

· 论 著 ·



全文二维码

儿童上尿路结石危险因素及早期复发原因分析

钟庆涛 张德迎 王萱 张力 何鑫 刘星 何大维 林涛 李旭良 魏光辉

重庆医科大学附属儿童医院泌尿外科, 儿童泌尿生殖发育与组织工程重点实验室, 儿童发育疾病研究教育部重点实验室, 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 儿科学重庆市重点实验室, 重庆 400014

通信作者: 张德迎, Email: dzdy199@126.com

【摘要】 目的 探讨儿童上尿路结石(upper urinary tract calculi, UUTC)的危险因素及早期复发原因。**方法** 回顾性分析 2017 年 1 月至 2021 年 4 月重庆医科大学附属儿童医院泌尿外科确诊为 UUTC 患儿(结石组, $n = 129$)以及同期住院的非 UUTC 患儿(非结石组, $n = 130$)临床资料, 对比两组人口学特征、结石病家族史、饮食饮水及排尿情况等。采用单因素和多因素 Logistic 回归模型筛选儿童 UUTC 的独立危险因素, 并分析各因素对 UUTC 患儿早期复发的影响。**结果** 129 例 UUTC 患儿中, 男性 81 例、女性 48 例, 就诊年龄(7.58 ± 4.02)岁。高钠饮食($OR = 4.199, 95\% CI: 1.418 \sim 12.440$)、高钙摄入($OR = 5.043, 95\% CI: 1.720 \sim 14.788$)、低饮水量($OR = 2.691, 95\% CI: 1.125 \sim 6.435$)、低排尿量($OR = 2.462, 95\% CI: 1.108 \sim 5.470$)、结石病家族史($OR = 2.041, 95\% CI: 1.137 \sim 3.664$)、先天性上尿路畸形($OR = 7.133, 95\% CI: 1.420 \sim 35.817$)是儿童 UUTC 的独立危险因素。结石早期复发率为 8.5% (11/129), 早期复发原因依次是原发性高草酸尿症(3/6)、胱氨酸尿症(2/6)、低排尿量(1/6)。**结论** 高钠饮食、高钙摄入、低饮水量、低排尿量、结石病家族史、先天性上尿路畸形与儿童 UUTC 发生有关; 遗传代谢性疾病、低排尿量是儿童 UUTC 早期复发的主要原因。

【关键词】 尿路结石症; 危险因素; 复发; 外科手术; 儿童

基金项目: 重庆市科卫联合项目(2019GDRC007); 重庆市渝中区科学技术局基础研究与前沿探索项目(20200126); 重庆医科大学未来医学青年创新团队支持计划(W0056); 重庆市科卫联合中医药技术创新与应用发展项目(2020ZY023877)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202211008-007

Analysis of risk factors and causes of early recurrence of children with upper urinary tract calculi

Zhong Qingtao, Zhang Deying, Wang Xuan, Zhang Li, He Xin, Liu Xing, He Dawei, Lin Tao, Li Xuliang, Wei Guanghui

Department of Urology, Affiliated Children's Hospital, Chongqing Medical University; Key Laboratory of Pediatric Urogenital Development & Tissue Engineering; Key Laboratory of Ministry of Education for Researches on Pediatric Developmental Diseases; National Research Center of Clinical Medicine for Children's Health & Diseases; Key Pediatrics Laboratory of Chongqing Municipality, Chongqing 400014, China

Corresponding author: Zhang Deying, Email: dzdy199@126.com

【Abstract】 Objective To explore the risk factors of upper urinary tract calculi (UUTC) and identify the causes of early recurrence in children. **Methods** For this case-control study, clinical data were retrospectively reviewed for 129 UUTC children at Children's Hospital of Chongqing Medical University from January 2017 to April 2021. They were assigned into two groups of UUTC (case, $n = 129$) and non-UUTC (control, $n = 130$). Social demographics, family history of calculi, dietary intake, water intake and urination were compared. Univariate and multivariate Logistic regression analyses were performed for identifying the independent risk factors and examining the effect of each factor on early recurrence of UUTC. **Results** There were 81 boys and 48 girls with an age range of (7.58 ± 4.02) years. Logistic regression analysis indicated that high sodium diet ($OR = 4.199, 95\% CI: 1.418 \sim 12.440$), high calcium intake ($OR = 5.043, 95\% CI: 1.720 \sim 14.788$), low water in-

take ($OR = 2.691, 95\% CI: 1.125 \sim 6.435$), low urinary output ($OR = 2.462, 95\% CI: 1.108 \sim 5.470$), a family history of UUTC ($OR = 2.041, 95\% CI: 1.137 \sim 3.664$) and congenital abnormalities of upper urinary tract ($OR = 7.133, 95\% CI: 1.420 \sim 35.817$) were independent risk factors for UUTC in children. The early recurrence rate of calculi was 8.5% (11/129) and the causes for early recurrence were primary hyperoxaluria (3/6), cystinuria (2/6) and low urinary output (1/6). **Conclusion** High sodium diet, high calcium intake, low water intake, low urinary output, a family history of UUTC and congenital malformation of upper urinary tract are correlated closely with UUTC in children. Inherited metabolic diseases and low urinary output are the major causes of early recurrence.

【Key words】 Urolithiasis; Risk Factors; Recurrence; Surgical Procedures, Operative; Child

Fund program: Chongqing Science & Health Joint Project (2019GDRC007); Basic Research and Frontier Exploration Project of Chongqing Yuzhong District Science & Technology Bureau (20200126); Future Medical Youth Innovation Team Support Program of Chongqing Medical University (W0056); Chinese Medicine Technology Innovation & Application Development Joint Project of Chongqing Municipal Bureaus of Science & Technology and Health (2020ZY023877)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202211008-007

上尿路结石 (upper urinary tract calculi, UUTC) 作为小儿泌尿外科常见病之一, 近年来发病率逐渐上升^[1]。其复发率高, 可引起肾积水及反复上尿路感染, 已成为导致儿童急慢性肾损伤的重要原因^[2]。国内外虽有较多成人上尿路结石的病因学研究, 但关于儿童的报道较少^[3-5]。由于儿童泌尿系统发育、肾脏生理代谢功能尚不成熟, 因此儿童 UUTC 的形成原因与成人存在较大差距。同时, 结石发生也受到种族及地域条件的影响, 给各地儿童结石的防治带来了一定困难。本研究旨在探讨重庆市及周边地区儿童 UUTC 的危险因素, 并对早期复发的原因进行总结分析, 为儿童 UUTC 的预防和诊治提供参考。

资料与方法

一、临床资料

本研究为回顾性研究, 以 2017 年 1 月至 2021 年 4 月重庆医科大学附属儿童医院泌尿外科确诊为 UUTC 患儿 (结石组, $n = 129$) 及同期住院的非 UUTC 患儿 (非结石组, $n = 130$) 为研究对象。结石组纳入标准: ①经腹部 X 线片、泌尿系超声、泌尿系 CT 确诊为 UUTC; ②年龄 0 ~ 18 岁。结石组排除标准: ①临床资料不全; ②失访。非结石组纳入标准: ①诊断为隐睾、轻型尿道下裂或鞘膜积液; ②行泌尿系超声或泌尿系影像学检查排除 UUTC。非结石组排除标准: 既往有尿路结石病史。本研究经重庆医科大学附属儿童医院伦理委员会批准 [2019 年伦审 (研) 第 132 号], 所有患儿家属均知情同意。

二、研究方法

1. 临床资料: 记录两组患儿年龄、性别、初诊年龄、初诊体重、既往疾病史、结石病家族史、食用配方奶情况; 收集患儿结石成分分析、泌尿系 X 线、泌尿系 CT、泌尿系超声等资料。

2. 结石分析方法: 获取结石标本的方式包括经输尿管镜碎石取石术、经皮肾镜碎石取石术。标本送检至重庆医科大学附属第一医院, 使用天津蓝莫德科学仪器有限公司生产的 LIIR-20 型结石红外光谱仪进行结石成分分析。

3. 基因检测方法: 采集患儿及其父母亲的外周血, 送至北京迈基诺基因科技股份有限公司进行肾脏代谢疾病相关基因检测。提取基因组 DNA, 对扩增的 DNA 片段进行测序, 并比对获得基因突变信息。

三、儿童上尿路结石影响因素的半定量化处理

收集患儿居住地区、生长发育情况、饮食、饮水、饮用水质、排尿、复发等信息, 对可能影响儿童上尿路结石的因素进行半定量化处理 (表 1), 赋值变量判定标准: ①患儿的父母、祖父母和外祖父母中至少有 1 名患尿路结石病定义为结石病阳性家族史。②患儿居住地区尿路结石患病率超 10% 定义为生活环境人群多发结石^[3]。③饮用配方奶 1 年以上定义为长期饮用配方奶。④发病时儿童体重或身高低于我国同性别、同年龄第 3 百分位定义为发育迟缓^[4]。⑤发病前 6 个月每日平均膳食钙摄入量高于推荐摄入量或有过量钙制剂摄入定义为高钙摄入^[5]。⑥高水平饮食摄入: 发病前 6 个月平均摄食频率大于 7 次/周, 定义为高水平饮食摄入。

表 1 儿童上尿路结石影响因素标准化赋值表

Table 1 Standardized assignment of influencing factors of UUTC in children

因素	半定量化处理方法
年龄(岁)	0~3=1;3~6=2;6~10=3;10~18=4
性别	男性=0;女性=1
民族	汉族=0;少数民族=1
居住地区	城市=0;农村=1
手术外伤史	否=0;是=1
结石病家族史	否=0;是=1
生活环境人群多发结石病	否=0;是=1
先天性上尿路畸形	否=0;是=1
长期饮用配方奶	否=0;是=1
生长发育情况	发育正常=0;发育迟缓=1
高钙摄入情况	否=0;是=1
饮水量	正常=0;低于推荐参考值=1
排尿量	正常=0;低于推荐参考值=1
高蛋白食物(次/周)	0~1=0;1~4=1;4~7=2;>7=3
高糖食物(次/周)	0~1=0;1~4=1;4~7=2;>7=3
高钠食物(次/周)	0~1=0;1~4=1;4~7=2;>7=3
高草酸食物(次/周)	0~1=0;1~4=1;4~7=2;>7=3
高嘌呤食物(次/周)	0~1=0;1~4=1;4~7=2;>7=3
饮水来源	自来水=1;桶装纯净水=2;井水或山泉水=3
饮用水碳酸钙浓度(mg/L)	<120=0;≥120=1

其中,高蛋白食物包括动物蛋白如奶、禽肉、蛋类、鱼、虾等,植物蛋白如豆类及干果类等;高糖食物包括蜂蜜、白糖、红糖、面粉、甘蔗、地瓜、大枣、甜菜及部分含糖量高的水果等;高钠食物包括加工包装食品、咸鱼、腊肉、酱菜、动物内脏、蛤贝类等;高草酸食物包括如咖啡、茶、豆类,芹菜、菠菜等;高嘌呤食物包括海鲜类、饮料类、动物内脏、坚果类等。⑦低饮水量:发病前6个月平均每日饮水量低于推荐参考值^[6]。⑧硬水定义为碳酸钙浓度超过120 mg/L^[7]。⑨发病前6个月平均每日排尿量低于20 mL/(kg·d)定义为低排尿量^[8]。

四、统计学处理

采用 SPSS 26.0 进行统计学分析。非正态分布计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,计数资料以例数(%)表示;影响儿童上尿路结石形成的单因素分析采用单因素 Logistic 回归分析;独立危险因素采用多因素二分类 Logistic 回归模型进行筛选。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、129 例上尿路结石患儿年龄、性别特征及随

访时间

129 例 UUTC 中,男 81 例(62.8%),女 48 例(37.2%);就诊年龄 7.08(3.79,10.92)岁。随访时间截至 2022 年 2 月,中位随访时间 32(19,44)个月。

二、儿童上尿路结石危险因素分析

以是否发生 UUTC 为因变量,对儿童上尿路结石形成的影响因素进行单因素 Logistic 回归分析,发现高钠饮食、高钙摄入、饮用硬水、低饮水量、低排尿量、结石病家族史、先天性上尿路畸形是儿童上尿路结石发生的相关因素($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析发现,高钠饮食、高钙摄入、低饮水量、低排尿量、结石病家族史、先天性上尿路畸形是儿童 UUTC 的危险因素($P < 0.05$)。见表 2、表 3。

三、儿童上尿路结石早期复发原因分析

随访期间共 11 例复发(复发率为 8.5%),其中肾结石 7 例、输尿管结石 4 例;平均复发时间 14.5 个月。本研究将结石早期复发定义为术后 1 年内再发 UUTC。共 6 例患儿出现早期复发(早期复发率为 4.7%)。早期复发原因分析显示:合并遗传代谢性疾病为最主要原因(5/6),低排尿量次之(1/6)。见表 4。

表 2 影响儿童上尿路结石形成的单因素分析

Table 2 Univariate analysis of risk factors of UUTC in children

危险因素	非结石组(<i>n</i> = 130)	结石组(<i>n</i> = 129)	OR(95% CI) 值	<i>P</i> 值
民族			1.008(0.421 ~ 2.416)	0.985
汉族	119	118		
少数民族	11	11		
居住地区			1.185(0.727 ~ 1.930)	0.496
城镇	70	64		
农村	60	65		
高草酸盐饮食			2.799(0.726 ~ 10.797)	0.135
否	127	121		
是	3	8		
高钠饮食			4.587(1.666 ~ 12.633)	0.003
否	125	109		
是	5	20		
高蛋白饮食			0.664(0.296 ~ 1.493)	0.332
否	114	118		
是	16	11		
高脂饮食			0.595(0.238 ~ 1.488)	0.267
否	117	121		
是	13	8		
高糖饮食			0.639(0.340 ~ 1.201)	0.164
否	101	109		
是	29	20		
高钙摄入			4.318(1.560 ~ 11.950)	0.005
无	125	110		
有	5	19		
长期饮用配方奶			0.734(0.386 ~ 1.395)	0.345
否	104	109		
是	26	20		
饮水来源				
自来水	57	45	1.000	0.312
桶装纯净水	50	55	1.393(0.806 ~ 2.408)	0.235
井水、泉水	23	29	1.597(0.815 ~ 3.129)	0.172
饮用水硬度			1.968(1.062 ~ 3.647)	0.031
软水	110	95		
硬水	20	34		
饮水量			3.327(1.542 ~ 7.178)	0.002
正常	120	101		
低饮水量	10	28		
排尿量			4.106(2.030 ~ 8.304)	<0.001
正常	118	91		
低排尿量	12	38		
生长发育情况			1.282(0.489 ~ 3.358)	0.614
正常	122	110		
迟缓	8	10		
手术外伤史			1.130(0.443 ~ 2.879)	0.798
无	121	119		
有	9	10		

续上表

危险因素	非结石组 (n = 130)	结石组 (n = 129)	OR(95% CI) 值	P 值
结石病家族史			2.002 (1.175 ~ 3.411)	0.011
无	98	78		
有	32	51		
周边人群多发结石			1.477 (0.544 ~ 4.007)	0.444
无	123	119		
有	7	10		
先天性上尿路畸形			5.378 (1.155 ~ 25.051)	0.032
无	128	119		
有	2	10		

表 3 影响儿童上尿路结石形成的多因素 Logistic 回归分析

Table 3 Logistic regression analysis of risk factors for UUTC in children

因素	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	OR 值	OR 值 95% CI	P 值
高钠饮食	1.435	0.554	6.706	4.199	1.418 ~ 12.440	0.010
高钙摄入	1.618	0.549	8.691	5.043	1.720 ~ 14.788	0.003
饮用水硬度	0.626	0.350	3.205	1.870	0.942 ~ 3.712	0.073
饮水量	0.990	0.445	4.953	2.691	1.125 ~ 6.435	0.026
排尿量	0.901	0.407	4.894	2.462	1.108 ~ 5.470	0.027
结石病家族史	0.713	0.299	5.712	2.041	1.137 ~ 3.664	0.017
先天性上尿路畸形	1.965	0.823	5.694	7.133	1.420 ~ 35.817	0.017

表 4 儿童上尿路结石早期复发情况

Table 4 Early recurrence of UUTC in children

病例编号	初发部位	可能致病原因	初发结石成分	致病因素处理	复发部位	复发时间 (月)	主要复发原因
①	肾脏	低饮水量;高钙摄入	草酸钙 + 碳酸盐磷灰石	减少钙剂摄入	肾脏	31	低饮水量
②	输尿管	尿路感染;长期奶粉喂养;低排尿量	草酸钙 + 尿酸铵	治疗尿路感染	肾脏	22	低排尿量
③	肾脏	低饮水量;饮用井水;结石病家族史	草酸钙	饮用过滤水	肾脏	35	低排尿量
④	肾脏	低饮水量;尿路感染	尿酸铵	治疗尿路感染	肾脏	17	低排尿量
⑤	输尿管	低饮水量;低排尿量;饮用硬水;结石病家族史	草酸钙	增加饮水量	输尿管	14	饮用硬水
⑥	输尿管	低排尿量;饮用硬水	无水尿酸 + 草酸钙	饮用过滤水	输尿管	7	低排尿量
⑦	输尿管	高草酸尿症	草酸钙	增加饮水量	输尿管	5	原发性高草酸尿症
⑧	肾脏	高草酸尿症;饮用井水;结石病家族史	草酸钙	增加饮水量	肾脏	4	原发性高草酸尿症
⑨	肾脏	高草酸尿症	草酸钙	增加饮水量	肾脏	8	原发性高草酸尿症
⑩	肾脏	胱氨酸尿症;低饮水量;结石病家族史	L-胱氨酸	增加饮水量	输尿管	9	胱氨酸尿症
⑪	肾脏	胱氨酸尿症	L-胱氨酸	服用枸橼酸氢钾	肾脏	8	胱氨酸尿症

讨 论

随着社会经济的发展和生活水平的提高,尿路结石的发病率在全球范围内呈上升趋势^[9]。在尿路结石人群中,儿童仅占 2%~3%。临床中约 30%

的儿童急性肾损伤由 UUTC 引起,部分地区尿路结石儿童人群的 5 年结石复发率可达 50%,严重威胁儿童的身心健康^[10]。明确 UUTC 病因是治疗结石、预防复发和肾衰竭的基础。目前儿童 UUTC 的病因尚不明确,遗传代谢性疾病、尿路结石病家族史、尿路畸形和尿路感染被认为是潜在的致病因素。

饮食结构在 UUTC 形成中起着关键的作用。不同于成人膳食钙摄入与结石发生呈负相关,本研究结果显示高钙摄入是儿童 UUTC 的促进因素之一,两类群体出现这种差异的具体机制尚不清楚,推测可能是成人和儿童对钙离子的肠道吸收或肾重吸收能力不同所致^[11]。另有研究报道长期饮用含钙量更高的配方奶会增加婴幼儿 UUTC 的风险,但本研究并未发现两者间存在关联,这可能受到各地区婴幼儿饮食结构不同、样本量偏少等因素影响^[12]。高钠摄入增加了肾小管的钠负荷,影响钠钙协同转运,抑制钙的重吸收,导致钙离子在肾集合系统聚集。近年来还有研究提出成人 UUTC 与果糖、动物蛋白、草酸盐摄入水平高有关,本研究中两组患儿虽然在摄糖、摄草酸盐等饮食行为上存在差异,但并无统计学意义^[13]。单种类型饮食失衡可能并不足以解释营养代谢对结石进程的整体影响,系统的饮食结构评估在儿童结石诊疗中仍需予以重视。

对比成人和儿童 UUTC 的危险因素发现,低饮水量和低排尿量是结石人群共同且重要的诱因^[14-15]。本研究结果显示低饮水量是儿童 UUTC 的独立危险因素,然而尿路结石发生的根本原因是尿液中草酸盐、磷酸盐和尿酸等结晶出现过饱和状态,饮水量并不直接影响尿液结晶浓度,因此有学者提出低排尿量才是 UUTC 的真正危险因素。除了饮水量,排尿量以外,还与液体消耗量、膳食水分摄入等因素相关。另一方面,目前关于饮用硬水是否增加 UUTC 的发生风险尚存争议。虽有基于成人的研究指出饮用硬水更易诱发结石,但本研究结果提示饮用硬水并非儿童 UUTC 的独立危险因素。尽管饮用硬水增加了高钙尿症的患病风险,但钙离子也会限制肠道吸收草酸盐,降低尿液中草酸盐浓度。此外,硬水中较高水平的镁离子可将草酸钙转化为易溶解的草酸镁,一定程度上抑制了草酸钙结石形成^[16]。关于饮用硬水对儿童 UUTC 的影响还有待大样本研究进一步验证。

既往研究报道结石病家族史与肾结石有关^[17]。本研究中约 40% 的结石患儿存在结石病家族史,显著高于非结石组儿童,提示结石病家族史是儿童 UUTC 的独立危险因素之一。究其原因,患儿的饮食习惯及生活环境与成年结石患者相似,具备尿路结石形成的基础条件;同时不排除此部分患儿存在一定的遗传易感性,可发生如胱氨酸尿症、原发性高草酸尿症、特发性高钙尿症等代谢性致结石疾病^[18]。在我国上海地区,约 32% 结石患儿被诊断

为遗传性结石病^[19]。本研究中 5 例患儿因多发结石、成石时间短,高度怀疑合并肾脏代谢性疾病,经基因检测确诊 3 例为原发性高草酸尿症、2 例为胱氨酸尿症。受限于经济条件,本研究未对所有患儿进行基因筛查,很可能遗漏部分遗传性结石。对于尿液生化异常、阳性家族史以及多发性结石患儿,需考虑合并遗传代谢性疾病可能。

儿童的肾盂、输尿管等解剖结构与成人不同。本研究约 7.8% 的结石患儿合并先天性上尿路畸形,是儿童 UUTC 的独立危险因素。异常尿路解剖结构(尤其是梗阻性尿路畸形)使尿液储存容积增大、尿流率降低,尿液在肾盂储留时间过长而导致晶体沉积,而输尿管扭曲、狭窄本身也阻碍了结晶或结石通过。其次,尿液储留常继发反复上尿路感染,引起尿路细菌定植,进一步增加结石的发生风险^[20]。

预防结石复发是儿童 UUTC 术后管理的重点。本研究观察到术后第 1、2、3 年累计复发率分别为 4.6%、7.0%、8.5%,明显低于国外报道结果,可能与地域差异导致环境因素及儿童自身特点有关,对评估术后复发率有一定影响^[10]。本研究中 5 例 UUTC 患儿合并遗传代谢性疾病,术后未对原发性高草酸尿症、胱氨酸尿症予以根治,均出现早期复发,是结石早期复发最主要原因。及时筛查、治疗可疑的遗传代谢性疾病,有利于改善预后。目前对于原发性高草酸尿症、胱氨酸尿症等遗传代谢性疾病尚无特殊的治疗方式,本中心通过指导患儿增加饮水量、服用枸橼酸氢钾等方式促进草酸盐及胱氨酸排泄,以延缓此类患儿的结石进程,但作用可能有限,肝肾联合移植是目前根治原发性高草酸尿症的最后方法。此外,低排尿量是另一个影响结石早期复发的因素,增加饮水量对于预防低排尿量 UUTC 患儿早期复发具有重要意义。

本研究的不足之处:①为单中心回顾性研究,样本量有限,存在选择性偏倚,随访时间相对较短,对危险因素及早期复发的分析存在一定局限性;②随访资料均基于患儿监护人陈述,缺少动态测量指标,且食物频率问卷法对评估实际饮食摄入水平的准确度不足;③受经济条件制约,本研究中遗传学检测的覆盖面较小,尚不能全面、准确地反映遗传代谢异常对儿童 UUTC 的影响。

综上所述,高钠饮食、高钙摄入、低饮水量、低排尿量、结石病家族史、先天性上尿路畸形与儿童 UUTC 发生相关。早期识别病因、完善高危人群筛

查、及时治疗遗传代谢性疾病、积极增加排尿量对治疗儿童 UUTC 和预防早期复发具有重要临床意义。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 钟庆涛、张德迎负责研究的设计、实施和起草文章；钟庆涛、王萱、张力进行病例数据收集及分析；钟庆涛、何鑫负责研究设计与酝酿；刘星、何大维、林涛、李旭良、魏光辉对文章知识性内容进行审阅

参 考 文 献

- [1] Tasian GE, Ross ME, Song LH, et al. Annual incidence of nephrolithiasis among children and adults in South Carolina from 1997 to 2012[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2016, 11(3):488-496. DOI:10.2215/CJN.07610715.
- [2] Farris N, Raina R, Tibrewal A, et al. Acute kidney injury associated with urinary stone disease in children and young adults presenting to a pediatric emergency department[J]. Front Pediatr, 2020, 8:591520. DOI:10.3389/fped.2020.591520.
- [3] 曾国华, 麦赞林, 夏德阶, 等. 中国成年人群尿石症患病率横断面调查[J]. 中华泌尿外科杂志, 2015, 36(7):528-532. DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2015.07.014. Zeng GH, Mai ZL, Xia SJ, et al. A cross-sectional survey of urolithiasis prevalence in China[J]. Chin J Urol, 2015, 36(7):528-532. DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2015.07.014.
- [4] 李辉, 季成叶, 宗心南, 等. 中国 0~18 岁儿童、青少年身高、体重的标准化生长曲线[J]. 中华儿科杂志, 2009, 47(7):487-492. DOI:10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2009.07.003. Li H, Ji CY, Zong XN, et al. Height and weight standardized growth charts for Chinese children and adolescents aged 0 to 18 years[J]. Chin J Pediatr, 2009, 47(7):487-492. DOI:10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2009.07.003.
- [5] 中华预防医学会儿童保健分会. 中国儿童钙营养专家共识(2019 年版)[J]. 中国妇幼健康研究, 2019, 30(3):262-269. DOI:10.3969/j.issn.1673-5293.2019.03.001. Children's Healthcare Branch of Chinese Preventive Healthcare Association; Consensus of Chinese Pediatric Calcium Nutrition Experts (2019 Edition)[J]. Chin J Woman Child Health Res, 2019, 30(3):262-269. DOI:10.3969/j.issn.1673-5293.2019.03.001.
- [6] 杨月欣. 国内外水适宜摄入量的制定[C]//达能营养中心第二十二届学术会议——饮水、水合状态与健康会议论文集. 宁波:中国疾病预防控制中心达能营养中心, 2019:8-12. DOI:10.26914/c.cnkihy.2019.036943. Yang YX. Formulation of appropriate water intake at home and abroad[C]//Proceedings of XXII Academic Congress of Danone Nutrition Center on Drinking Water, Hydration Status and Health. Ningbo: Danone Nutrition Center of Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2019:8-12. DOI:10.26914/c.cnkihy.2019.036943.
- [7] Siener R. Nutrition and kidney stone disease[J]. Nutrients, 2021, 13(6):1917. DOI:10.3390/nu13061917.
- [8] Cambareri GM, Kovacevic L, Bayne AP, et al. National multi-institutional cooperative on urolithiasis in children: age is a significant predictor of urine abnormalities[J]. J Pediatr Urol, 2015, 11(4):218-223. DOI:10.1016/j.jpuro.2015.04.021.
- [9] Abufaraj M, Xu TL, Cao C, et al. Prevalence and trends in kidney stone among adults in the USA: analyses of National health and nutrition examination survey 2007-2018 data[J]. Eur Urol Focus, 2021, 7(6):1468-1475. DOI:10.1016/j.euf.2020.08.011.
- [10] Fink HA, Wilt TJ, Eidman KE, et al. Medical management to prevent recurrent nephrolithiasis in adults: a systematic review for an American College of Physicians Clinical Guideline[J]. Ann Intern Med, 2013, 158(7):535-543. DOI:10.7326/0003-4819-158-7-201304020-00005.
- [11] Taylor EN, Curhan GC. Dietary calcium from dairy and nondairy sources, and risk of symptomatic kidney stones[J]. J Urol, 2013, 190(4):1255-1259. DOI:10.1016/j.juro.2013.03.074.
- [12] Yılmaz AÇ, Ünal N. Do dietary factors play a role in infantile urolithiasis? [J]. Pediatr Nephrol, 2022, 37(12):3157-3163. DOI:10.1007/s00467-022-05501-9.
- [13] Lin BB, Lin ME, Huang RH, et al. Dietary and lifestyle factors for primary prevention of nephrolithiasis: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Nephrol, 2020, 21(1):267. DOI:10.1186/s12882-020-01925-3.
- [14] Çaltık Yılmaz A, Ünal N, Çelebi Tayfur A, et al. How important urolithiasis is under 2 years of age? [J]. Urolithiasis, 2022, 50(2):159-165. DOI:10.1007/s00240-021-01295-x.
- [15] Bao YG, Tu X, Wei Q. Water for preventing urinary stones[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2020, 2(2):CD004292. DOI:10.1002/14651858.CD004292.pub4.
- [16] Sulaiman SK, Enakshe J, Traxer O, et al. Which type of water is recommended for patients with stone disease (hard or soft water, tap or bottled water): evidence from a systematic review over the last 3 decades[J]. Curr Urol Rep, 2020, 21(1):6. DOI:10.1007/s11934-020-0968-3.
- [17] Zeng GH, Mai ZL, Xia SJ, et al. Prevalence of kidney stones in China: an ultrasonography based cross-sectional study[J]. BJU Int, 2017, 120(1):109-116. DOI:10.1111/bju.13828.
- [18] 丛小明, 孙西钊. 儿童泌尿系统结石的代谢评估[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19(8):661-665. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.08.001. Cong XM, Sun XZ. Metabolic evaluations of pediatric nephrolithiasis[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(8):661-665. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.08.001.
- [19] Zhao YN, Fang XL, He L, et al. A comparison of the clinical characteristics of pediatric urolithiasis patients with positive and negative molecular diagnoses[J]. World J Urol, 2022, 40(5):1211-1216. DOI:10.1007/s00345-022-03934-3.
- [20] Patel SR, Ingram C, Scovell JM, et al. The microbiome and urolithiasis: current advancements and future challenges[J]. Curr Urol Rep, 2022, 23(3):47-56. DOI:10.1007/s11934-022-01088-8.

(收稿日期:2022-11-05)

本文引用格式: 钟庆涛, 张德迎, 王萱, 等. 儿童上尿路结石危险因素及早期复发原因分析[J]. 临床小儿外科杂志, 2023, 22(7):635-641. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202211008-007.

Citing this article as: Zhong QT, Zhang DY, Wang X, et al. Analysis of risk factors and causes of early recurrence of children with upper urinary tract calculi[J]. J Clin Ped Sur, 2023, 22(7):635-641. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202211008-007.