

• 综 述 •

尿液结晶的临床意义

关里, 丁丽华, 陈明, 毛丽君, 赵金垣, 徐希娴, 李树强, 赵赞梅

(北京大学第三医院职业病研究中心, 北京 100191)

摘要: 正常尿含有许多化学成分, 尿液中析出结晶, 取决于某种物质在尿液中的饱和度, 与尿液酸碱度、温度及胶体状态有关。正常人酸性尿中可见无定形尿酸盐、尿酸和草酸钙结晶; 正常人碱性尿中可见无定形磷酸盐结晶、碳酸钙、尿酸铵结晶。各种病理因素致尿液中出现结晶具有重要临床意义, 此外, 在服用某些药物后尿液中也可出现结晶。本文拟从尿液结晶形成环境、尿液结晶的形态特征阐述尿液结晶的病理生理意义。

关键词: 尿液结晶; 结石症; 急性肾功能衰竭

中图分类号: R691.4 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2012)03-0200-05

Clinical significance of crystalluria

GUAN Li, DING Li-hua, CHEN Ming, MAO Li-jun, ZHAO Jin-yuan, XU Xi-xian, LI Shu-qiang, ZHAO Zan-mei

(Research Center of Occupational Medicine, The Third Hospital of Peking University, Beijing 100191, China)

Abstract: Normal urine contains many chemical constituents. Crystalluria depends on saturation of certain substances in the urine and urine pH, temperature and colloidal state. There are amorphous uric acid, uric acid and calcium oxalate crystallization in normal acidic urine; there are amorphous crystalline phosphate, calcium carbonate and crystallization of uric acid in normal alkaline urine. All kinds of pathological crystalluria are of great clinical significance, moreover, in the administration of certain drugs may also have crystalluria. From the urine crystal formation environment and morphological characteristics, this paper explain the pathophysiological significance of crystalluria.

Key words: crystalluria; urethra lithiasis; acute renal failure

1630 年法国学者泰德第一次用显微镜观察尿液时, 描述了尿液中“一堆堆长菱形砖状”的沉积物, 这就是尿结晶 (crystalluria)^[1]。1665 年虎克在《显微图谱》一书中用图片显示了尿中这种沉积物的形态。19 世纪, 尿结晶是唯一已知的在显微镜下观察到的尿液中物质, 它的发现曾引起荷兰医学家布尔哈夫极大兴趣, 为此他做了大量研究来探讨这种结晶体是否应该只存在于正常人尿液中。19 世纪 30 年代, 尿液镜检技术被引进临床检查中, 许多结晶在那时就被人们所熟知。1844 年, 第一本有关尿沉渣的书籍出版, 尿结晶当时被认为是尿中主要沉积物在书中做了重要描述, 该书约有三分之一的内容与之有关。

尿沉渣 (urinary sediment) 镜检是用显微镜对尿沉淀物进行检查的方法, 识别尿液中细胞、管型、结晶、细菌、寄生虫等各种病理成分, 辅助对泌尿系统疾病作出诊断、定位、鉴别诊断及预后判断的重要常规试验项目。17 世纪 Rayer 将该项技术应用于临床, 从而为泌尿系统疾病的诊断提供了可靠依据^[2]。

尿沉渣检查的指征: (1) 美国临床检验标准委员会 (NCCLS) 规定凡有下述情况的应进行显微镜检查: ①医生提出镜检要求者; ②检验科规定的患者 (如泌尿科、肾病科、糖

尿病、应用免疫抑制剂及妊娠妇女); ③任何一项肾脏病理学, 化学检验结果异常者。(2) 我国检验学会规定凡红细胞、白细胞、尿蛋白和亚硝酸盐四项干化学检查中有任何一项不正常者都应进行显微镜检查, 并以显微镜检查报告为准。

尿沉渣镜检方法有非染色尿沉渣镜检, 适于尿结晶定性检查; 染色尿沉渣镜检 (SM 法); 尿沉渣定量检查。检查过程中尿样要求是晨尿, 且放置时间不宜超过 1 h。

现就结晶尿在临床诊断或辅助诊断中的意义作以综述。

1 如何区别尿液中的结晶

首先, 尿液 pH 值对于鉴别尿液中结晶有重要意义, 一些结晶沉淀常见于酸性尿液中, 而另一些则在碱性的环境中产生。不同成分尿结晶产生的 pH 值环境见表 1。其次温度对于尿结晶形成也有重要意义, 如尿液存放在 4℃ 环境中, 可以形成大量无定型尿酸盐或磷酸盐结晶。因此, 将尿液在与体温相似温度环境中尽快检测对结晶尿检查很重要, 尤其对研究结石成因更为重要。

表 1 不同成分尿结晶产生的 pH 值环境

结晶	pH 值		折光率
	范围	>7.0 (%)	
草酸钙	<5.4~6.7	82	—
尿酸	<5.4~5.8	100	—
无定形磷酸盐	6.2~>7.0	—	78
三重磷酸盐	6.2~>7.0	—	73
磷酸钙	<5.4~6.4	89	—
胆固醇	<5.4~6.7	73	—

注: 此表摘自 Fogazzi G B, Crystalluria: a neglected aspect of urinary sediment analysis.

收稿日期: 2011-10-13

基金项目: 卫生部政策规划司项目“职业性急性中毒性肾病诊断标准”(项目编号: 2009-08-02)

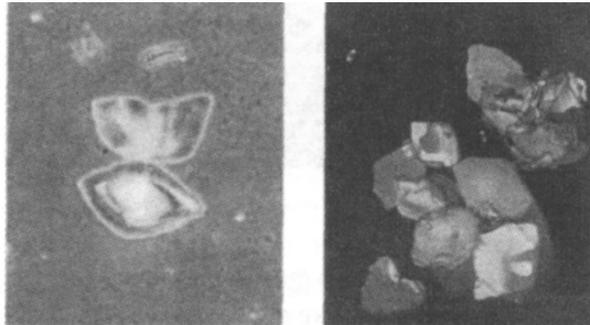
作者简介: 关里 (1976—), 女, 博士, 研究方向: 化学中毒的分子机制。

通讯作者: 赵金垣, E-mail: zhaojinyuan@sina.com.

2 尿结晶的主要类型^[1,3,4]

2.1 草酸钙结晶 (calcium oxalate crystals)

草酸钙结晶有两种类型: 双水草酸钙和单水草酸钙, 他们通常同时存在于同一标本。前者常呈典型的菱形, 后者常呈亚铃形或卵圆形 (图 1A、B)。草酸钙结晶只有在体积较大或者聚集成簇时有较强的折光性, 但即使这样其折射强度也不大。单水草酸钙折光性强度较双水草酸钙大。在摄入巧克力、甜菜根、花生、大黄、菠菜后, 在正常人尿液中也可以出现草酸钙结晶。结石症患者、高草酸尿患者和乙二醇中毒患者尿液中都可发现草酸钙结晶。如草酸盐排出增多, 患者临床表现出尿路刺激症状 (尿痛、尿频、尿急) 或有肾绞痛

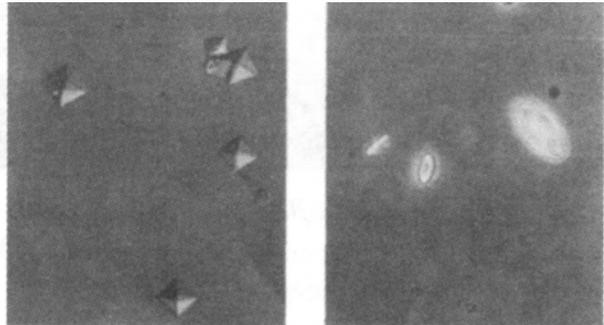


A: 菱形双水草酸钙结晶 B: 卵圆形单水草酸钙结晶

合并血尿者, 则应注意患有尿路结石症的可能性, 病人尿中偶尔可见到排出的结晶团。

2.2 尿酸结晶 (uric acid crystals)

肉眼下尿酸结晶呈红砂细粒状, 常沉积在尿液容器底层。结晶形态也多种多样, 其中以长菱形最为常见 (图 1C、D)。它最与众不同的形态特点是外观呈现的琥珀色和稳定的强折光现象。这种结晶除了在结石症患者尿液中发现外, 还可见于正常人尿液中。正常情况下如多食含高嘌呤的动物内脏可使尿中尿酸增加, 但在急性痛风症、小儿急性发热、慢性间质性肾炎、白血病时, 因细胞核大量分解, 也可排出大量尿酸盐。在肾小管对尿酸的重吸收发生障碍时也可见到高尿酸盐尿。



C: 长菱形尿酸结晶 D: 偏振光下尿酸结晶

图1 草酸钙、尿酸结晶

2.3 磷酸盐类结晶 (phosphatic crystals)

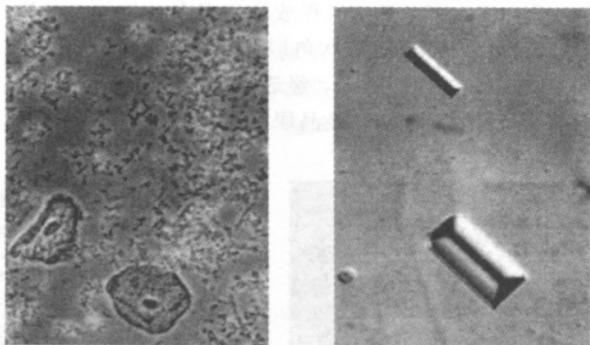
包括无定形磷酸盐、磷酸镁铵、磷酸钙等。

无定形磷酸盐 (amorphous phosphate) (图 2A): 这种结晶通常很微小、无色或黑暗颗粒状, 可以呈粒状孤立存在, 也可以聚集成簇状。只有通过判断尿液 pH 值和折光性将它们与无固定形状的非晶体尿酸盐区分开来。无定形磷酸盐结晶常与磷酸钙结晶同时存在。

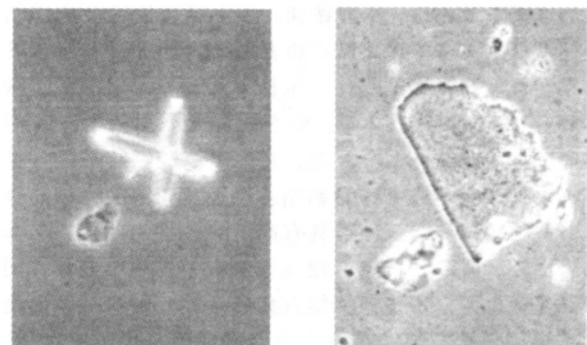
磷酸三盐 (磷酸镁铵 triple phosphat): 尿中常涌现磷酸镁

铵的结晶, 常提醒感染引起的结石。它们的典型形状呈棱镜形状, 通常具有很强的折光性。

磷酸钙 (calcium phosphate crystals) (图 2B、C、D): 如长期在尿液中见到大批的磷酸钙结晶, 则应结合临床信息斟酌是否患有甲状旁腺功能亢进、肾小管性酸中毒, 或因长期卧床骨质脱钙等。这种结晶形态多样, 常呈强折射的星或针状, 可以独立存在也可聚集成簇。



A: 无定形性磷酸盐结晶 B: 磷酸三盐结晶



C: 磷酸钙星形结晶 D: 磷酸钙片状结晶

图2 磷酸盐类结晶

2.4 尿酸铵结晶 (ammonium urate crystals)

为黄褐色不透明, 常呈刺球形或树根状, 为尿酸与游离铵结合所产生。尿酸铵结晶在酸性、中性、碱性尿中均可见到, 正常人尤其是小儿 (新生儿、乳儿) 尿中易见。如尿液放置时间过长出现此结晶多无意义, 但在新鲜尿中出现应考虑可能存在膀胱细菌感染。

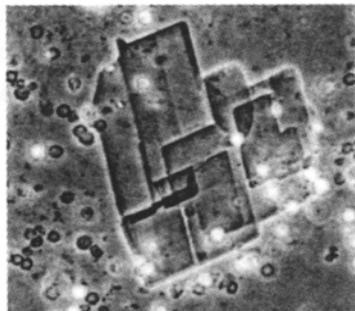
2.5 胆固醇结晶 (cholesterol crystals)

这种结晶通常有清晰的棱角, 使得镜下光线变得分散易变 (图 3A)。通常正常人尿液中不存在这种结晶, 如有则多在尿液表面成薄片状, 胆固醇结晶形态为缺角的长方形或方形, 无色透明, 可溶于氯仿、乙醚。胆固醇结晶常见于乳糜尿, 偶见于脓尿中。在脂肪尿患者和肾病综合征患者尿液中

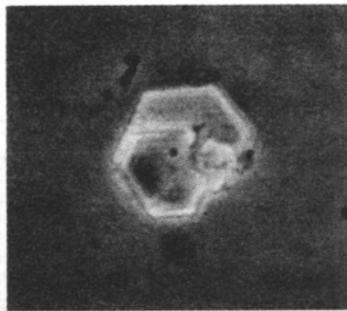
也可出现，而在其他的脂代谢异常患者尿液中较罕见。

罕见的尿结晶还包括胱氨酸结晶 (cystine crystals) (图 3B)，其结晶沉淀呈对称六角形，常聚集呈簇并形成强折光性。尿中出现此结晶是胱氨酸尿患者的典型特点，但如果找到胱氨酸结晶，尿液需要用冰醋酸使其 pH 值低于 4.0 并在 4 °C 环境中过夜。使用苯二氮 䓬类药物氯氮 䓬治疗后这种结晶消失，其机制尚不明确。亮氨酸结晶 (lwucine crystals)

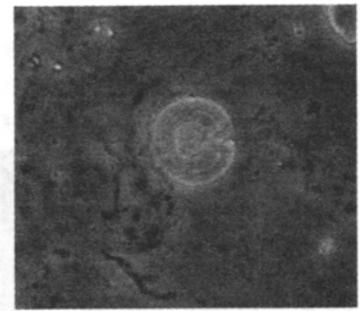
(图 3C) 呈油状的同心圆球形，折光性强。亮氨酸结晶和酪氨酸结晶 (tyrosine crystals) 一样，常呈捆绑状的针形或玫瑰花瓣状聚集，一般出现在急性肝坏死与急性磷中毒患者尿中；在糖尿病性昏迷、白血病或伤寒等患者尿液中也可能出现。其他罕见的结晶，马尿酸结晶和碳酸钙结晶，一般无临床意义，前者呈狭长的六角形，后者通常为成簇的小颗粒状。



A: 体积加大的胆固醇结晶



B: 六角形的胱氨酸结晶



C: 亮氨酸结晶

图 3 胆固醇结晶

3 结晶尿临床意义

3.1 结石症患者的尿结晶

研究证实结石症患者尿液中盐类呈过饱和状可导致结晶尿产生。Robertson 比较了健康人和结石症患者的尿液，发现草酸钙和磷酸钙结晶在两组患者间发生率相似^[5]。但是结石症患者尿中草酸钙结晶较大，其直径可达 10 ~ 12 μm，而正常人尿液中草酸钙结晶直径仅为 3 ~ 4 μm；同时结石症患者草酸钙结晶可聚集成簇，其直径可达 20 ~ 300 μm；在口服乙二醇后更可高达 500 μm。

台湾学者曾在此回顾性临床研究中对 219 位结石病患者及 103 位非结石泌尿系统疾病患者做了结晶尿在二者间的临床意义研究^[6]。结果发现尿中结晶种类可有单水草酸钙、双水草酸钙、磷酸磷灰石、磷酸铵镁、双水磷酸氢钙及尿酸结晶等。还发现在 37.9% 尿路结石患者及 12.6% 非结石患者的尿液中存在着上述各类结晶体，包括草酸钙、无定形性磷酸盐、磷酸三盐及尿酸结晶体等。83 例尿路结石患者中，75 例尿液结晶体与尿路结石成分相关，其中以草酸钙结晶最常见 (44.4%)。此研究中约 40% 尿路结石患者其尿液中有结晶存在，且其尿结晶与其结石种类具有高度相关性。此外，与非结石患者比较，尿路结石患者较易于尿液中发现结晶体；同时发现结晶尿也可以用来评估结石症患者治疗的疗效，但是迄今为止泌尿系结石与结晶尿之间的因果关系仍很难确定，结晶尿并非患泌尿系结石的唯一因素^[7]。

3.2 结晶尿与急性肾功能衰竭

由于肾小管中产生大量结晶引起肾小管堵塞导致急性肾功能衰竭。这一过程在多种疾病中均得到证实，例如急性尿酸肾病、乙二醇引起的急性肾功能衰竭、高嗜酸性粒细胞综合征摄取大量药物后。在这些情况下，发现结晶尿对于诊断具有重要意义^[1]。

急性尿酸性肾病与血浆尿酸盐水平明显增高有关，主要

表现为少尿型急性肾功能衰竭^[8,9]。通常可见尿中有尿酸结晶，常见于骨髓增殖性疾病及应用抗癌化疗后，大量细胞破坏，核酸分解代谢亢进，从而导致严重的高尿酸血症，发生痛风和尿酸盐肾病，由此大量尿酸或尿酸盐在小管腔内沉淀结晶发生阻塞性肾病和急性肾功能衰竭。

口服大量乙二醇后，会发生急性肾衰竭^[10]。乙二醇在肝脏中代谢生成乙醇，乙醛酸草酸和乙二酸脂酸，都是具有毒性的代谢产物，可造成多系统疾病，脑毒性损害（昏迷和痉挛为主）、肺毒性损害（呼吸窘迫），心脏毒性损害（心律失常为主）和肾脏毒性损害。草酸钙结晶可在肾小管中存在。实验室检查发现典型中毒效应包括有严重的代谢性酸中毒、高阴离子间隙和结晶尿^[11]。乙二醇中毒造成的结晶尿很严重，单水草酸钙结晶形成异常形态（例如短棱镜形、针形、纺锤形或者狭长的六角形相似马尿酸结晶），并具有很强的折光特性（图 4）^[1]。经透析排出乙二醇后尿结晶消失，早期治疗可以防止出现结晶尿，有时在中毒进展阶段可不出结晶尿。

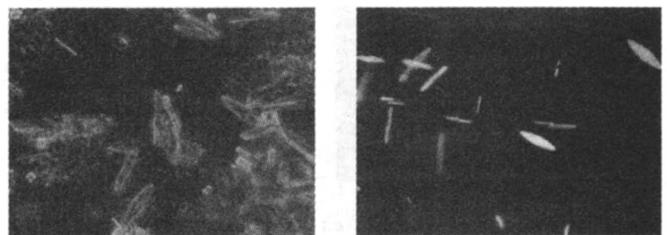


图 4 乙二醇中毒患者尿液中的单水草酸钙结晶

4 药物性结晶尿

许多药物都可以引起结晶尿，结晶尿可单独出现或是与其他尿液检查异常同时存在。药物过量、机体脱水、白蛋白血症都会增加未结合药物肾小球滤过，从而促进肾小管内结晶形成。由此可见，药物引起的结晶尿是临床最常见的结晶

尿原因^[12]。

4.1 磺胺药

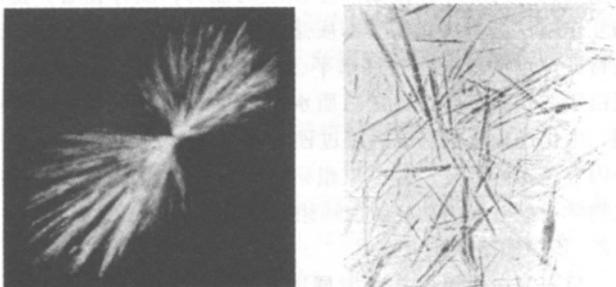
磺胺药为弱碱性，在酸性尿中较难溶解。当尿 pH 值降至 5.5 以下时，容易在肾小管、肾盏、肾盂、输尿管或膀胱内产生结晶沉淀，形成结晶尿。磺胺药大部分是以原型和代谢产物从尿中排泄的，这种情况若不加以防范，就会产生大量结晶尿。其中，磺胺嘧啶较磺胺甲噁唑更容易产生结晶尿，尤其是产生的结晶呈捆绑的麦穗样，具有很强的折光性，区别于其他磺胺类结晶（图 5A）^[13]。一旦尿中形成超饱和和结晶尿，会导致肾小管阻塞，产生肾小管毒性，促发肾小球血管收缩，形成肾脏低灌注状态，影响肾小球滤过率。这些都可引起肾损害，重者可致急性肾功能衰竭。因此，结晶尿形成是磺胺药最为常见的副作用，也是需要防范的第一副作用。

磺胺类药是 20 世纪 30 年代发现的一类抗感染药物，目前大部分被抗生素及喹诺酮类药物所取代。由于磺胺药对某些感染性疾病如流脑、呼吸道感染和烧伤后继发感染等仍具有使用方便、性质稳定、价格低廉的优点，故在抗细菌感染的药物中仍占一定地位。特别是近十几年来，临床上将磺胺类药物与磺胺增效剂甲氧苄啶联合应用，使其疗效增强，抗菌范围扩展，故磺胺药在基层医疗单位广泛应用。所以，仍然要对磺胺药的主要副作用结晶尿保持警惕。

服用磺胺药须注意几点^[14]：①每日尿量保持在 1 500 ~ 2 000 ml 以上；②加用小苏打碱化尿液以减少肾脏损害；③长时间服药需进行尿常规检查；④肾功能不良、老年患者慎用；⑤避免与有肾毒性的药物合用，如环丙沙星、氧氟沙星、卡那霉素及链霉素等。

4.2 阿昔洛韦

抗病毒药物阿昔洛韦亦可导致结晶尿，特别在静脉给予大剂量阿昔洛韦或脱水患者使用后更易出现结晶尿^[15]。结晶尿可无症状出现也可出现急性肾功能衰竭，非持续性用药出现的肾功能衰竭是可逆的。阿昔洛韦导致尿结晶的机制至今不明，考虑阿昔洛韦对泌尿系统的不良作用，在使用期间应该加大饮水量，减少或不使用该药物治疗。阿昔洛韦导致的尿结晶呈折光性极强的针状（图 5B），使用剂量较大时，尿液呈现柔滑乳白色。



A 磺胺嘧啶结晶

B 阿昔洛韦结晶

图 5 药物性结晶

4.3 氨苯蝶啶

利尿剂氨苯蝶啶在酸性尿液中可以造成暂时的无症状结晶尿^[1]。但也有报道患者在使用氨苯蝶啶后出现不可逆的急

性肾功能衰竭。因此氨苯蝶啶晶体也应被认为是一种可导致严重的肾小管损伤的因素。氨苯蝶啶结晶是否促进了泌尿系结石形成目前仍受争议。其结晶呈球形以黑色为主，在偏振光下呈“马耳他十字形”。

4.4 其他药物

吡醇羟乙酯（吡多昔酯，piridoxilate）是一种乙醛酸和 VitB6 的复合物，在欧洲主要用于治疗冠心病，可导致独特的草酸钙结晶，这种结晶尿常与吡醇羟乙酯结石有关^[1]。结晶呈不对称性的六角形，停药后完全从尿液中消失。巴比妥扑米酮过量可引起结晶尿，尿液中有独立的结晶，或伴有短暂性血尿、蛋白尿。结晶呈双折射的单个或聚集的六角形。其他可导致尿结晶的药物还有喹诺酮类药物、头孢氨苄、阿司匹林、木糖醇等，但其临床意义不大。

5 结论

出现结晶尿在临床中是一种较常见的现象，大多数情况下，它是因摄取一些食物或尿液一过性过饱和造成的结果，同时还可能与尿液温度、酸碱度变化有关。但在病理情况下，出现结晶尿可能与肾脏功能受到严重损伤有关。在此情况下，正确诊断结晶尿以及判断疾病过程尤为重要。因此，除了检查尿结晶外，还应有其他检查与之匹配明确疾病的生理过程，才能明确其临床意义。

参考文献:

- [1] Fogazzi G B. Crystalluria: a neglected aspect of urinary sediment analysis [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 1996, 11 (2): 379-387.
- [2] Delanghe J. New screening diagnostic techniques in urinalysis [J]. *Acta Clin Belg*, 2007, 62 (3): 155-161.
- [3] Verdesca S, Fogazzi G B, Garigali G, et al. Crystalluria: prevalence, different types of crystals and the role of infrared spectroscopy [J]. *Clin Chem Lab Med*, 2010, 49 (3): 515-520.
- [4] Fazil Marickar Y M, Lekshmi P R, Varma L, et al. Elemental distribution analysis of urinary crystals [J]. *Urol Res*, 2009, 37 (5): 277-282.
- [5] Robertson W G, Peacock M, Nordin B E C. Calcium crystalluria in recurrent renal-stone formers [J]. *Lancet*, 1969, 2: 21-24.
- [6] Khaskhali M H, Byer K J, Khan S R. The effect of calcium on calcium oxalate monohydrate crystal-induced renal epithelial injury [J]. *Urol Res*, 2009, 37 (1): 1-6.
- [7] Daudon M, Jungers P, Lacour B. Clinical value of crystalluria study [J]. *Ann Biol Clin*, 2004, 62 (4): 379-393.
- [8] Guo H B. Acute allograft renal failure with marked hyperuricemia developing during mizoribine administration: a case report with review of the literature [J]. *Transplant Proc*, 2010, 42 (7): 2804-2807.
- [9] Ashida A, Shirasu A, Nakakura H, et al. Acute renal failure due to obstructive urate stones associated with norovirus gastroenteritis [J]. *Pediatr Nephrol*, 2010, 25 (11): 2377-2378.
- [10] McMartin K. Are calcium oxalate crystals involved in the mechanism of acute renal failure in ethylene glycol poisoning? [J]. *Clin Toxicol (Phila)*, 2009, 47 (9): 859-869.
- [11] Bouattar T, Madani N, Hamzaoui H, et al. Severe ethylene glycol intoxication by skin absorption [J]. *Nephrol Ther*, 2009, 5 (3):

205-209.

[12] Meier K H, Olson K R, Olson J L. Acute felbamate overdose with crystalluria [J]. Clin Toxicol (Phila), 2005, 43 (3): 189-192.

[13] Smith J M, Curi A L, Pavesio C E. Crystalluria with sulphadiazine [J]. Br J Ophthalmol, 2001, 85 (10): 1265.

[14] de la Prada Alvarez F J, Prados Gallardo A M, Tugores Vázquez A, et al. Acute renal failure due to sulfadiazine crystalluria [J]. An Med Interna, 2007, 24 (5): 235-238.

[15] Mason W J, Nickols H H. Images in clinical medicine. Crystalluria from acyclovir use [J]. N Engl J Med, 2008, 358 (13): e14.

蛋白质组学技术在矽肺相关蛋白筛选中的应用

刘佳麒, 孙影, 郑素琴

(河北联合大学基础医学院病理学教研室, 河北 唐山 063000)

摘要: 矽肺的发生发展过程十分复杂, 探讨矽肺发生过程中的关键蛋白质, 对于矽肺发生机制的研究、矽肺的诊断和治疗有着重要意义。本文拟就蛋白质组学技术在矽肺相关蛋白筛选方面的应用以及存在的问题进行简要综述, 以为同道提供工作参考。

关键词: 矽肺; 蛋白质组学技术; 相关蛋白筛选

中图分类号: R135.2 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2012)03-0204-04

Application of proteomics technique in screening of silicosis related proteins

LIU Jia-qi, SUN Ying, ZHENG Su-qin

(Public Health School, Hebei United University, Tangshan 063000, China)

Abstract: The developing process of silicosis is very complex, so exploring the key proteins involved in the process should be of great significance to the study on mechanism, diagnosis and treatment of silicosis. This article makes a brief review on the application of the proteomics technique in screening of silicosis related proteins on the basis of recent references, meanwhile, the problems existed in practice are also discussed in the paper.

Key words: silicosis; proteomics technique; screening of related proteins

矽肺 (silicosis) 是由于长期吸入游离二氧化硅粉尘引起的以肺间质纤维化为主的全身性疾病, 是我国对机体危害最严重的职业病之一。其主要病理特征是肺组织弥漫性纤维化和矽结节的形成。关于矽肺的发病机制, 在疾病的不同发展阶段并不相同, 而且所涉及的蛋白质种类和表达水平也有所区别。因此, 探索矽肺不同发展阶段中的关键作用分子, 并分析其在不同发展阶段中的作用及意义, 对于深入探讨矽肺的发病机制, 早期诊断, 正确评估矽肺的病变程度及有效治疗都有十分重要的意义。

蛋白质组学 (proteomics) 是随着基因组学的发展而最新兴起的一门学科, 主要研究细胞、组织甚至有机体所表达的全部蛋白质的结构与功能。蛋白质组学技术 (proteomics technology) 是指研究蛋白质组学的相关技术, 包括蛋白质分离、鉴定和信息分析三方面, 其中双向电泳和质谱技术是与分离和鉴定相对应的核心技术。近些年来, 蛋白质组学技术已运用在肺癌、肝癌等多种肿瘤研究中, 寻找有差异表达的蛋白质, 在许多非医学领域如农业、航空领域等也获得了不少的研究成果。本文就蛋白质组学技术在矽肺相关蛋白筛选中的

应用综述如下, 以期为进一步深入研究矽肺的发病机制提供参考。

1 蛋白质组学及相关技术

1.1 蛋白质组学

蛋白质组学的概念最早是在 1994 年由澳大利亚 Macquarie 大学的 Marc Wilkins 和 Keith Williams 提出来, 源于蛋白质 (protein) 与基因组学 (genomics) 两个词的组合, 意指一种基因组所表达的全套蛋白质, 即细胞或组织、机体在特定时间和空间表达的所有蛋白质^[1]。蛋白质组与基因组相比具有以下特点: 组成庞大而复杂, 有相对独立的代谢过程, 具有对生物机体内部外界因素产生反应的能力, 及存在着广泛的相互作用^[2]。蛋白质组学本质是在大规模水平上研究蛋白质的特征, 包括蛋白质表达水平、氨基酸序列、翻译后加工和蛋白质的相互作用, 在蛋白质水平上了解细胞各项功能、生理、生化过程及疾病的病理过程等^[3,4]。蛋白质组学研究的核心内容包括两部分: 蛋白质组研究体系的建立、完善与重要生物学问题有关的功能蛋白质组研究。

1.2 蛋白质组学研究技术

目前蛋白质组学技术发展迅速, 也逐渐成熟, 其分析过程通常分为三个步骤: 第一步: 分离技术, 即分离样品中的蛋白质; 第二步: 应用质谱技术或其他相关技术鉴定分离的蛋白质; 第三步: 应用生物信息学技术存储、处理、比较获得的数据。

常用的分离技术包括双向凝胶电泳 (two-dimensional elec-

收稿日期: 2011-11-12

基金项目: 河北省科技支撑计划项目 (课题号: 10276114D)

作者简介: 刘佳麒 (1985—), 女, 在读研究生, 研究方向: 矽肺纤维化分子病理学。

通讯作者: 郑素琴, 教授, 硕士研究生导师, 研究方向: 器官纤维化分子病理学及肿瘤分子病理学, E-mail: zh88eng@hotmail.com。