

• 论著-研究报告 •

输尿管软镜治疗小儿上尿路结石手术结局与
体重指数的相关性分析王小川¹ 张宇¹ 焦建伟¹ 田野¹ 李钧¹

[摘要] 目的:探讨输尿管软镜(FURS)治疗小儿上尿路结石手术结局与体重指数(BMI)之间的关系。方法:本文回顾性分析我院 2014 年 6 月—2019 年 4 月前瞻性构建的儿童结石数据库中的病例。计算患儿 BMI 值并根据疾病控制和预防中心(CDC)的 BMI 性别年龄增长图描记每位患儿 BMI 百分位数。根据 BMI 百分位数将患儿分为三组:较高体重百分位数组(UBW 组)、正常体重百分位数组(NBW 组)和较低的体重百分位数组(LBW 组)。计量资料以中位数和四分位间距表示,计数资料以频数和百分数表示。通过 Wilcoxon 秩和检验和卡方检验比对不同 BMI 百分位数组患儿的基本特征、结石特征、手术数据及手术结局等资料之间的差异。应用学习曲线评估手术医生的经验在不同 BMI 儿童人群分层中对手术结局的影响。手术结局包括结石清除率(SFR)和术后并发症发生率(CR)结果:根据纳入与排除标准,最终 161 例患儿进入研究队列,男 114 例,女 47 例。其中 UBW 组患儿 63 例(39.1%),NBW 组患儿 64 例(39.8%),LBW 组患儿 34 例(21.1%)。三组患儿的中位结石负荷分别为 1.14 cm² (IQR 0.50~3.41 cm²)、1.13 cm² (IQR 0.70~3.14 cm²)和 0.95 cm² (IQR 0.50~1.77 cm²),差异无统计学意义($P=0.17$)。三组患儿的 SFR 分别为 90.5%、81.3%和 70.6%,差异有统计学意义($P=0.04$),CR 分别为 15.9%、21.9%和 29.4%,差异无统计学意义($P=0.29$)。学习曲线表明,手术医师在经过大约 100 例 FURS 的学习后,SFR 可以得到明显改善。LBW 组患儿病例使手术医师的学习难度有所提高。结论:儿童 BMI 与 FURS 治疗小儿上尿路结石术后 SFR 相关,LBW 组患儿 SFR 较低。低 BMI 患儿使 FURS 的学习更具挑战性。

[关键词] 儿童尿石症;输尿管软镜;体重指数;手术结局;学习曲线

DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2021.03.009

[中图分类号] R693 **[文献标志码]** A

Influence of body mass index on the surgical outcomes of flexible ureteroscopy for pediatric upper urinary tract calculi

WANG Xiaochuan ZHANG Yu JIAO Jianwei TIAN Ye LI Jun

(Department of Urology, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing, 100050, China)

Corresponding author: LI Jun, E-mail: lljun@yeah.net

Abstract Objectives: To examine the association between body mass index (BMI) and surgical outcomes of flexible ureteroscopy (FURS) for pediatric upper urinary tract calculi. **Methods:** We reviewed our prospectively maintained database containing children who had kidney or ureteral stones from June 2014 to April 2019. We calculated BMI and plotted it on the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) growth chart for sex and age to estimate BMI percentile. Children were stratified into 3 BMI categories according to CDC age adjusted BMI percentiles for children, including lower body weight percentile (LBW), normal body weight percentile (NBW) and upper body weight percentile (UBW). Numerical variables and categorical variables were represented with median (interquartile range) and number (percentile). Wilcoxon rank sum tests and Chi-square tests were performed to compare the difference of patient demographics, intraoperative data, stone characteristics and surgical outcomes among different cohorts of BMI percentile. Surgical outcomes consisted of stone-free rate (SFR) and complication rate (CR). Learning curves were generated to estimate the effect of the surgeon's experience on surgical outcomes. **Results:** The final analysis included 161 children, of whom 114 were male and 47 were female. Sixty-three (39.1%) children were categorized into UBW cohort, while 64 (39.8%) and 34 (21.1%) were categorized into NBW and LBW respectively. The median stone burden of the three groups were 1.14 cm² (IQR 0.50—3.41 cm²), 1.13 cm² (IQR 0.70—3.14 cm²) and 0.95 cm² (IQR 0.50—1.77 cm²), respectively ($P=0.17$). SFRs were 90.5% (57/63), 81.3% (52/64) and 70.6% (24/34), respectively ($P=0.04$). CRs were 15.9% (10/63), 21.9% (14/64) and 29.4% (10/34), respectively ($P=0.29$). The learning curves showed that SFR of

¹首都医科大学附属北京友谊医院泌尿外科(北京,100050)
通信作者:李钧,E-mail:lljun@yeah.net

FURS could be improved after about 100 cases. And decreasing BMI could steepen the learning curve. **Conclusion:** BMI is associated with SFR of FURS. LBW children had the lowest SFR compared to UBW and NBW children. Decreasing BMI makes the success of FURS more challenging.

Key words pediatric urolithiasis; flexible ureteroscopy; body mass index; surgical outcome; learning curve

在过去的几十年中,儿童肥胖症在很多国家和地区有所增加,而低体重儿童则越来越多地集中在南亚地区以及非洲中部、东部和西部等地区^[1]。在同一时期,小儿尿路结石的发生率急剧增加^[2-4]。体重指数(body mass index, BMI)经证实儿童和青少年肾结石的形成中发挥一定作用^[5-9]。根据相关报道, BMI 的增加与尿液草酸盐分泌的减少和磷酸钙过饱和有关,并且与肾结石的患病率增加呈正相关^[6,10]。通过微创手段治疗小儿尿路结石的泌尿腔内手术主要包括输尿管软镜(flexible ureteroscopy, FURS)手术和经皮肾镜取石术(percutaneous nephrolithotomy, PCNL)^[11]。近年来,不同于成人尺寸的适合儿童狭窄泌尿腔道的器械逐渐发展,更加纤细的镜体、通道及光纤,更加灵活的镜头,更加清晰的显像,为开展小儿 FURS 手术奠定了基础。既往研究表明,肥胖患儿的 PCNL 更具挑战性,而且此类人群的结石清除率(stone-free rate, SFR)较低,需要再次进行治疗干预的比例较高,这与皮下脂肪层及肾周脂肪较厚增加手术难度有关^[12-13]。很少有研究报道 BMI 与 FURS 手术结局之间的关系。但是有成人研究表明,肾盂内灌注液的压力及对体温的影响是影响术后并发症的重要因素^[14-15]。本研究旨在探究儿童 BMI 对上尿路结石 FURS 手术结局的影响。此外,通过绘制学习曲线阐述在不同 BMI 患儿中 FURS 手术的实践经验。现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本文回顾性分析 2014 年 6 月—2019 年 4 月我院前瞻性构建的儿童结石数据库中的病例。纳入标准:①符合以上入院时间;②我中心明确诊断为上尿路结石;③年龄在 2~14 岁之间。排除标准:①临床资料不完整的病例;②有出血性疾病的患儿;③未经腔内手术治疗而单凭自然排出结石痊愈的患儿。获取的临床资料包括:①基本特征:性别、年龄、BMI、术前是否发热、术前尿培养结果;②结石特征:结石密度、结石负荷;③手术数据:手术时间、液体灌注量、是否使用了输尿管通道鞘和双 J 输尿管支架;④手术结局:SFR、并发症发生率(complication rate, CR)。

1.2 研究变量的定义和测量

本文根据每位患儿的身高和体重计算出 BMI 值,并将结果在疾病控制与预防中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)的 BMI 随

性别及年龄增长图表上比对,得到每例患儿在相应人群中的 BMI 百分位数值^[1]。根据上述计算出的数值将患儿分为 3 个亚组,包括较低体重百分位数组(LBW 组)(小于或等于第十百分位数),正常体重百分位数组(NBW 组)(第十百分位数至第八十五百分位数之间)和较高体重百分位数组(UBW 组)(大于或等于第八十五百分位数)。结石的相关参数通过计算机断层显像(CT)非增强序列(平扫)进行评估。结石负荷根据以下公式进行计算:结石负荷= L_{\max} (最大长径) $\times W_{\max}$ (与 L_{\max} 垂直的最大宽径) $\times 3.14 \times 0.25$ ^[16];结石密度由平均 CT 值的亨氏单位(hounsfield unit, HU)表示。

主要结果变量是不同 BMI 百分位数组中 FURS 术后的 SFR 和 CR。SFR 被定义为术后 1 个月时通过超声波和(或)CT 检查未发现残留的碎石或残留的碎石直径 <2 mm。术后并发症主要为近期并发症,包括发热、血尿及石街,并根据修正后的 Clavien-Dindo 评分系统进行分级。本研究涉及的并发症并未包括尿路感染,是因为大多数患儿在接受手术后尿白细胞都升高了。但是,通过对术后发热比例的计算来评估术后感染的可能性。

1.3 方法

本研究 FURS 的手术适应证为:① <2 cm 的肾盂及中上盏结石;② <1 cm 的下盏结石;③输尿管结石。所有患儿至少于术前 2 周在静脉全麻下经尿道放置双 J 输尿管支架(4.7F/12 cm)。2 周后,患者在全麻下取截石位,先使用 8/9.8 F 输尿管镜取出输尿管支架,再使用 FURS(8F/30~42 cm)及钬激光(272 μ m 钬激光纤维)逐层粉碎结石。为了保持术中膀胱内较低压力,在男孩于耻骨上留置 14G 留置针,在女孩则经尿道留置。在手术过程中,助手用注射器手动匀速低压注射灌注液。根据术中视野及压力情况使用输尿管通道鞘(9/11.5F),部分病例根据灌注情况行 5F 输尿管支架置入引流肾脏灌注液。如果至手术结束时发现输尿管黏膜损伤或水肿,则放置输尿管支架直至术后 1 个月,于全麻下行经尿道输尿管支架取出术。

1.4 统计学方法

应用 SPSS 25.0 和 R 语言 3.5.1 统计学软件进行数据分析。对研究队列中所有的变量数据根据 BMI 百分位数组及病例数分组进行统计学描述,计量资料以中位数(median, M)和四分位间距(interquartile range, IQR)表示,计数资料以例数

和百分数表示。计量资料之间的差异用 Wilcoxon 秩和检验进行比较,计数资料之间的差异用卡方检验或 Fishers 精确检验进行比较。本研究通过绘制学习曲线来阐述随着病例的累积,手术结局的变化情况。在学习曲线的拟合过程中,首先将手术例数(连续变量)作为自变量,手术结局作为因变量,根据 BMI 百分位数分组进行散点图的绘制,再通过使用严格的 3 次样条函数进行插值拟合,连接成平滑曲线。除了 SFR 和 CR,本研究在学习曲线的分析中还将手术时间作为结局变量进行考量。在我们中心,所有 FURS 手术均由同一位作为儿童输尿管镜初学者的医生完成,但是该医生既往有 500 例以上成人 FURS 的手术经验,因此可以忽略不同医生之间的异质性而同时保证手术的安全性。所有假设均为双边检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料的比较

符合纳入标准的患儿共计 171 例。其中,7 例患儿通过自然排石并未行手术干预,1 例患儿存在出血性疾病,2 例患儿无影像学资料,以上 10 例患儿被排除出研究队列。最终共有 161 例患儿进入研究队列,男 114 例,女 47 例。其中 UBW 组 63 例(39.1%),NBW 组 64 例(39.8%),LBW 组 34 例(21.1%)。

UBW 组、NBW 组和 LBW 组的中位年龄分别为 5 岁(IQR 4~9 岁)、4 岁(IQR 2.4~8 岁)和 3 岁(IQR 2~5 岁)。中位结石负担分别为 1.14 cm²(IQR 0.50~3.41 cm²)、1.13 cm²(IQR 0.70~3.14 cm²)和 0.95 cm²(IQR 0.50~1.77 cm²),差异无统计学意义($P=0.17$)。中位手术时间为 30 min(IQR 25~40 min)、30 min(IQR 25~30 min)和 40 min(IQR 30~50 min),差异无统计学意义($P=0.56$)。中位液体灌注量分别为 310 mL(IQR 200~800 mL)、400 mL(IQR 200~900 mL)和 500 mL(IQR 200~600 mL),差异无统计学意义($P=0.77$)。UBW 组 63 例(100%)患儿、NBW 组 63 例(98.4%)患儿和 LBW 组 31 例(91.2%)患儿分别使用了输尿管通道鞘,差异有统计学意义($P=0.02$)。所有患儿术前均放置了双 J 输尿管支架。三组的 SFR 分别为 90.5%(57/63)、81.3%(52/64)和 70.6%(24/34),差异有统计学意义($P=0.04$);CR 分别为 15.9%(10/63)、21.9%(14/64)和 29.4%(10/34),差异无统计学意义($P=0.29$);术后发热患儿的比例分别为 11.1%(7/63)、14.1%(9/64)和 14.7%(5/34),差异无统计学意义($P=0.81$)。LBW 组有 2 例患儿发生感染性休克并在接受静脉泵入去甲肾上腺素后康复,1 例患儿发生石街(Clavien-Dindo III 级)并在接受双 J 输尿管支架置入后好转。见表 1。

表 1 上尿路结石患儿基线特征 例(%),M(IQR)

变量	UBW(n=63)	NBW(n=64)	LBW(n=34)	P
性别	—	—	—	—
男	48(76.2)	47(73.4)	19(55.9)	0.09
女	15(23.8)	17(26.6)	15(44.1)	0.09
年龄/岁	5(4~9)	4(2.4~8.0)	3(2~5)	0.87
术前发热	7(11.1)	7(10.9)	3(8.8)	0.93
术前尿培养阳性	25(39.7)	32(50.0)	12(35.3)	0.30
结石密度/HU	723(418~928)	619(416~841)	545(440~768)	0.41
结石负荷/cm ²	1.14(0.50~3.41)	1.13(0.70~3.14)	0.95(0.50~1.77)	0.17
手术时间/min	30(25~40)	30(25~30)	40(30~50)	0.56
液体灌注量/mL	310(200~800)	400(200~900)	500(200~600)	0.77
输尿管通道鞘的使用	63(100)	63(98.4)	31(91.2)	0.02
双 J 输尿管支架的使用	63(100)	64(100)	34(100)	—
术后发热(Clavien-Dindo I 级)	7(11.1)	9(14.1)	5(14.7)	0.81
术后发热(Clavien-Dindo II 级)	0	0	2(5.9)	—
术后血尿(Clavien-Dindo I 级)	5(7.9)	6(9.4)	3(8.8)	0.96
术后石街(Clavien-Dindo III 级)	0	0	1(2.9)	—
SFR/%	90.5	81.3	70.6	0.04
CR/%	15.9	21.9	29.4	0.29

2.2 FURS 术后不同 BMI 百分位数分组的学习曲线

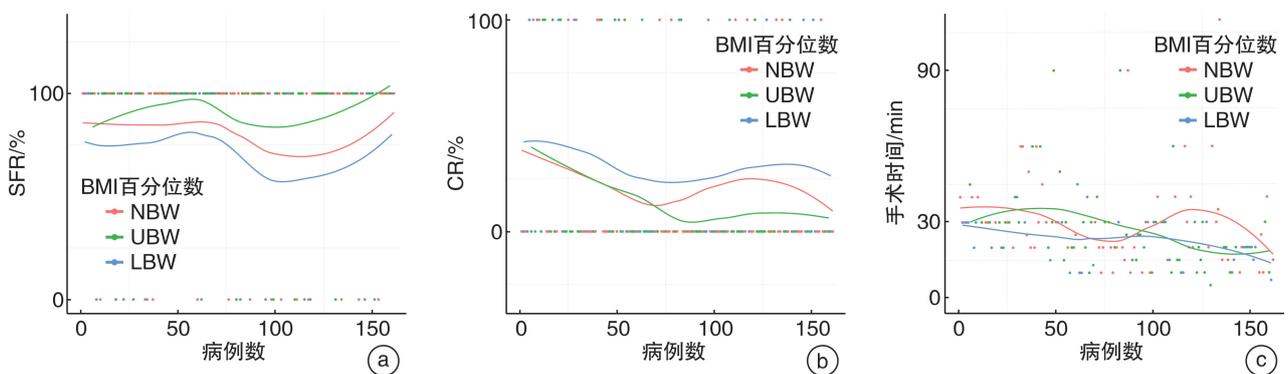
表 2 显示了随着病例学习的积累,基本特征、结石特征、手术数据及术后结局等资料的对比情况。本研究根据病例学习的累积情况将手术医生经验分为三组(1~54、55~108、109~161 例)。三组患儿 BMI 比较差异无统计学意义($P=0.32$)。即使随病例的累积患儿结石负荷不断增加($P=0.03$),术中所用液体灌注量却在逐渐减少($P=0.04$)。术后 CR 比较差异有统计学意义($P=0.02$),这意味着随着学习的深入可明显降低术后

CR。但是本研究并未观察到术后 SFR 的存在显著差异($P=0.83$)。

FURS 术后不同 BMI 百分位数组的手术结局变化趋势见图 1。在大约 100 例病例的学习后, SFR 曲线出现了明显的上升趋势(图 1a)。LBW 组的 SFR 曲线始终位于其他两组之下,并且该组学习曲线明显陡峭。同样经过大约 100 例手术的学习后,CR 明显改善并达到平台期(图 1b)。LBW 组的 CR 曲线始终高于其他两组。我们并没有发现三组之间的手术时间存在明显差异(图 1c)。

表 2 FURS 术后不同 BMI 百分位数组的数据比较

变量	FURS 病例数($n=161$)			M(IQR)	P
	1~54	55~108	109~161		
BMI/($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	17.2(15.1~20.4)	17.2(15.6~19.6)	17.2(14.8~20.3)		0.32
BMI 百分位数/例	—	—	—		—
UBW	13	11	10		0.79
NBW	21	22	21		0.96
LBW	20	21	22		0.89
结石负荷/ cm^2	0.8(0.3~1.3)	1.1(0.5~2.6)	1.8(0.8~3.1)		0.03
液体灌注量/mL	500(300~750)	400(200~1000)	300(110~600)		0.04
手术时间/min	40(30~90)	30(25~40)	30(25~40)		0.14
住院时间/d	2(1~4)	2(1~2)	1(1~2)		0.17
CR/%	33.3(18/54)	18.5(10/54)	11.3(6/53)		0.02
SFR/%	85.2(46/54)	81.5(44/54)	81.1(43/53)		0.83



a: SFR; b: CR; c: 手术时间。

图 1 不同 BMI 百分位数患儿 FURS 手术的结局

3 讨论

儿童时期存在体重异常被认为与不良的健康状态相关^[1]。大样本研究发现, BMI 与儿童泌尿外科术后事件相关,也就是说肥胖或超重儿童发生术后并发症的风险较高^[17]。因此,本研究比较了不同 BMI 百分位数组的患儿 FURS 手术的疗效和安全性。本研究发现与其他两组相比 LBW 组的 SFR 最低,而三组之间的 CR 并无显著差异。但是,我们确实观察到 CR 随着 BMI 减小而增加。虽

然 LBW 组患儿结石负担最低,但是其结局却最差。

根据报道,儿童肾结石 FURS 手术后的 SFR 为 82.6%~89.0%, CR 为 12.5%~17.3%^[18-19]。本研究发现与上述相似的 SFR(82.6%)及较高的 CR(21.1%)。既往研究发现,输尿管穿孔是输尿管镜手术最常见的并发症,其次是出血和发热^[20]。既往的成人研究报告 BMI 较高的人群与正常 BMI 人群的 SFR 并无显著差异^[21-22],与本研究结论一

致,但 BMI 较低儿童 SFR 显著降低的机制尚不清楚,可能由于此类患者体型瘦长,输尿管走行曲度大及管径纤细造成术中操作难度较高,术后残留结石排出障碍有关。此组患者术中使用输尿管通道鞘占比较少,易造成术中输尿管损伤影响残留结石排出,也可能是原因之一。本研究中最常见的并发症是发热, LBW 组患儿发热率最高,其中 2 例曾患脓毒症。这可能是由于 LBW 组患儿肾内液体灌注量较多,导致肾内持续时间较长且较高的压力。肾盂内压力较高已被证明会增加炎症反应的风险^[14]。LBW 组患儿受到较多液体灌注的影响,导致手术过程中核心体温更容易下降,因此术后寒战的风险会增加,并延长体温过低的恢复时间^[15]。以上说明炎症状态及体温异常可能是低 BMI 患儿术后发热率较高的可能原因。本研究未发现输尿管穿孔的患儿并且发现术后出血的发生率更高,这可能与我中心常规于术前放置双 J 输尿管支架以预扩张输尿管有关,这被证明是提高 SFR 并增加出血的风险的原因之一^[18],但是扩张后的输尿管使手术过程更加顺利且安全。

通过提供有效和安全的手术治疗使患者最终受益是泌尿外科医生不断学习的主要动力。这项研究表明,既往没有儿童 FURS 手术经验的外科医生在通过大约 100 例病例的学习后可以获得使 SFR 显著提升的手术能力。除了 SFR,我们还评估了 CR 和手术时间这 2 个结局参数,以更好而全面地阐明逐步积累的经验与手术结局之间的关联。三组病例的 CR 学习曲线逐渐下降在大约 100 例后变得平坦,与 SFR 曲线的变化折点大致相同。手术时间总体趋势呈下降态势可以说明随着学习的深入,手术医师对内窥镜使用的熟悉程度的提高以及外科手术技能的提升大有裨益。本研究发现 LBW 组 SFR 学习曲线更加陡峭,这意味着手术医师在低 BMI 患儿施行 FURS 手术时应多加注意和谨慎。这一发现与 BMI 对 PCNL 结局影响的研究结果截然相反, BMI 的升高使 PCNL 的学习曲线变陡,肥胖增加了经皮手术的操作难度^[12-13]。而造成 FURS 手术 LBW 组 SFR 学习曲线更加陡峭的原因可能与 PCNL 不一致,既往研究表明虽然肥胖人群的皮肤肾脏距离明显宽厚,但并不影响 FURS 手术的 SFR^[23]。本研究认为可能由于此类患者输尿管特点及输尿管通道鞘使用较少有关。综上所述, PCNL 可能是 LBW 组患儿的最佳治疗手段,而 FURS 手术可能是治疗 LBW 组患儿的替代方案。本研究并未发现随着 BMI 的降低手术时间明显延长,表明 LBW 组患儿 FURS 手术结局较差并不是由于手术时间延长所致,该机制需要进一步研究阐明。

本研究有几个优点:①经过查阅相关文献,发

现本文是首个按 BMI 百分位数分层描绘 FURS 手术学习曲线的研究。本文着重比较了分层后 FURS 手术结局的变化趋势和组间对比,发现在 LBW 组患儿的 FURS 手术结局较差,该发现可能为指导 FURS 手术在不同患儿中的合理应用提供思路。此外,本研究描绘了手术医师经验在 FURS 手术学习过程中的变化趋势,为不同中心培养能够独立完成并胜任手术的医师提高一定参考。②本研究根据患儿家属的意愿及医生对于患儿情况的考量纳入均选择 FURS 手术而非体外冲击波碎石术作为首选治疗的患儿,因此可以不受既往治疗可能带来的影响而独立探讨 FURS 手术的安全性、有效性及相关影响因素。最后,本研究的发现可以帮助研究不同 BMI 儿童遗传、饮食、运动等影响儿童代谢因素对结石形成的影响。

本研究同时具有一定局限性。尽管数据库是前瞻性构建的,但依然受限于回顾性研究的本质及相应偏倚。此外,本研究并未对经验相对丰富的泌尿外科手术医师与经验相对缺乏医师的学习过程进行比较,具有成人手术经验的医生可能更加适合儿童手术,但通过 100 例手术的学习能够基本胜任儿童 FURS 手术。无法否认的是,在积累更多经验之后,学习曲线会更加趋于完美。值得注意的是,不同中心以及不同个体间学习过程存在差异,需要结合具体情况。最后,我们没有进行结石成分分析、24 h 尿液成石危险因素分析、相关代谢评估及以上结果与 BMI 之间的关联分析,这可能进一步阐明 BMI 对结石形成的影响并有助于结石形成的预防^[24]。

综上所述, BMI 与儿童 FURS 手术后 SFR 相关,与 UBW 组和 NBW 组患儿相比, LBW 组患儿的 SFR 更低。本研究结果表明,通过 100 例病例的学习可足够胜任儿童 FURS 手术。但是低 BMI 患儿 FURS 手术更具挑战性,手术医师在进行该 FURS 手术时应更加细致而谨慎。

参考文献

- [1] Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults [J]. *Lancet*, 2017, 390(10113): 2627-2642.
- [2] Dwyer ME, Krambeck AE, Bergstralh EJ, et al. Temporal trends in incidence of kidney stones among children: a 25-year population based study [J]. *J Urol*, 2012, 188(1): 247-252.
- [3] Ward JB, Feinstein L, Pierce C, et al. Pediatric Urinary Stone Disease in the United States: The Urologic Diseases in America Project [J]. *Urology*, 2019, 129: 180-187.

- [4] 卢穗琳,段海峰,朱玮,等. 超微经皮肾镜取石术治疗儿童上尿路结石的疗效评估[J]. 临床泌尿外科杂志, 2019,34(3):173-175.
- [5] Eric NT, Meir JS, Gary CC. Obesity, Weight Gain, and the Risk of Kidney Stones[J]. JAMA, 2005, 293: 455-462.
- [6] Eisner BH, Eisenberg ML, Stoller ML. Influence of body mass index on quantitative 24-hour urine chemistry studies in children with nephrolithiasis [J]. J Urol, 2009, 182(3): 1142-1145.
- [7] Lee SC, Kim YJ, Kim TH, et al. Impact of obesity in patients with urolithiasis and its prognostic usefulness in stone recurrence[J]. J Urol, 2008, 179(2): 570-574.
- [8] Sorensen MD, Kahn AJ, Reiner AP, et al. Impact of nutritional factors on incident kidney stone formation: a report from the WHI OS[J]. J Urol, 2012, 187(5): 1645-1649.
- [9] Kieran K, Giel DW, Morris BJ, et al. Pediatric urolithiasis--does body mass index influence stone presentation and treatment? [J]. J Urol, 2010, 184(4 Suppl): 1810-1815.
- [10] Alfandary H, Haskin O, Davidovits M, et al. Increasing Prevalence of Nephrolithiasis in Association with Increased Body Mass Index in Children: A Population Based Study[J]. J Urol, 2018, 199(4): 1044-1049.
- [11] 王磊,王文营,张彩祥,等. 输尿管软镜和 Microperc 治疗婴幼儿 ≤ 2 cm 肾结石的疗效比较[J]. 临床泌尿外科杂志, 2019, 34(4): 259-263.
- [12] Bayne DB, Usawachintachit M, Tzou D, et al. Increasing Body Mass Index Steepens the Learning Curve for Ultrasound-guided Percutaneous Nephrolithotomy [J]. Urology, 2018, 120: 68-73.
- [13] Fuller A, Razvi H, Denstedt JD, et al. The CROES percutaneous nephrolithotomy global study: the influence of body mass index on outcome[J]. J Urol, 2012, 188(1): 138-144.
- [14] Omar M, Noble M, Sivalingam S, et al. Systemic Inflammatory Response Syndrome after Percutaneous Nephrolithotomy: A Randomized Single-Blind Clinical Trial Evaluating the Impact of Irrigation Pressure[J]. J Urol, 2016, 196(1): 109-114.
- [15] Giusti G, Proietti S, Rodríguez-Socarrás ME, et al. Simultaneous Bilateral Endoscopic Surgery (SBES) for Patients with Bilateral Upper Tract Urolithiasis: Technique and Outcomes[J]. Eur Urol, 2018, 74(6): 810-815.
- [16] Tiselius H. Stone Burden in an Average Swedish Population of Stone Formers Requiring Active Stone Removal; How Can the Stone Size Be Estimated in the Clinical Routine? [J]. Eur Urol, 2003, 43(3): 275-281.
- [17] Kurtz MP, McNamara ER, Schaeffer AJ, et al. Association of BMI and pediatric urologic postoperative events: Results from pediatric NSQIP[J]. J Pediatr Urol, 2015, 11(4): 224 e1-e6.
- [18] Sen H, Seckiner I, Bayrak O, et al. A comparison of micro-PERC and retrograde intrarenal surgery results in pediatric patients with renal stones [J]. J Pediatr Urol, 2017, 13(6): 619 e1-619 e5.
- [19] Pelit ES, Atis G, Kati B, et al. Comparison of Mini-percutaneous Nephrolithotomy and Retrograde Intrarenal Surgery in Preschool-aged Children [J]. Urology, 2017, 101: 21-25.
- [20] Castro EP, Osther PJ, Jinga V, et al. Differences in ureteroscopic stone treatment and outcomes for distal, mid-, proximal, or multiple ureteral locations: the Clinical Research Office of the Endourological Society ureteroscopy global study [J]. Eur Urol, 2014, 66(1): 102-109.
- [21] Schott F, Knipper S, Orywal AK, et al. Effect of the body mass index on outcomes of ureterorenoscopy for renal stones [J]. Urologe A, 2016, 55(11): 1462-1469.
- [22] Laclergerie F, Jacquemet B, Guichard G, et al. Flexible ureterorenoscopy in obese patients: results from a large monocenter cohort [J]. Prog Urol, 2014, 24(10): 634-639.
- [23] Pompeo A, Molina WR, Juliano C, et al. Outcomes of intracorporeal lithotripsy of upper tract stones is not affected by BMI and skin-to-stone distance (SSD) in obese and morbid patients [J]. Int Braz J Urol, 2013, 39(5): 702-709; discussion 710-711.
- [24] Hsi RS, Sanford T, Goldfarb DS, et al. The Role of the 24-Hour Urine Collection in the Prevention of Kidney Stone Recurrence [J]. J Urol, 2017, 197(4): 1084-1089.

(收稿日期:2020-07-16)