

小儿肾积水手术后分肾功能的相关因素分析及预测模型建立



全文二维码

林资咏 杨屹 殷晓鸣 刘鑫 赵谦

中国医科大学附属盛京医院小儿泌尿外科, 沈阳 110000

通信作者: 杨屹, Email: yangy2@sj-hospital.org

【摘要】 目的 探讨小儿肾积水肾盂输尿管成形术后分肾功能变化的相关因素, 并建立预测小儿肾积水术后分肾功能变化的模型。 **方法** 回顾性分析 2011 年 1 月 1 日至 2017 年 8 月 1 日在中国医科大学附属盛京医院小儿泌尿外科诊断并手术的单侧肾积水病例资料。分析术前分肾功能、术前肾脏横径比与术后分肾功能的关系, 以术后分肾功能 $\geq 45\%$ 作为术后分肾功能恢复正常的标准, 并通过二元 Logistic 回归构建预测小儿肾积水术后分肾功能变化的模型。通过 ROC 曲线计算预测模型的敏感度和特异度。 **结果** 本研究共纳入 136 例单侧肾积水患儿, 术前患侧 APD、患侧肾盏大小、患侧肾皮质厚度、患侧肾皮质厚度与 APD 比值与术后分肾功能恢复情况均无相关性 ($P > 0.05$)。Logistic 回归分析发现, 术前患侧分肾功能 ($OR = 1.151, 95\% CI: 1.093 \sim 1.212, P < 0.01$)、术前肾脏横径比 ($OR = 2.565, 95\% CI: 1.237 \sim 5.322, P = 0.011$) 是术后分肾功能的相关因素。通过模型公式 $\text{Logit}(P) = -5.846 + 0.141 \times \text{术前患侧分肾功能} + 0.942 \times \text{术前肾脏横径比}$, 可以预估术后分肾功能是否 $\geq 45\%$, 其 AUC、灵敏度、特异度、约登指数、临界值分别为 0.828、80.8%、70.7%、0.515、-5.322。术前患侧分肾功能预测术后患肾分肾功能 $\geq 45\%$ 的 AUC、灵敏度、特异度、临界值分别为 0.851、75.6%、77.6%、0.532、40.56%。术前肾脏横径比预测术后患肾分肾功能 $\geq 45\%$ 的 AUC、灵敏度、特异度、约登指数、临界值分别为 0.610、79.5%、46.5%、0.260、0.388。 **结论** 术前患肾分肾功能、术前患侧-健侧/健侧肾脏横径比可以预估术后患肾分肾功能 $\geq 45\%$ 的情况。本预测模型为外科医生选择术后随访方式提供了参考依据, 并可预测小儿肾积水手术后分肾功能恢复正常的概率。

【关键词】 肾盂积水/影像诊断; 肾盂/畸形; 肾功能不全; 超声检查; 儿童

基金项目: 辽宁省重点研发计划联合计划项目 (2020JH 2/10300145)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202012071-011

Analysis of influencing factors and predictive modeling of renal function in children with hydronephrosis

Lin Ziyong, Yang Yi, Yin Xiaoming, Liu Xin, Zhao Qian

Department of Pediatric Surgery, Affiliated Shengjing Hospital, China Medical University, Shenyang 110000, China

Corresponding author: Yang Yi, Email: yangy2@sj-hospital.org

【Abstract】 Objective To explore the influencing factors of changes in renal function of children with hydronephrosis after pyeloneoplasty and establish a model for predicting the changes of renal function. **Methods** From January 1, 2011 to August 1, 2017, a retrospective review was conducted for 136 children with unilateral hydronephrosis. The relationship was examined between preoperative differential renal function (DRF), preoperative renal aspect ratio and postoperative DRF. Postoperative DRF $\geq 45\%$ was chosen as a criterion for normal postoperative DRF. And a prediction model of renal function change was constructed through binary Logistic regression. Sensitivity and specificity were calculated by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** Preoperative anteroposterior diameter (APD) at affected side, preoperative renal calyx size at affected side, preoperative renal cortical thickness at affected side, preoperative ratio of renal cortical thickness at affected side to APD and postoperative DRF recovery had no correlation ($P > 0.05$). Logistic regression analysis indicated that preoperative DRF at affected side ($OR = 1.151, 95\% CI: 1.093 \sim 1.212, P < 0.01$) and preoperative renal transverse diameter ratio ($OR = 2.565, 95\% CI: 1.237 \sim 5.322, P = 0.011$) were correlated with postoperative DRF recovery. The model formula $\text{Logit}(P) = -5.846 + 0.141 \times \text{preoperative DRF at affected}$

side + 0.942 * preoperative renal transverse diameter ratio could predict whether or not postoperative DRF was $\geq 45\%$. Area under curve (AUC), sensitivity, specificity, Youden index and critical value were 0.828, 80.8%, 70.7%, 0.515 and -5.322. AUC, sensitivity, specificity and cut-off values of predicting postoperative DRF $\geq 45\%$ at affected side for preoperative DRF at affected side were 0.851, 75.6%, 77.6%, 0.532 and 40.56%. AUC, sensitivity, specificity, Youden index and cut-off value of preoperative DRF predicting postoperative DRF $\geq 45\%$ were 0.610, 79.5%, 46.5%, 0.260 and 0.388. **Conclusion** Preoperative renal function and preoperative ratio of lateral renal diameter of affected side to unhealthy side may predict postoperative DRF $\geq 45\%$. Such a predictive model provides rationales for surgeons to select postoperative follow-up modes and predict the probability of normalized DRF in children with hydronephrosis.

【Key words】 Hydronephrosis/DG; Kidney Pelvis/AB; Renal Insufficiency; Ultrasonography; Child

Fund program: Key Research & Development Project of Liaoning Province (2020JH 2/10300145)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202012071-011

小儿肾积水是泌尿系统常见疾病之一,先天性肾盂输尿管连接部梗阻(ureteropelvic junction obstruction, UPJO)是其常见病因。UPJO 如不及时治疗,将导致肾功能进行性恶化和永久性肾脏损伤^[1]。在临床治疗中,小儿泌尿外科医生把患侧肾脏分肾功能的变化作为术前观察的一个重要指标,通过分肾功能变化及时发现存在肾功能损害或损害风险的肾积水,进而及时予以手术治疗,使术后积水肾脏的分肾功能不再恶化或恢复至正常水平。目前分肾功能检查手段以肾核素检查为主。与肾核素检查相比,超声检查具有方便、无创等优势,是肾积水的重要检查手段。但目前尚没有一种影像学检查可以作为预估 UPJO 肾脏损伤情况的标准方法^[2]。因此术前通过超声及肾核素肾功能检查的某些指标来预测哪些 UPJO 患儿的分肾功能通过手术治疗可以完全恢复至正常水平,引起了临床的关注。本研究旨在通过回顾性分析 2011 年 1 月 1 日至 2017 年 8 月 1 日在中国医科大学附属盛京医院诊断为单侧先天性肾盂输尿管连接部梗阻肾积水、并行手术治疗的患儿临床资料,总结分析术前超声及肾核素肾功能检查参数与术后分肾功能的相关性,提出预测模型,以指导小儿肾积水的随访及治疗,为探讨小儿肾积水手术后分肾功能变化提供参考依据。

材料与方法

一、一般资料

(一)研究对象

收集 2011 年 1 月 1 日至 2017 年 8 月 1 日由中国医科大学附属盛京医院诊断并行手术治疗的单侧肾积水患儿 816 例。病例纳入标准:①术前诊断

为单侧先天性肾盂输尿管连接部梗阻所致肾积水;②术前完善超声及利尿性肾核素动态显像检查;③术后完善利尿性肾核素动态显像检查;④行肾盂输尿管成形术。排除标准:①存在膀胱输尿管反流($n=6$);②原发性巨输尿管($n=17$);③泌尿系重复畸形($n=27$);④有双侧肾积水($n=66$);⑤其他泌尿生殖系统异常,包括后尿道瓣膜($n=5$)、马蹄肾($n=2$)、神经源性膀胱($n=2$);⑥患侧肾功能 $> 55\%$ ($n=51$);⑦行再次手术,包括行患侧肾脏穿刺造瘘术、患侧再次肾盂输尿管成形术($n=6$);⑧存在肾发育不良($n=20$)以及检查数据缺失($n=478$)。最终本研究共纳入 136 例单侧肾积水患儿作为研究对象。

(二)手术指征

存在肾积水相关临床症状,包括腹痛、泌尿系统感染;初次评价肾积水功能 $< 40\%$,且 $T_{1/2} > 20$ min;如为梗阻性肾图,分肾功能(differential renal function, DRF) $> 40\%$,系列超声随访提示肾积水持续或加重,或根据美国胎儿泌尿协会(Society for Fetal Urology, SFU)分级显示肾积水 3 级变为 4 级,或肾盂分离增加 10 mm 或以上,无急性梗阻情况下,2~4 周复查时仍保持积水加重状态或进一步加重伴有肾实质变薄,或肾核素显像 DRF 下降 5%~10%。

二、相关检查

手术前 1 个月内行肾脏超声检查、3 个月内行肾核素显像检查,手术后 6~18 个月内完善肾核素显像检查。

(一)肾脏超声检查

仪器为德国西门子公司的 ACUSON Sequoia 512,探头频率为 3.5 MHz 和 2.5 MHz,探头在前位及后位沿肾脏纵轴及横轴观察,分别测量患儿双侧肾脏横径。

肾脏横径: ①测量切面: 肾门部短轴切面或肾脏冠状切面; ②测量至肾门与肾脏最宽部两侧包膜处。

$$\text{肾脏横径比值} = \frac{\text{患侧肾脏横径} - \text{健侧肾脏横径}}{\text{健侧肾脏横径}}$$

肾脏长径: ①测量切面: 肾脏冠状切面或矢状面最长切面; ②测量至肾脏上、下级顶端包膜处。

$$\text{肾脏长径比值} = \frac{\text{患侧肾脏长径} - \text{健侧肾脏长径}}{\text{健侧肾脏长径}}$$

肾盏大小: ①测量切面: 肾脏冠状切面或矢状面切面; ②测量肾盏位置液性暗区最宽处; ③多个肾盏扩张时, 取最大肾盏最宽处。

(二) 肾核素显像检查

①二乙烯三胺五乙酸 (diethylenetriamine penta-acetic acid, DTPA): 仪器为德国西门子公司 E. Cam Dual, 显像剂为 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA。检查前排空膀胱, 经静脉以“弹丸”式快速注射显像剂, 予呋塞米静脉注射, <1 岁者 1 mg/kg, >1 岁者 0.5 mg/kg, 最大剂量 40 mg。②乙二胺四乙酸乙酯 (ethylenedicycysteine, Tc-EC): $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -EC 肾动态显像方法, 患儿于检查前通过饮水或补液方法, 保证水负荷, 显像前排空膀胱。显像仪器为 Phillips SPECT/CT 仪, 配低能通用型准直器。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -EC 剂量为 74 ~ 111 MBq (2 ~ 3 m Ci), “弹丸”式静脉注射, 显像 10 min 时静脉注射呋塞米, 剂量为 1 mg/kg。

通过内置软件计算出肾小球滤过率 (glomerular filtration rate, GFR)、DRF, 并绘制双肾肾图曲线。本研究中以术后患侧分肾功能 $\geq 45\%$ 为结果建立模型, 将术后患侧 DRF 值 45% ~ 55% 定义为肾功能正常^[3-4]。

三、统计学处理

采用 SPSS 25.0 进行统计学分析。对于计量资料首先进行正态分布检验, 符合正态分布的数据采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验; 不符合正态分布的数据采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, 两组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。比较两组间各相关因素差异是否有统计学意义, 进行单因素分析, 并将单因素中有意义的变量纳入多因素 Logistic 回归分析, 计算出模型公式。预测模型按照 $P = \frac{e^{\text{logit}(P)}}{1 + e^{\text{logit}(P)}}$ 公式计算得到每一个受试者术后肾功能恢复的预测概率。对于模型自变量与因变量的特异性及灵敏度采用受试者工作特征曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC) 进行描述。以 ROC 曲线下面积 (area under curve, AUC) 及其 95%

CI 评价指标的准确性, 选取约登指数最大值作为最佳临界点, 同时计算灵敏度、特异度、约登指数。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、基本情况

136 例患儿中, 男 101 例 (74.3%), 女 35 例 (25.7%), 男女比例为 2.9 : 1; 术后患侧分肾功能 <45% 者 58 例 (42.65%), 术后患侧分肾功能 $\geq 45\%$ 者 78 例 (57.35%); 手术年龄为 1.3 ~ 139 个月, 平均年龄为 36 个月。

二、单因素分析结果

术后分肾功能 $\geq 45\%$ 组和术后分肾功能 <45% 组患儿术前患侧分肾功能差异有统计学意义 ($U = 3685.000, P < 0.001$), 术前肾脏长径差异有统计学意义 ($U = 2844.000, P = 0.010$), 术前肾脏横径比差异有统计学意义 ($U = 3685.000, P = 0.029$)。

比较术后患侧分肾功能 $\geq 45\%$ 组和术后患侧分肾功能 <45% 组患儿手术年龄以及术前患侧 APD、患侧肾盏大小、患侧肾皮质厚度、患侧肾皮质厚度与 APD 比值的差异, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 详见表 1。

三、多因素分析结果

以患儿术前患侧分肾功能、术前肾脏横径比作为自变量, 以术后分肾功能 $\geq 45\%$ 作为因变量, 行二元 Logistic 回归分析发现, 术前患侧分肾功能 ($OR = 1.151, 95\% CI: 1.093 \sim 1.212, P < 0.01$)、术前肾脏横径比 ($OR = 2.565, 95\% CI: 1.237 \sim 5.322, P = 0.011$) 是患儿手术后分肾功能是否 $\geq 45\%$ 的相关因素 (表 2)。

预测模型公式为: $\text{Logit}(P) = -5.846 + 0.141 \times \text{术前患侧分肾功能} + 0.942 \times \text{术前肾脏横径比}$ 。

四、ROC 曲线分析结果

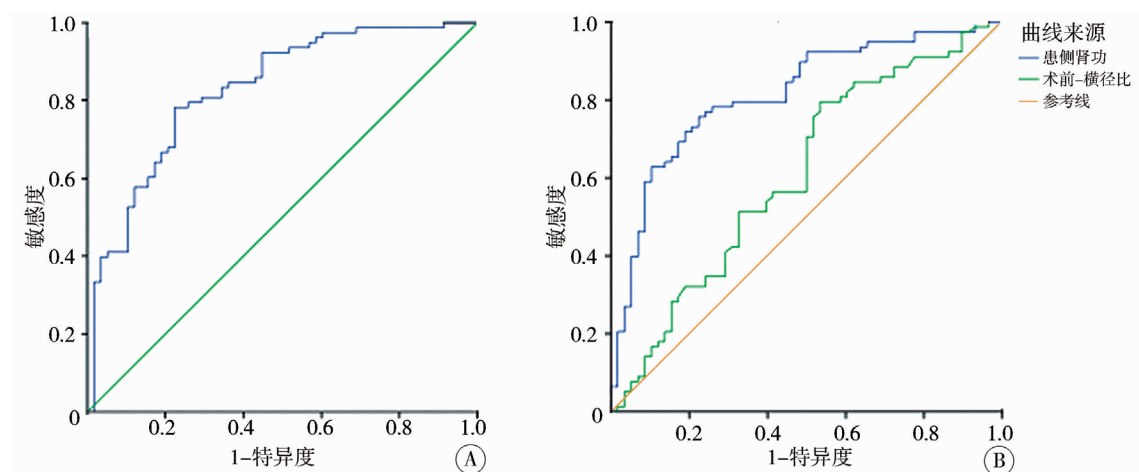
根据 ROC 曲线及临床实际意义分析术前患侧分肾功能、术前肾脏横径比, 预测术后患侧分肾功能 $\geq 45\%$ 模型概率的 AUC、灵敏度、特异度、约登指数分别为 0.828、80.8%、70.7%、0.515, 并计算出模型最佳临界值为 -5.322; 术前患侧分肾功能预测术后患侧分肾功能 $\geq 45\%$ 的 AUC、灵敏度、特异度、约登指数、临界值分别为 0.851、75.6%、77.6%、0.532、40.56%; 术前肾脏横径比预测术后患侧分肾功能 $\geq 45\%$ 的 AUC、灵敏度、特异度、约登指数、临界值分别为 0.610、79.5%、46.5%、0.260、0.388; 见图 1。

表 1 单侧肾积水患儿手术前超声检查参数及分肾功能与术后分肾功能 $\geq 45\%$ 的单因素分析 $[M(P_{25}, P_{75})]$

Table 1	Univariate analysis of preoperative ultrasonic parameters, preoperative DRF and postoperative DRF $\geq 45\%$ $[M(P_{25}, P_{75})]$							
分组	手术年龄 (月)	术前患侧 分肾功能(%)	术前患侧 APD (cm)	术前患侧 肾盂大小(cm)	术前患侧肾 皮质厚度(cm)	术前长径比	术前横径比	术前患侧肾皮质 厚度与 APD 比值
术后分肾功能 $\geq 45\%$ 组	10.22 (3.98, 62.92)	45.92 (40.94, 49.53)	3.10 (2.40, 3.90)	1.85 (1.40, 2.30)	0.30 (0.26, 0.40)	0.37 (0.24, 0.53)	0.67 (0.42, 1.04)	0.11 (0.07, 0.16)
术后分肾功能 $< 45\%$ 组	17.16 (3.21, 48.10)	33.12 (26.16, 39.19)	3.00 (2.35, 4.00)	1.55 (1.10, 2.30)	0.40 (0.30, 0.50)	0.26 (0.08, 0.49)	0.51 (0.21, 0.79)	0.10 (0.06, 0.16)
Z 值	2200.500	3685.000	1673.500	1059.000	1462.000	2844.000	2757.500	1809.500
P 值	0.787	<0.001	0.849	0.294	0.372	0.010	0.029	0.583

表 2 单侧肾积水患儿术前各项指标对于术后分肾功能 $\geq 45\%$ 的二元 Logistic 回归分析

Table 2	Binary Logistic regression analysis of each parameter on postoperative DRF $\geq 45\%$						
变量	B 值	标准误	wald χ^2 值	P 值	OR 值	OR 值 95% 置信区间	
						下限	上限
术前患侧肾功能	0.141	0.026	28.498	<0.001	1.151	1.093	1.212
术前横径比	0.942	0.372	6.403	0.011	2.565	1.237	5.322
常量	-5.846	1.164	25.217	<0.001	0.003		

图 1 预测术后患侧分肾功能 $\geq 45\%$ 的 ROC 曲线 注 A: 回归方程对术后分肾功能 $\geq 45\%$ 的预测; B: 术前患侧肾功能、术前肾脏横径比对术后分肾功能 $\geq 45\%$ 的预测Fig. 1 ROC curve for predicting postoperative DRF $\geq 45\%$

讨论

儿童外科在提高手术成功率的同时,医生与家属共同期望治疗中能尽量减少创伤性检查和治疗。超声检查诊断小儿泌尿系统畸形简便易行,无辐射,无创伤,对肾积水诊断的敏感性、特异性及准确性高,可反复检查及定期复查,并能通过测量肾实质厚度、肾盂分离宽度和肾脏形态与大小来判断肾积水梗阻程度,并初步判断肾功能,是治疗的重要依据^[5]。目前依据超声检查结果有多种分级系统,包括 APD、SFU、Onen 以及泌尿系统扩张(urinary tract dilation, UTD)分级系统。超声在儿童肾积水诊

治中广泛使用是未来的趋势。超声能提供的重要信息包括肾盂分离、肾盂扩张和肾皮质、肾实质情况。虽然它们可能有助于全面判断肾功能状态并预测结局,但独立预测肾功能的价值均不高^[4]。因此本研究将术前分肾功能纳入联合分析。

本研究结果显示,结合术前肾脏超声检查中肾脏横径比参数和术前分肾功能检查结果,可预测患侧肾脏手术后分肾功能可否恢复正常($\geq 45\%$, 准确性为 74.3%)。目前将分肾功能 45%~55% 定义为肾功能正常^[3-4]。本研究在模型预测中以分肾功能 $\geq 45\%$ 为因变量进行分析,得出预测模型公式为: $\text{Logit}(P) = -5.846 + 0.141 \times \text{术前患侧分肾功能} + 0.942 \times \text{术前肾脏横径比}$ 。当模型结果 $\text{Logit}(P) <$

-5.322 时,术后患肾分肾功能 $<45\%$ 的可能性增大;当模型结果 $\text{Logit}(P) \geq -5.322$ 时,术后患肾分肾功能 $\geq 45\%$ 的可能性增大。由于肾核素显像检查操作较为复杂,需要婴幼儿镇静后检查,受检者需接受一定量的辐射,且仅综合医院有检查条件,因此限制了其临床应用^[6-9]。本研究得到的预测模型可在一定程度上减少患儿术后使用肾核素显像检查随访的频率。

本研究预测模型的建立前提是患儿的手术指征需要根据《先天性肾盂输尿管交界处梗阻诊疗专家共识》提出的标准:①存在肾积水相关临床症状(疼痛、泌尿系感染);②初次评价肾积水 DRF $<40\%$ 、并且 $T_1/2 > 20 \text{ min}$;③梗阻性肾图,且 DRF $>40\%$;行系列超声随访,积水加重或积水持续并伴有肾实质变薄、或复查肾核素显像 DRF 下降超过 $5\% \sim 10\%$;严重双侧肾积水(SFU 3~4 级)或孤立肾严重肾积水,需要更积极治疗^[10-12]。随访中肾积水加重的定义为:SFU 分级升高一级,或肾盂前后径增加 10 mm 或以上,无急性梗阻情况下,2~4 周后复查时仍呈积水加重状态或进一步加重。DRF 下降通常被列为行肾盂成形术的指征,但 DRF 有时会出现异常升高,有研究发现个别情况下肾积水侧 DRF $>55\%$ ^[13-14]。研究者推测这一发现并不能反映真实的肾功能,而是反映了梗阻情况下的肾小球超滤过状态^[11]。因此在本研究中未将患侧分肾功能 $>55\%$ 的患儿资料纳入统计范围,从而提高了模型预测的准确性。

近年 Rickard 等^[15-16]报道了肾积水面积和肾实质面积的比值与肾功能具有相关性,且用客观强度较高的数据支持了这一结论。Han 等^[17]在数据分析中再次提出小儿肾积水面积与肾脏实质的比值较高,则手术前肾功能下降的可能性更大。以上研究分析体现了同侧数据的相关性,而本研究提出肾脏横径比是通过个体健侧与患侧对比得出的相关数据,这与分肾功能的 DRF 健侧、患侧对比结果相一致,这种方法在应用上更简单便捷。

目前大多数医疗中心能依据儿童肾积水诊疗规范,结合众多检查方法对小儿肾积水进行较为精准的诊断,并进行及时的手术治疗,还能按照个体差异进行定期随访。但由于我国地方经济存在明显差异、肾核素检查费用高昂以及放射线损伤的缘故,很多小儿肾积水的诊断及随访不能常规应用肾核素检查。随着超声的发展,地区医院均拥有超声设备及超声医师,超声更能在诊断及随访过程中发

挥其经济、方便的特点,在儿童肾积水诊断随访中具有较大优势。

此外,在连续行超声监测的患儿中发现部分超声数据出现较大偏倚,虽然本研究剔除了这些数据,但是在临床中,这种偏倚可能影响小儿外科医生对于疾病的诊断。究其原因,缺乏标准化的超声测量方法是重要因素,测量过程中错误的操作使得测量切面不规范,从而导致检查结果不准确。其次,患儿配合程度也十分重要,儿童在检查过程中依从性较差,也是影响超声诊断准确性的原因之一。受这些因素的制约,将超声检查结果作为最主要的手术指征存在很大的局限性。因此,应周期性多次复查超声,从而减少以上因素的限制,提高诊断的准确性。未来研究患儿肾功能变化的影响因素还需要更多病例资料和多中心合作的支持。术后超声随访与分肾功能的相关性研究有重要的临床意义。

本研究的局限性在于需要严格遵循手术指征进行治疗,而临床工作中,小儿泌尿外科医生会灵活评估手术指征,因此在其他儿童医疗中心应用本预测模型将影响其准确性。本研究的另一个局限在于肾积水的类型,即肾内型与肾外型肾积水可影响肾功能的恢复,该变量在本研究中未进行区分,测量横径为肾门处最外层肾实质上下连线之间至肾外侧最宽处^[18]。

综上所述,利用术前超声检查指标及术前分肾功能指标,可预测术后分肾功能恢复情况及肾积水的转归,这将有助于小儿泌尿外科医生评估与预测患儿病情,有利手术患儿的肾脏保护与监测。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 文献检索为林资咏、殷晓鸣,论文调查设计为林资咏、殷晓鸣,数据收集与分析为林资咏、刘鑫、赵谦,论文结果撰写林资咏,论文讨论分析为杨屹、林资咏、殷晓鸣、刘鑫

参 考 文 献

- [1] Han SW, Lee SE, Kim JH, et al. Does delayed operation for pediatric ureteropelvic junction obstruction cause histopathological changes? [J]. J Urol, 1998, 160(3): 984-988. DOI: 10.1016/S0022-5347(01)62676-4.
- [2] Weitz M, Schmidt M, Laube G. Primary non-surgical management of unilateral ureteropelvic junction obstruction in children: a systematic review [J]. Pediatr Nephrol, 2017, 32(12): 2203-2213. DOI: 10.1007/s00467-016-3566-3.
- [3] Prigent A, Cosgriff P, Gates GF, et al. Consensus report on quality control of quantitative measurements of renal function obtained from renogram: International Consensus Committee from the Scientific Committee of Radionuclides in Nephrourology [J]. Semin

- Nucl Med, 1999, 29 (2): 146-159. DOI: 10. 1016/s0001-2998(99)80005-1.
- [4] Eskild-Jensen A, Gordon I, Piepsz A, et al. Interpretation of the renogram: problems and pitfalls in hydronephrosis in children [J]. BJU Int, 2004, 94 (6): 887-892. DOI: 10. 1111/j. 1464-410X. 2004. 05052. x.
- [5] 胡萍. 小儿肾积水的超声诊断及临床意义[J]. 赣南医学院学报, 2015, 35 (6): 873-875. DOI: 10. 3969/j. issn. 1001-5779. 2015. 06. 012.
- Hu P. Ultrasonic diagnosis of pediatric hydronephrosis and its clinical significance[J]. Journal of Gannan Medical University, 2015, 35 (6): 873-875. DOI: 10. 3969/j. issn. 1001-5779. 2015. 06. 012.
- [6] 张君硕, 耿红全. 肾积水患儿的肾功能评估与结局预判[J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19 (3): 193-198. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 03. 001.
- Zhang JQ, Geng HQ. Recent advances in renal function evaluation and outcome prediction of pediatric hydronephrosis [J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19 (3): 193-198. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2020. 03. 001.
- [7] O'Reilly P, Aurell M, Britton K, et al. Consensus on diuresis renography for investigating the dilated upper urinary tract [J]. J Nuc Med, 1996, 37 (11): 1872-1878. DOI: 10. 1046/j. 1464-410x. 2003. 04050. x.
- [8] Taylor A Jr, Nally JV. Clinical application of renal scintigraphy [J]. AJR Am J Roentgen, 1995, 164 (1): 31-41. DOI: 10. 2214/ajr. 164. 1. 7998566.
- [9] Conway JJ. Well-tempered diuresis renography: its historical, development, Physiological and technical pitfalls 1115 and standardized technique protocol [J]. Semin Nucl Med, 1992, 22 (2): 74-84. DOI: 10. 1016/s0001-2998(05)80083-2.
- [10] 中华医学会小儿外科分会泌尿外科学组. 先天性肾盂输尿管交界处梗阻诊疗专家共识[J]. 中华小儿外科杂志, 2018, 39 (11): 804-810. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2018. 11. 002.
- Group of Urological Surgery, Branch of Pediatric Surgery, Chinese Medical Association: Expert Consensus on Diagnosing and Treating Congenital Ureteropelvic Junction Obstruction [J]. Chin J Pediatr Surg, 2018, 39 (11): 804-810. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2018. 11. 002.
- [11] Tekgül S, Dogan HS, Kocvara R, et al. Dilatation of the upper urinary tract [Z]. EAU Guidelines on Paediatric Urology, 2017: 49-53.
- [12] Sinha A, Bagga A, Krishna A, et al. Revised guidelines on management of antenatal hydronephrosis [J]. Indian Nephrol, 2013, 50 (2): 215-231. DOI: 10. 1007/s13312-013-0064-6.
- [13] Rickard M, Lorenzo AJ, Braga LH, et al. Parenchyma-to-hydronephrosis area ratio is a promising outcome measure to quantify upper tract changes in infants with high-grade prenatal hydronephrosis [J]. Urology, 2017, 104: 166-171. DOI: 10. 1016/j. urology. 2017. 01. 015.
- [14] Inanir S, Biyikli N, Noshari O, et al. Contradictory supranormal function in hydronephrotic kidneys: fact or artifact on pediatric MAG-3 renal scans? [J]. Clin Nucl Med, 2005, 30 (2): 91-96. DOI: 10. 1097/00003072-200502000-00004.
- [15] Rickard M, Lorenzo AJ, Braga LH, et al. Parenchyma-to-hydronephrosis area ratio is a promising outcome measure to quantify upper tract changes in infants with high-grade prenatal hydronephrosis [J]. Urology, 2017, 104: 166-171. DOI: 10. 1016/j. urology. 2017. 01. 015.
- [16] Rickard M, Lorenzo AJ, Braga LH. Renal parenchyma to hydronephrosis area ratio (PHAR) as a predictor of future surgical intervention for infants with high-grade prenatal hydronephrosis [J]. Urology, 2017, 101: 85-89. DOI: 10. 1016/j. urology. 2016. 09. 029.
- [17] Han JH, Song SH, Lee JS, et al. Best ultrasound parameter for prediction of adverse renal function outcome after pyeloplasty [J]. Int J Urol, 2020, 27 (9): 775-782. DOI: 10. 1111/iju. 14299.
- [18] 杨屹, 吉士俊, 赵国贵, 等. 小儿重度肾积水术后肾功能的评价[J]. 中华小儿外科杂志, 2000, 21 (4): 226-228. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2000. 04. 013.
- Yang Y, Ji SJ, Zhao GG, et al. Appraisal of renal function in children with severe postoperative hydronephrosis [J]. Chin J Pediatr Surg, 2000, 21 (4): 226-228. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-3006. 2000. 04. 013.

(收稿日期: 2020-12-31)

本文引用格式: 林资咏, 杨屹, 殷晓鸣, 等. 小儿肾积水手术后肾功能的相关因素分析及预测模型建立[J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21 (2): 156-161. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202012071-011.

Citing this article as: Lin ZY, Yang Y, Yin XM, et al. Analysis of influencing factors and predictive modeling of renal function in children with hydronephrosis [J]. J Clin Ped Sur, 2022, 21 (2): 156-161. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202012071-011.

本刊关于医学伦理问题及知情同意的要求

遵循医学伦理基本原则。当报告以人为研究对象的临床研究时, 作者应该说明其遵循的程序是否符合负责人体试验的委员会(单位性的、地区性的或国家性的)所制订的伦理学标准, 提供该委员会的批准文件(批准文号著录于论文中)及受试对象或其亲属的知情同意书。如无批准文件, 需说明是否符合 2013 年修订的《赫尔辛基宣言》的基本原则。研究涉及实验动物时, 材料与方法中需注明动物许可证号及实验操作是否遵循国家或单位的动物伦理操作规范。