

尿路结石的成份和结构

(附155例分析)

泌尿外科 蔡松良* 魏克湘
 附属第一医院 检验科 赵允文 徐根云

尿路结石症是临床常见的疾病,占我院泌尿外科住院病人的首位。由于术后容易复发,防治方法有待进一步探讨,本文仅对155例、501枚尿路结石作一分析,现将结果报告如下。

材料和方法

一、材料:本文无选择地收集我科1976~1980年155例经手术取出的501枚结石标本,作理化分析。病人来自全省各地,可反映本省尿路结石症的发病情况。

二、方法:①观察结石标本外形、颜色并测量其大小、重量和比重;同时拍摄标本X线片,并与腹部平片对照;②分析每一结石剖面结构与X线片表现的关系(X线观察结果见另文报道);③记录剖锯结石时的坚硬度、湿度和粉末的颜色,常规分层采取标本,作化学成分分析;④部分结石进一步作X线衍射法分析。

资料分析

一、部位、性别与年龄:155例中上尿路结石113例(72.9%),下尿路结石42例。男113例,女42例,男:女为2.7:1。男女上尿路结石之比为2.0:1;下尿路结石为9.5:1。青壮年上尿路结石较多,21~50岁共90例,占上尿路结石的79.6%。年长者下尿路结石常见,51~80岁27例,占下尿路结石的64.3%。

二、结石大小:结石横径大于8mm者

132例,占85.2%,4~7.9mm22例(14.2%),仅1例(0.6%)小于4mm。其中肾92.2%(83/90)、输尿管34.8%(8/23)、膀胱100%(34/34)和尿道87.5%(7/8)结石大于8mm。最大者按前述部位分别为57×31、25×12、78×70、25×20mm。

三、结石的成分:经化学分析,本组病例大多数系混合结石,其中含钙结石140例(90.3%),含草酸钙结石126例(81.3%),含磷酸钙结石88例(56.8%),含尿酸结石85例(54.8%),含磷酸镁铵结石28例(18.1%),含胱氨酸结石1例(0.6%);纯的草酸钙、尿酸和磷酸钙结石分别为22、14和1例。上尿路结石以草酸钙结石占多数(93.8%),下尿路结石以含尿酸结石占优势(95.2%)。

30例结石标本作化学分析同时,以X线衍射分析法鉴定,两种分析方法所得结果基本符合。但化学分析法对含草酸钙量较少的结石常出现假阴性,而检出的碳酸钙及磷酸钙成分有假阳性之虑(附表)。

附表 30例结石成分分析结果及结石表面闪光点情况

化学分析(例)	X线衍射分析(例)	结石表面闪光点
纯草酸钙 22	纯一水草酸钙 10	无
	一水+二水草酸钙 8	中等量
	二水+少量一水草酸钙 4	多量
草酸钙+磷酸钙 2	一水+二水草酸钙 2	中等量
草酸钙+少量磷酸钙 2	一水+二水草酸钙 2	中等量
磷酸镁铵+磷酸钙 2	磷酸镁铵 2	无
纯尿酸 2	尿酸+少量一水草酸钙 2	无

一般认为磷酸镁铵结石有形成鹿角形肾结石和多发性尿路结石的倾向⁽¹⁾。本组90例肾结石中鹿角形结石32例，占35.6%，其中草酸钙和磷酸钙成分鹿角形结石的发生率为23.2%(13/56)，尿酸结石为37.8%(17/45)，磷酸镁铵结石为13.3%(2/15)。尿酸结石有较多形成鹿角形肾结石的倾向。155例尿路结石中多发性尿路结石56例占36.1%，其中草酸钙和磷酸钙结石多发率为32.1%(18/56)，尿酸结石为29.4%(25/85)，含磷酸镁铵结石为28.6%(8/28)，三者间无明显差别。

四、核心成分：结石剖面见有核心者96例(61.9%)，大小从肉眼刚能见到至数毫米直径，与周围分界明显。下尿路结石中81.0%，上尿路结石中54.9%可辨认出核心。含钙核心65例(67.7%)，含尿酸核心60例(62.5%)，纯尿酸核心31例(32.3%)。结石核心成分与外层成分相同者48例，不同者48例。

五、结石比重：测定123例结果：一水草酸钙结石比重最大，为 $1.86 \pm 0.12 \text{g/cm}^3$ (均数±标准差)，尿酸次之，为 1.48 ± 0.17 ，磷酸钙为 1.39 ± 0.12 ，磷酸镁铵最小，为 1.36 ± 0.20 。上尿路结石比重较大(1.59 ± 0.18)，下尿路结石较小(1.51 ± 0.22)。

六、结石外表、质地和粉末的特点：由于成石晶体各具有特征，约有90%(141/155)尿路结石可藉其外表、质地和粉末，判断其主要成分。

草酸钙结石最为常见，其主要成分是一水草酸钙。表面多呈半球形、颗粒状突起，由于颗粒大小不同，大者如菠萝状(20例)，中等大者呈桑椹状(10例)，细小者呈粟粒状(8例)，混合形8例。小而圆滑的结石6例。结石在肾盂肾盏时可铸成鹿角石(11例)，4例在膀胱内形成星状结石(Jackstone)(图1)。呈褐色、棕黑色，坚硬难锯，难以研细，粗粉末如高粱粉样，细粉末为灰白色。

二水草酸钙为主的结石4例，结晶常为边长约1~2mm白色的双正方形角锥(图2)，多是嵌入在一水草酸钙的表面。结石表面粗糙，肉色、半透明状，在光照下有多量闪光点。

纯磷酸钙结石罕见，仅发现1例，多与草酸钙形成混合石。外形不定，较疏松，锯时松而脆。

纯尿酸结石常见(14例)，多呈圆形、扁圆形，仅1例为鹿角形结石。7例膀胱内多发性结石呈钷嵌状的多面体。表面除2例为颗粒状结构外均较光滑，呈黄色、桔红色或褐色，但粉末全为黄色。质坚实，锯时湿度大。断面分层明显。83.1%(59/71)的混合结石系尿酸与草酸钙构成。

磷酸镁铵多与草酸钙(18例)、磷酸钙(14例)和尿酸(14例)形成混合结石(图3)，体积较大，呈圆形或铸形。灰白而无光泽，质松软，易风化而层层剥落，粉末土灰色。

七、结石剖面观察：尿路结石并非晶体成分与基质的简单堆积，而具有一定结构，其内部处于不断地运动和变化之中。除了核心、分层、放射状条纹(图4)和小球体结构外，尚有如下发现：

1. 结石内部疏松窠的形成：较大的草酸钙、磷酸钙结石的外周呈规则均匀的分层，而其中心部却是褐色的放射状疏松窠(图5)或片状疏松窠。本组结石内部有疏松窠的57例(39%)。

2. 同心层的形成现象：共有8例，结石外周为粗大的晶体颗粒沉积，无规律地排列，而中心部位分层明显，层间充填疏松的异晶质层。结石中心部与外周有一分层逐步明朗的移行带(图6)。这一现象多见于草酸钙和磷酸钙的混合结石。

3. 晶体呈放射状柱状生长(图7)：本组有10例，为草酸钙结石的现象，柱状之间为密度低的成分所充填。

讨 论

一、尿石的成分和部位因地区而异，西方国家多为上尿路结石，草酸钙结石占2/3以上，尿酸结石不足8%。相反在中远东和印度等地，原发性膀胱结石相当常见，泰国某些地区的膀胱结石发病率特别高，其中82%为尿酸结石⁽²⁾。近年国内膀胱结石明显减少⁽¹⁾。上尿路结石以草酸钙结石为主，下尿路以尿酸结石为常见⁽³⁾。杭州地区1948~1956年尿石症调查统计中含尿酸结石达81%，上、下尿路纯尿酸结石均为67%，而含钙结石仅占17%⁽⁴⁾。本组155例中，含钙结石高达90%，含尿酸结石为55%。尿酸成分的下降主要是上尿路结石中尿酸结石的减少(39%)，而下尿路结石成分并没有变化(尿酸结石占95%)。尿石核心含有尿酸成分的在上尿路占45%，下尿路为94%。与国内其他省分相比，本省尿路结石中尿酸成分相对较高。

二、尿路结石的成分分析有多种方法，各具优缺点，就成分鉴定的正确性来说，首推X线衍射分析法^(2,5)。临床上广泛应用的化学分析法简单易行，但常出现碳酸盐假阳性的结果⁽²⁾。本组30例作化学和X线衍射分析法对比，发现化学分析法对草酸盐成分无假阳性而有假阴性，碳酸钙及磷酸钙有假阳性而无假阴性。虽然这些结果并不太影响临床的防治，但在解释化学分析的结果时应引起注意。因此本组155例化学分析得出的数据中，草酸钙比例可能比实际数为低，而磷酸钙及碳酸钙比实际数为高。

三、Prien认为草酸钙结石的褐色由血液染成⁽⁵⁾。草酸钙结石几乎全为一水盐和二水盐组成，前者圆滑，后者粗糙⁽⁵⁾。可以推理粗糙结石比圆滑结石容易引起尿路壁的损伤而出血，所以如以“血染”来解释，那么一水盐圆滑应为白色，二水盐粗糙应为褐色，这显然与事实不符。根据临床大量标本观察，一水草酸钙结石圆滑而呈褐色，二水草酸钙结石粗糙而呈白色⁽⁵⁾。结石的颜色主要与结晶的形状、大小和密集度有关。所

以草酸钙结石的颜色多半是结晶本身的特征的反应，“血染”成褐色的说法值得怀疑。

四、上尿路结石在光照下(灯光或日光)常可见闪闪发光的光点，113例中有闪光点者48例占42.5%，化学分析全都含有草酸钙成分。为了确定何种成分闪光，对30例结石作了X线衍射分析，结果表明只有二水草酸钙结石表面具有闪光点，光点的数量与二水草酸钙含量成正比(附表)。由此可以推论光照下结石表面出现闪光点是二水草酸钙晶体反光所致，因此是草酸钙结石的特征。这也与晶体的特征相吻合，组成结石的二水草酸钙晶体不互相融合，所以有无数个反光的晶体小平面。而一水草酸钙、尿酸晶体多相互融合^(5,6)，由此失去了反光的平面而无闪光点。磷酸钙和碳酸钙晶体是组成尿路结石的最小晶体，对光具有单折射性，不能在偏光显微镜下看到⁽⁶⁾，因而也没有闪光点可见。

五、结石内部处于不断地变化之中，本组39%(57例)结石外周规则均匀分层。而中心部分层消失，成为十分疏松的褐色的颗粒，暂名为“疏松窠”。该现象多见于较大的草酸钙结石。这可能是晶体借溶解、固定和扩散作用重新排列组合，排出异晶质和结石内部脱水后形成⁽⁷⁾，是结石衰老的表现。设想如能促使结石尽快老化，连外壳也变成疏松堆积的晶体，那么大块的结石也可呈碎块自行排出。

六、本组93%结石剖面可见分层，草酸钙和尿酸结石常有均匀规则的同心层，其成因尚不清楚。Boyce观察到同心层总是无定形基质层与晶体层的交替，从而推测晶体在基质同心层的构架上沉积而成⁽⁸⁾。本组观察到某些结石有一个同心层形成的过程(从不分层到分层)，也有同心层消失的过程(结石内部疏松窠的形成)，这难以用一成不变的结石构架来解释。Prien也观察到部分石结，特别是草酸钙和磷酸钙混合结石，内部分层而外周不分层，内部是草酸钙和磷酸钙的交替层，而外周是二种成分的(下转第224页)

尿路结石的成分和结构

(附155例分析)

(正文见第245页)



- 图 1 膀胱内一水草酸钙星状结石
- 图 2 结石表面为典型的“藓形”尿酸盐在内部的“囊形”尿酸结石上分层沉积，内部龟板状一端系十余枚小尿酸结石胶聚在一起
- 图 3 纯一水草酸钙结石剖面的放射状条纹、核心及分层
- 图 4 结石内部形成的放射状疏松聚集
- 图 5 结石外周为粗大颗粒不成层，向内逐步分层
- 图 6 结石内部的放射状柱状结构
- 图 7

以 5 mW/cm² 功率密度的 3 GHz 脉冲微波辐射小鼠 37 天, 共 112h, SAR 为 5.5mW/g。辐射动物外周血的白细胞及淋巴细胞绝对值明显增高, 与对照组相比有非常显著差异。以酯酶染色测得辐射组淋巴细胞中主要是酯酶阳性细胞增多。经 7 天及 37 天辐射, 酯酶阳性细胞百分率由 45.67%, 分别增加到 65.25% 及 63.64% (P < 0.005); 对照组则相应为 50.25% 及 49.92%。以分光光度计测定经 SRBC 致敏的小鼠脾脏细胞 PFC 反应, 在第 7 天辐射组与对照组相比有增高的倾向 (df = 14, t = 2.04, t_{0.05} = 2.14), 经 37 天辐射后, 两组间无显著差异。特异性花结形成试验及腹腔巨噬细胞吞噬功能均未见明显改变。

(本实验承严佩珩同志实验技术上的帮助, 李宁谷同志维修发射机和汤海强同志协助进行紫外分光光度计比色分析, 特此致谢。)

参 考 文 献

1. Deishmann W B, et al: Toxicol Appl Pharmacol 6 : 77, 1964
2. Prince J E, et al: Aerospace Med 43 : 759, 1972
3. Smialowicz R J: 内部资料, 1979
4. Czernski P: Ann NY Acad Sci 247 : 232, 1975

(紧接第 247 页) 紧密混和 (尿液成分共沉淀的结果); 生长慢的结石有分层, 生长快的结石不分层⁽⁶⁾, 也说明同心层的形成要有一定时间。晶体均有纯化的趋向, 同质相吸相聚、异质相斥相离⁽⁷⁾, 可否是晶体在重新结构过程中一定厚度的晶体层呈向心性收缩, 排出异晶质 (包括基质), 从而混合晶体层成为单一晶体层、不分层成为分层, 其机理则不清楚。

(图 1~7 见插页第 18 页)

(本文承杨松森教授审阅, 特致谢意)

参 考 文 献

1. 龚松林: 尿路结石 580 例的临床 X 线分析, 中华放射

5. Spakding J F, et al: Health Phys 20 : 421, 1971
6. Wiktor-Jedrzejczak W, et al: Radio Sci (Suppl) 12 : 209, 1977
7. Huang A T, et al: Radio Sci (Suppl) 12 : 173, 1977
8. Shandala M: Symposium URSI "Ondes Electromagnetiques et Biologie" p 57, Tocy-en-Jobas, Paris, 1980
9. Mueiler J, et al: Eur J Immunol (5) : 274, 1975
10. 林台城: 中华医学检验杂志 4 (2) : 121, 1981
11. Simpson MA, et al: J Immunol Methods 21 : 159, 1978
12. 史美浩等: 上海免疫学杂志 1 (1) : 1, 1981
13. Klemparskaya NN: J Hyg Epidemiol Microbiol Immunol 25 (2) : 209, 1981
14. Weir D M: Handbook of Experimental Immunology pp 31-1~31-15 Blackwell Scientific Publications, London, 1978
15. Simpson MA and JJ Gazzo: Fed Proc 34 : 1048, 1975
16. Roberts N J: Presented in International School of Radiation Damage and Protection, Erice, Italy, 1981
17. Smialowicz R J: Bull NY Acad Med 55 (11) : 1094, 1979
18. Rolkovska D, et al: J Microwave Power 12 : 119, 1977
19. 浙江医科大学微波研究室: 浙江医科大学学报 8 (2) : 57, 1979

- 学杂志 13 : 42, 1979
2. Drach G W: Calculous Disease of the Urinary Tract. Current Problems in Surg 15 (7) : 8, 1978
3. 上海第一医学院 (主编): 医用生物学, 第一版, 348 页, 人民卫生出版社, 北京, 1979
4. 杨松森等: 尿路结石 324 例的统计分析, 中华外科杂志 5 : 487, 1957
5. Prien E L, et al: Composition and Structure of Urinary Stone. Am J Med 45: 654, 1968
6. Hinman F: Directional Growth of Renal Calculi. J Urol 121: 700, 1979
7. 李永岚: 肾结石成因的初步探讨, 中华医学杂志 60: 540, 1980
8. Boyce W H: Organic Matrix of Human Urinary Concretions Am J Med 45: 673, 1968