+磷酸钙混合结石(39.35%),其次是尿酸及尿酸钠+草酸钙(5.74%)、一水草酸钙+二水草酸钙(5.22%)。报告为无水尿酸结石、尿酸及尿酸钠+草酸钙混合结石的患者中男性多于女性( $P < 0.05$ ),多种感染性结石(六水磷酸铵镁、羟基磷灰石、六水磷酸铵镁+碳酸磷灰石、六水磷酸铵镁+尿酸氢铵+碳酸磷灰石)的患者中女性显著多于男性( $P < 0.05$ )。大多数类型的结石都多发于上尿路,其中一水草酸钙、无水尿酸、尿酸及尿酸钠+草酸钙、六水磷酸铵镁+尿酸氢铵+碳酸磷灰石 4 种类型结石的结石位置有显著差异( $P < 0.05$ ),其余类型结石的位置差异无统计学意义。见表 4。

表 4 不同结石类型中患者性别及结石部位分布情况

Tab 4 Distribution of gender and location of stones in different types of stones

(n)

结石类型	n(%)	性别		P	结石部位		P
		男	女		上尿路	下尿路	
单纯型结石							
一水草酸钙	446(25.33)	285	161	0.669	436	10	0.000
无水尿酸	161(9.14)	124	37	0.001	126	35	0.000
二水草酸钙	64(3.63)	47	17	0.138	63	1	0.103
羟基磷灰石	19(1.08)	5	14	0.000	17	2	0.970
无定形磷酸钙	19(1.08)	9	10	0.111	18	1	1.000
六水磷酸铵镁	17(0.97)	1	16	0.000	16	1	1.000
碳酸磷灰石	10(0.57)	4	6	0.190	10	0	1.000
二水磷酸氢钙	9(0.51)	7	2	0.637	7	2	0.309
二水尿酸	8(0.45)	7	1	0.327	8	0	1.000
一水尿酸氢钠	4(0.23)	4	0		4	0	
尿酸氢铵	2(0.11)	0	2		2	0	
L-胱氨酸	2(0.11)	0	2		2	0	
混合型结石							
草酸钙+磷酸钙	693(39.35)	449	244	0.969	648	45	0.136
尿酸及尿酸钠+草酸钙	101(5.74)	83	18	0.000	81	20	0.000
一水草酸钙+二水草酸钙	92(5.22)	63	29	0.440	90	2	0.067
六水磷酸铵镁+碳酸磷灰石+草酸钙	38(2.16)	20	18	0.114	36	2	0.799
六水磷酸铵镁+碳酸磷灰石	37(2.10)	14	23	0.001	33	4	0.679
六水磷酸铵镁+尿酸氢铵+碳酸磷灰石	15(0.85)	6	9	0.044	10	5	0.001
尿酸及尿酸钠+磷酸钙	4(0.23)	2	2		4	0	
尿酸及尿酸钠+草酸钙+磷酸钙	3(0.17)	2	1		1	2	
六水磷酸铵镁+碳酸磷灰石+尿酸氢铵+一水草酸钙	3(0.17)	1	2		2	1	
尿酸氢铵+无水尿酸	3(0.17)	2	1		3	0	
尿酸氢铵+无水尿酸+一水草酸钙	3(0.17)	1	2		2	1	
尿酸氢铵+一水草酸钙	2(0.11)	2	0		2	0	
尿酸氢铵+碳酸磷灰石+草酸钙	2(0.11)	1	1		2	0	
尿酸氢铵+磷酸钙	2(0.11)	1	1		1	1	
六水磷酸铵镁+尿酸氢铵	1(0.06)	0	1		1	0	
一水尿酸氢钠+无水尿酸	1(0.06)	0	1		1	0	
合计	1761(100)	1140	621		1626	135	

### 3 讨论

泌尿系结石病由于其高发病率与高复发率,始终是一个全球性的疾病负担<sup>[1-2]</sup>。由于不同成分的结石可能涉及不同的成石机制与成石环境<sup>[4]</sup>,进行结石成分分析对预防结石复发来说显得尤为重要。准确的结石分析可根据报告结果推测其形成条件,有针对性地为病人提出个体化预防建议。本研究所用的红外光谱法,具有灵敏度高、检测时间短、需要样本量少等优点<sup>[5]</sup>,已成为全球范围内认可度最高的结石分析技术。

本研究对大连地区共 1761 例泌尿系结石患者进行统计及结石成分分析。分析结果与既往各地相关报道的特点基本一致<sup>[6-9]</sup>,都表现出男多于女、上尿路结石为主、结石成分以草酸钙最为常见的特点。从患者的基本特征来看,全球范围内的结石病都呈现出男多于女的特点,本研究亦然,这可能跟不同性别人群的饮食习惯及解剖生理因素的差异有关<sup>[10]</sup>,包括尿道解剖、雌激素水平变化<sup>[11-12]</sup>等。草酸钙结石的病人多存在高钙尿、高草酸尿等代谢异常表现,高钙尿在磷酸钙结石患者中也常见,有研究发现,尿中草酸钙、磷酸钙的相对过饱和与结石形成的危险性呈正相关<sup>[13]</sup>,并且某些导致草酸钙相对过饱和的因素也能导致磷酸钙的相对过饱和,比如尿钙、枸橼酸和尿量等,但在磷酸钙结石形成中,较高的尿 pH 值具有更重要的作用<sup>[10]</sup>。在临床上,调整某些成分的相对过饱和度可以作为治疗和预防的一个目标<sup>[14]</sup>。尿酸结石形成的主要危险因素是低尿 pH 值和高尿酸尿<sup>[15]</sup>,高尿酸尿的形成主要是由于嘌呤摄入过多,同时,富含嘌呤的动物蛋白也可导致尿 pH 降低<sup>[16]</sup>。尿酸类结石的比例在国内各地的差异较为显著<sup>[4,8]</sup>,比较近年来的研究结果,两广地区尿酸结石比例多在 15% 以上,部分超过 30%,与当地炎热气候有密切关系<sup>[17]</sup>;海口地区尿酸结石约 13%,安徽芜湖、湖北天门地区尿酸比例都在 15% 以上,山东南部及烟台、威海超过 20%,本研究显示大连地区为 16%,这些地区均为沿海沿江地带,鱼虾蟹贝等高蛋白、高嘌呤的水产品食用较多<sup>[16,18]</sup>,有些地区居民的饮酒习惯也增加了嘌呤摄入量,易导致尿酸结石形成<sup>[6]</sup>,因此改善饮食结构可以降低尿酸结石复发概率。六水磷酸铵镁、碳酸磷灰石等感染性结石在各地的差异不大,只在拉萨等地比例较高,可能是由于当地医疗卫生条件相对不发达,卫生意识较薄弱。

综上所述,大连地区泌尿系结石成分以草酸钙

为主,男性多于女性,高发年龄为 50~70 岁。结石成分分析有助于制定个体化的临床策略和针对性地改善生活习惯,对本地泌尿系结石的防治有重要意义。

### 参考文献:

- [1] Sorokin I, Mamoulakis C, Miyazawa K, et al. Epidemiology of stone disease across the world [J]. *World J Urol*, 2017, 35(9): 1301-1320. DOI:10.1007/s00345-017-2008-6.
- [2] Liu Y, Chen Y, Liao B, et al. Epidemiology of urolithiasis in Asia [J]. *Asian J Urol*, 2018, 5(4): 205-214. DOI:10.1016/j.ajur.2018.08.007.
- [3] 叶冬晖,李虹,王坤杰.泌尿系结石成分分析的临床应用进展[J].*现代医药卫生*, 2018, 34(5): 657-660. DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2018.05.004.
- [4] 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. DOI:10.1186/s12894-018-0428-2.
- [5] Khan AH, Imran S, Talati J, et al. Fourier transform infrared spectroscopy for analysis of kidney stones [J]. *Investig Clin Urol*, 2018, 59(1): 32-37. DOI:10.4111/icu.2018.59.1.32.
- [6] Zhang X, Ma J, Wang N, et al. Urinary stone composition analysis of 3684 patients in the eastern Shandong region of China [J]. *J Int Med Res*, 2019, 300060519887266. DOI:10.1177/0300060519887266.
- [7] Wu WQ, Yang BC, Ou LL, et al. Urinary stone analysis on 12, 846 patients: a report from a single center in China [J]. *Urolithiasis*, 2014, 42(1): 39-43. DOI:10.1007/s00240-013-0633-0.
- [8] Zhang J, Wang GZ, Jiang N, et al. Analysis of urinary calculi composition by infrared spectroscopy: a prospective study of 625 patients in Eastern China [J]. *Urol Res*, 2010, 38(2): 111-115. DOI:10.1007/s00240-010-0253-x.
- [9] Chou YH, Li CC, Wu WJ, et al. Urinary stone analysis of 1,000 patients in southern Taiwan [J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2007, 23(2): 63-66. DOI:10.1016/S1607-551X(09)70376-6.
- [10] Lieske JC, Rule AD, Krambeck AE, et al. Stone composition as a function of age and sex [J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2014, 9(12): 2141-2146. DOI:10.2215/CJN.05660614.
- [11] Zhao ZJ, Mai ZL, Ou LL, et al. Serum estradiol and

- rates in patients with rectovaginal fistula—a retrospective cohort study[J]. *Int J Surg*, 2016, 25: 114—117. DOI:10.1016/j.ijso.2015.12.005.
- [13] Mukwege D, Mukanire N, Himpens J, et al. Minimally invasive treatment of traumatic high rectovaginal fistulas[J]. *Surg Endosc*, 2016, 30(1): 379—387. DOI: 10.1007/s00464-015-4192-z.
- [14] Dapri G, Degueudre M. Pure transanal minimally invasive surgical repair of early rectovaginal fistula — a video vignette[J]. *Colorectal Dis*, 2017, 19(3): 304—305. DOI:10.1111/codi.13618.
- [15] Zheng HT, Guo TN, Wu YC, et al. Rectovaginal fistula after low anterior resection in Chinese patients with colorectal cancer[J]. *Oncotarget*, 2017, 8(42): 73123—73132. DOI:10.18632/oncotarget.17046.
- [16] 邢念国,高连刚. 直肠黏膜柱状缝扎加生物补片肛门环缩治疗直肠脱垂 28 例疗效观察[J]. *中国肛肠病杂志*, 2018, 38(04): 39—40.
- [17] 陈永连,柳晓春,郑玉华,等. 生物补片治疗 42 例重度盆腔器官脱垂疗效分析[J]. *广东医学*, 2018, 39(4): 555—558. DOI:10.13820/j.cnki.gdyx.2018.04.006.
- [18] Balla A, Quaresima S, Smolarek S, et al. Corrigendum: correction of the fourth author's affiliation. Synthetic versus biological mesh—related erosion after laparoscopic ventral mesh rectopexy: a systematic review[J]. *Ann Coloproctol*, 2017, 33(6): 253. DOI: 10.3393/ac.2017.33.6.253.
- [19] Inama M. Use of biological mesh in trans—anal treatment for recurrent recto—urethral fistula[J]. *Int Urol Nephrol*, 2017, 49(12): 2169. DOI: 10.1007/s11255-017-1704-x.
- [20] Batura D. Apropos use of biological mesh in trans—anal treatment for recurrent recto—urethral fistula[J]. *Int Urol Nephrol*, 2017, 49(12): 2167. DOI: 10.1007/s11255-017-1702-z.
- [21] Shalaby M, Matarangolo A, Capuano I, et al. Erosion after laparoscopic ventral mesh rectopexy with a biological mesh[J]. *Tech Coloproctol*, 2017, 21(12): 985—986. DOI:10.1007/s10151-017-1729-2.

(收稿日期:2019-11-26;修回日期:2020-05-18)

(上接第 201 页)

- testosterone levels in kidney stones disease with and without calcium oxalate components in naturally postmenopausal women [J]. *PLoS One*, 2013, 8(9): e75513. DOI:10.1371/journal.pone.0075513.
- [12] Peerapen P, Thongboonkerd V. Protective cellular mechanism of estrogen against kidney stone formation: a proteomics approach and functional validation[J]. *Proteomics*, 2019, 19(19): e1900095. DOI:10.1002/pmic.201900095.
- [13] Prochaska M, Taylor E, Ferraro PM, et al. Relative supersaturation of 24—hour urine and likelihood of kidney stones [J]. *J Urol*, 2018, 199(5): 1262—1266. DOI:10.1016/j.juro.2017.10.046.
- [14] Imran K, Zafar MN, Fatima N, et al. Chemical composition of stones in paediatric urolithiasis[J]. *J Ayub Med Coll Abbottabad*, 2017, 29(4): 630—634.
- [15] Carbone A, Al Salhi Y, Tasca A, et al. Obesity and kidney stone disease: a systematic review[J]. *Italian J Urol Nephrol*, 2018, 70(4): 393—400. DOI: 10.23736/S0393-2249.18.03113-2.
- [16] Hossain RZ, Ogawa Y, Hokama S, et al. Urolithiasis in Okinawa, Japan; a relatively high prevalence of uric acid stones[J]. *Int J Urol*, 2003, 10(8): 411—415. DOI:10.1046/j.1442-2042.2003.00656.x.
- [17] 梁荣杰,陈增谋,胡春勇,等. 桂东地区泌尿系结石患者结石成分与相关危险因素的分析[J]. *现代泌尿外科杂志*, 2018, 23(5): 366—368, 372. DOI:10.3969/j.issn.1009-8291.2018.05.012.
- [18] 凌生涛,谢登娥,姚启盛,等. 湖北十堰地区泌尿系结石成分及特征分析[J]. *临床外科杂志*, 2019(10): 879—881.

(收稿日期:2020-01-10;修回日期:2020-05-25)