

超声造影时间-强度曲线联合CTA预测缺血性脑卒中复发的价值

王皓香 袁媛 龙海波 滕志朋 万文武 王广 彭形 陈飞 张维

摘要 **目的** 探讨超声造影时间-强度曲线(TIC)联合CTA对缺血性脑卒中(IS)复发的预测价值。**方法** 选取我院收治的95例IS患者,均行超声造影和CTA检查。根据随访1年的结果分为复发组44例和未复发组51例,比较两组始增时间、达峰时间(TTP)、曲线上支斜率、峰值强度(PI)、峰值时间(MTT)、曲线下面积(AUC_{TIC})及CTA所测血管狭窄程度。应用二元Logistic回归分析IS复发的危险因素,绘制ROC曲线分析TIC、CTA单独及联合应用预测IS复发的价值。**结果** 复发组患者年龄≥65岁及合并高血压病的比例均高于未复发组(均 $P<0.05$);未复发组血管狭窄程度明显优于复发组($P<0.05$)。与未复发组比较,复发组TTP降低,PI、AUC_{TIC}均升高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。Logistic回归分析显示,TTP短、CTA测得血管狭窄、AUC_{TIC}高是IS复发的独立危险因素($OR=3.324, 1.149, 1.018$,均 $P<0.05$)。ROC曲线分析显示,TTP、PI、AUC_{TIC}、CTA检测血管狭窄率预测IS复发的曲线下面积分别为0.724、0.763、0.906、0.694,AUC_{TIC}与血管狭窄率联合应用预测IS复发的曲线下面积为0.951,与各参数单独应用比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。**结论** 超声造影TIC联合CTA对IS复发具有较高的预测价值。

关键词 超声检查;造影剂;时间-强度曲线;CTA;缺血性脑卒中,复发

[中图分类号]R543;R445.1

[文献标识码]A

Value of time-intensity curve of contrast-enhanced ultrasound combined with CTA in predicting the recurrence of ischemic stroke

WANG Haoxiang, YUAN Yuan, LONG Haibo, TENG Zhipeng, WAN Wenwu, WANG Guang, PENG Xing, CHEN Fei, ZHANG Wei
Department of Neurology, the Second Affiliated Hospital of Army Military Medical University, Chongqing 400037, China

ABSTRACT **Objective** To explore the predictive value of time-intensity curve (TIC) of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) combined with CTA in recurrence of ischemic stroke (IS). **Methods** A total of 95 patients with IS admitted to our hospital were selected, and all patients were examined by CEUS and CTA. According to the follow-up results, the patients were divided into recurrence group ($n=44$) and non-recurrence group ($n=51$), the onset time, peak time (TTP), slope of ascending branch of curve, peak intensity (PI) and peak time (MTT) of the two groups were compared, and area under curve (AUC_{TIC}) were calculated. Binary Logistic regression was used to analyze the risk factors, and ROC curve was drawn to analyze the value of TIC and CTA alone and in combination in predicting IS recurrence. ROC curve was drawn to analyze the value of TIC and CTA in predicting the recurrence of IS. **Results** The proportion of age ≥ 65 years and hypertension in the recurrence group were significantly higher than those of the non-recurring group, the degree of vascular stenosis in the non-recurring group was significantly better than that of the recurring group (all $P<0.05$). The TTP of the recurrence group was significantly shorter than that of the non-recurring group, the PI and AUC_{TIC} were significantly higher than those of the non-recurring group (all $P<0.05$). Logistic regression analysis showed that the short TTP, the vascular stenosis by CTA and high AUC_{TIC} were independent risk factors for IS recurrence ($OR=3.324, 1.149, 1.018$, all $P<0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve of TTP, PI, AUC_{TIC} and vascular stenosis rate by CTA for predicting IS recurrence were 0.724, 0.763, 0.906, 0.694, respectively, the area

作者单位:400037 重庆市,陆军军医大学第二附属医院神经内科(王皓香);重庆市中医院超声科(袁媛、张维),神经外科(龙海波、滕志朋、万文武、王广、彭形、陈飞)

通讯作者:张维,Email:zw13996210801@163.com

under the curve of AUC_{TC} combined with vascular stenosis rate for predicting IS recurrence was 0.951. Compared with each parameter alone, there were statistically significant (all $P < 0.05$). **Conclusion** The value of CEUS-TIC combined with CTA in predicting IS recurrence has a high value.

KEY WORDS Ultrasonography; Contrast agent; Time-intensity curve; CTA; Ischemic stroke, recurrence

缺血性脑卒中 (ischemic stroke, IS) 因脑血管狭窄闭塞导致脑供血不足, 神经细胞缺血缺氧造成不可逆的损伤, 致残率及死亡率均较高。IS 复发率高, 因此准确评估 IS 复发风险, 并及时采取预防措施降低复发风险对临床具有重要意义^[1]。颈动脉、颅内动脉血管狭窄是导致 IS 的主要原因之一, 临床多使用 CTA 检测血管狭窄情况并显示其位置, 但其评估 IS 的发生具有局限性^[2]。动脉粥样硬化可形成不稳定颈动脉斑块, 导致血管栓塞, 是造成 IS 的危险因素, 超声造影时间-强度曲线 (time-intensity curve, TIC) 可检测斑块下血管新生, 评价斑块的稳定性, 进而评估患者发生 IS 的风险^[3]。本研究旨在分析超声造影 TIC 联合 CTA 对 IS 患者复发的预测价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2018 年 1 月至 2020 年 1 月我院收治的 95 例 IS 患者, 男 60 例, 女 35 例, 年龄 51~79 岁, 平均 (63.47±9.25) 岁。纳入标准: ①符合 IS 诊断标准^[4]; ②经影像学检查确诊; ③颈动脉斑块厚度 ≥2 mm; ④首次确诊。排除标准: ①心源性脑卒中者; ②脑出血者; ③死亡、失访及其他原因脱离随访者; ④精神病、严重意识障碍及其他器官严重功能障碍者。根据随访 1 年内是否复发 IS 分为复发组和未复发组。复发组中男 27 例, 女 17 例, 年龄 55~79 岁, 平均 (57.2±4.6) 岁; 未复发组中男 33 例, 女 18 例, 年龄 51~69 岁, 平均 (53.4±3.1) 岁。本研究经我院医学伦理委员会批准, 所有患者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 超声造影: 使用日立 HI VSION Preirus 彩色多普勒超声诊断仪, 探头频率 5~12 MHz; 配备脉冲谐波造影功能。患者取仰卧位, 充分暴露颈部, 常规检查其颈总动脉、颈内动脉、颈外动脉斑块位置、数量、大小及回声强度, 记录最厚斑块长度和厚度。选择超声造影模式, 造影剂使用意大利 Bracco 公司生产的声诺维 (SonoVue), 5.0 ml 生理盐水稀释后振荡混匀配制成混悬液, 经肘静脉团注造影剂 1.5 ml, 跟随 5.0 ml 生理盐水冲管。启动计时器, 同步保存 90 s 动态图

像, 观察造影剂显影及分布情况, 直至造影微泡消失。采用 SonoLiver 定量分析软件绘制斑块感兴趣区 (ROI), 选取斑块同一平面大小形态一致的颈动脉管腔区域 ROI 作为对比, 尽量避开强回声区干扰, 分析斑块造影后的时间-强度变化, 记录始增时间、达峰时间 (TTP)、曲线上支斜率、峰值强度 (PI)、峰值时间 (MTT), 计算曲线下面积 (AUC_{TC})。

2. CTA 检查: 使用西门子 SOMATOM Perspective 64 排 128 层螺旋 CT 仪。患者取仰卧位, 先行颅脑 CT 平扫, 经肘静脉注射 100.0 ml 碘海醇液非离子型对比剂 (扬子江药业集团有限公司, 国药准字 H10970358), 注射流速 4.5 ml/s, 延迟 8 s 后启动自动追踪触发扫描, 主动脉弓部设定阈值 120 Hu, 扫描范围为主动脉弓至头颅顶部。将采集数据导入设备配套的 Syngo Via CT Vascular 软件, 对颅脑血管进行重建和分析。动脉狭窄的标准参照颈动脉狭窄标准^[4], 分为正常 (狭窄率 ≤10%)、轻度狭窄 (狭窄率 10%~30%)、中度狭窄 (狭窄率 >30%~70%)、重度狭窄及闭塞 (狭窄率 ≥70%) 4 个等级。

3. 随访情况: 患者出院后每 3 个月随访 1 次, 持续 1 年, 若出现符合诊断标准^[5]中 IS 相关临床症状, 嘱其行 CT 或 MRI 检查确定是否复发 IS, 比较复发组和未复发组患者治疗前一般情况、美国国立卫生研究院卒中量表 (NIHSS) 评分、超声造影及 CTA 检查结果。

三、统计学处理

应用 SPSS 22.0 统计软件, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 行独立样本 t 检验; 计数资料以例或率表示, 行 χ^2 检验, 等级资料比较行秩和检验。应用二元 Logistic 回归分析 IS 复发的危险因素; 绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线分析超声造影、CTA 单独及联合应用预测 IS 复发的诊断效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组一般资料比较

复发组年龄 ≥65 岁者占 61.36%, 未复发组占 39.22%, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 复发组合并高血压病者占 59.09%, 未复发组占 37.25%, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。两组其余一般资料比较差异均无统

计学意义。见表1。

二、两组超声造影 TIC 参数比较

与未复发组比较,复发组 TTP降低,PI、AUC_{TC}均升

高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。始增时间、曲线上升支斜率、MTT 比较差异均无统计学意义。见表2和图1。

表1 两组一般资料比较

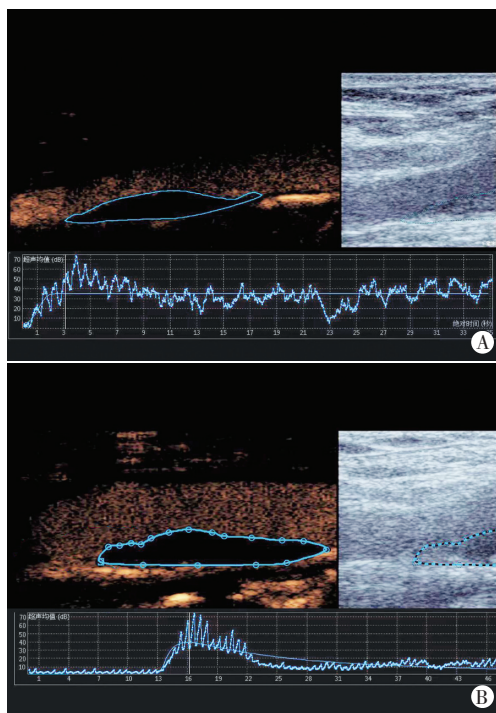
组别	男/女(例)	年龄(例)		合并高血压病(例)		合并高血糖(例)		合并冠心病(例)		吸烟史(例)		饮酒史(例)		NIHSS 评分
		≥65岁	<65岁	是	否	是	否	是	否	有	无	有	无	
复发组(44)	27/17	27	17	26	18	20	24	15	29	17	27	19	25	8.65±2.62
未复发组(51)	33/18	20	31	19	32	26	25	16	35	18	33	19	32	8.89±2.78
χ^2/Z 值	0.113	4.635		4.518		0.289		0.079		0.113		0.346		0.431
P值	0.736	0.031		0.034		0.591		0.778		0.736		0.557		0.668

NIHSS:美国国立卫生研究院卒中量表

表2 两组超声造影 TIC 参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	始增时间(s)	TTP(s)	曲线上升支斜率	MTT(s)	PI(dB)	AUC _{TC} (dB·s)
复发组(44)	5.52±1.38	8.66±3.29	0.91±0.23	26.67±8.68	72.71±8.25	3003.33±470.55
未复发组(51)	5.46±1.35	12.86±5.72	0.83±0.26	28.62±9.75	64.72±7.22	2166.96±445.21
t值	0.214	5.817	1.577	1.022	5.034	8.893
P值	0.831	<0.001	0.118	0.309	<0.001	<0.001

TTP:达峰时间;MTT:峰值时间;PI:峰值强度;AUC_{TC}:时间-强度曲线下面积



A: 复发组, TTP 为 4.51 s, MTT 为 23.15 s, PI 为 70.16 dB, AUC_{TC} 为 2563.15 dB·s; B: 未复发组, TTP 为 15.32 s, MTT 为 29.95 s, PI 为 62.24 dB, AUC_{TC} 为 1953.34 dB·s

图1 复发组与未复发组超声造影 TIC 图

三、两组 CTA 检测血管狭窄程度比较

未复发组血管狭窄程度与复发组比较差异有统计学意义($Z=2.607, P=0.009$)。见表3。

四、Logistic 回归分析

以 IS 是否复发作为因变量,将单因素方差分析中年龄、合并高血压病、CTA 测得血管狭窄、TTP、PI、AUC_{TC} 作为自变量,进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示 TTP 短、CTA 测得血管狭窄、AUC_{TC} 高是 IS 复发的独立危险因素。见表4。

表3 两组 CTA 检测血管狭窄程度比较 例

组别	正常	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄及闭塞
复发组(44)	6	10	16	12
未复发组(51)	15	16	14	6

表4 Logistic 回归分析 IS 复发的危险因素

变量	回归系数	标准误差	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%可信区间	
						下限	上限
年龄	1.653	1.167	2.007	0.157	5.225	0.530	51.469
合并高血压病	0.085	1.106	0.006	0.939	1.089	0.125	9.508
CTA 测得血管狭窄	0.139	0.060	5.297	0.021	1.149	1.021	1.293
TTP	1.201	0.425	7.983	0.005	3.324	1.445	7.648
PI	0.073	0.088	0.687	0.407	1.075	1.279	0.905
AUC _{TC}	0.018	0.006	7.921	0.005	1.018	1.005	1.031
常数项	8.972	6.440	1.941	1.000	0.164	-	-

五、ROC 曲线分析

ROC 曲线分析显示, TTP、PI、AUC_{TC}、CTA 检测血管狭窄率预测 IS 复发的曲线下面积分别为 0.724、0.763、0.906、0.694, AUC_{TC} 与血管狭窄率联合应用预测 IS 复发的曲线下面积为 0.951, 与各参数单独应用比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表5和图2。

表 5 TIC 参数、血管狭窄率及其联合应用预测 IS 复发的 ROC 曲线分析

方法	曲线下面积	标准误	P 值	95% 可信区间		截断值	约登指数	敏感性 (%)	特异性 (%)
				下限	上限				
血管狭窄率	0.694	0.055	0.001	0.587	0.801	16.65%	0.347	81.8	52.9
AUC _{TIC}	0.906	0.031	0.000	0.845	0.968	2628.185 dB·s	0.720	81.8	90.2
TTP	0.724	0.052	0.000	0.623	0.825	19.345 s	0.415	52.9	88.6
PI	0.763	0.049	0.000	0.668	0.859	64.11	0.461	93.2	52.9
AUC _{TIC} 联合血管狭窄率	0.951	0.026	0.000	0.900	1.000	306.9551	0.886	88.6	100

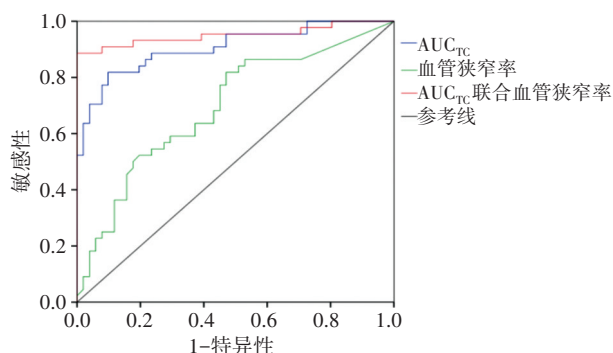


图 2 AUC_{TIC}、血管狭窄率及其联合应用预测 IS 复发的 ROC 曲线图

讨论

大动脉或其分支血管阻塞导致血流不能流入大脑,引起脑组织血流供应中断和能量耗竭,缺血性受损脑组织细胞会迅速产生活性氧,释放促炎介质,发生炎症反应,血脑屏障破坏、缺血半暗带区神经细胞凋亡均会使神经元发生不可逆的坏死,同时长时间梗死后恢复血流可引发缺血再灌注损伤,脑组织发生氧化应激反应,进一步加剧损伤,导致 IS 患者语言、意识、认知功能均出现障碍,严重者发展为脑死亡。临床多采用溶栓、手术等方式治疗,但无法从根本上解决脑卒中的致病因素,导致 IS 患者复发的风险较高^[6]。因此早期评估 IS 患者是否具有复发风险,并采取相应的预防措施至关重要。

研究^[7]显示,血管狭窄与 IS 密切相关,血管狭窄程度加重易导致病情发展,可能与预后复发有关。CTA 是检查颅内血管狭窄常用的影像学方法,可以多角度观察颅内血管管腔形态,准确显示脑血管情况,从而评估颅内血管狭窄情况,分析侧支循环情况,具有较高的诊断价值^[8]。但该技术对管壁和斑块内部结构显示不足,无法准确显示血管斑块的形态和位置,不能区别血管壁斑块的稳定性^[9]。本研究结果显示复发组动脉血管狭窄程度较未复发组更严重,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。动脉血管狭窄是 IS 后复发的独立危险因素,血管越狭窄,复发风险越高。本研究 ROC 曲线分析发现,CTA 检测血管狭窄率预测 IS 复发的曲线下面积为 0.694,敏感性和特异性分别为 81.8%、52.9%,其预测 IS 复发具有一定的价值,但易造成假阳性和假阴性结果,不宜单独作为预测标准。

共识^[10]指出高血压病是脑卒中发病的重要因素。本研究结果显示复发组患者合并高血压病的比例明显高于未复发组 ($P < 0.05$),表明高血压病与脑卒中复发相关;但本研究 Logistic 回归分析显示其并非 IS 复发的独立影响因素,可能与部分患者高血压病程较短及血压控制良好有关。动脉粥样硬化既可引起血管壁狭窄,又可形成不稳定斑块引起血栓,从而引发 IS^[11]。超声造影是评价动脉粥样硬化斑块的常用方法,TIC 能实时动态观察斑块内新生血管,定量分析斑块内血管新生情况,准确判断斑块的稳定性^[12]。本研究结果显示,与未复发组比较,复发组 TTP 降低,PI 升高 (均 $P < 0.05$),提示复发组斑块血管新生较明显,斑块稳定性较差,原因可能为丰富的新生血管促进了斑块的不稳定性,易发生破裂,导致 IS 复发。ROC 曲线分析发现,AUC_{TIC} 预测 IS 复发的曲线下面积为 0.906,而 TTP、PI 的曲线下面积分别为 0.724、0.763,预测价值低于 AUC_{TIC},分析原因为单一参数易受患者个体差异、人为操作等因素的影响,可能产生偏差,而 AUC_{TIC} 则是根据一段时间内仪器收集到的血流信号综合计算出来的数值,排除了其他因素干扰,能提高诊断准确率。本研究 TIC 联合 CTA 预测 IS 复发的 ROC 曲线下面积为 0.951,敏感性和特异性分别为 88.6% 和 100%,曲线下面积与各参数单独应用比较差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$),提示 TIC 联合 CTA 能更好地预测 IS 复发,全面了解血管内斑块和血管新生情况,评估血管再次发生栓塞的风险,指导临床制定有效的治疗方案,避免 IS 复发。

综上所述,血管狭窄和动脉粥样硬化不稳定斑块是 IS 复发的独立危险因素,超声造影 TIC 联合 CTA 对预测 IS 复发具有较高价值。

参考文献

- [1] 郭灶耿,孟瑞伟,汪志宏. 脑卒中复发相关影响因素研究进展[J]. 中国医药导报, 2020, 17(9): 41-44, 48.
- [2] 谢瑛,常小妮,黄大耿,等. CT 血管造影、经颅多普勒超声对缺血性卒中患者颈动脉狭窄的诊断价值分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2018, 16(12): 27-29.
- [3] 肖海燕,吴鹏,张璇,等. 超声造影在缺血性卒中脑灌注成像中的应用价值[J]. 河北医学, 2019, 25(11): 1790-1793.
- [4] 中华医学会影像技术分会. 急性脑卒中多层螺旋 CT 检查技术专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(9): 839-845.

- [5] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018[J].中华神经科杂志, 2018,51(9):666-682.
- [6] Kaw F, Takx RAP, de Jong HWAM, et al. Clinical and imaging predictors of recurrent ischemic stroke: a systematic review and Meta-analysis[J].Cerebrovasc Dis, 2018,45(5-6):279-287.
- [7] 宋磊,沈桂权,高波.大脑中动脉狭窄或闭塞致缺血性卒中预后影响因素分析[J].中国现代神经疾病杂志,2018,18(4):238-246.
- [8] 钱才,魏阳子.CT血管造影技术对急性脑卒中患者的诊断价值研究[J].检验医学与临床,2020,17(17):2511-2513,2516.
- [9] Qiu W, Kuang H, Nair J, et al. Radiomics-based intracranial thrombus features on CT and CTA predict recanalization with intravenous alteplase in patients with acute ischemic stroke[J]. Am J Neuroradiol, 2019,40(1):39-44.
- [10] 赵连友,孙英贤,李玉明,等.高血压合并动脉粥样硬化防治中国专家共识[J].中华高血压杂志,2020,28(2):116-123.
- [11] 戴志成,宿艳,张静,等.MRI评估缺血性脑卒中患者颈动脉粥样硬化斑块成分及负荷与缺血征象的相关性[J].中国CT和MRI杂志,2019,17(11):26-28.
- [12] 党玉梅,金仁波,拜钱,等.超声造影评估颈动脉斑块稳定性及对脑卒中的预测价值[J].医学影像学杂志,2020,30(10):1942-1945.

(收稿日期:2021-01-26)

· 病例报道 ·

Misdiagnosis of renal teratoma in child by imaging examination: a case report 影像学检查误诊儿童肾盂脓肿 1 例

闫文荟 张朋来

[中图分类号]R445.1

[文献标识码]B

患儿女,4岁,间断发热伴腰痛2个月,最高体温39℃,热峰每日1次,发热时自诉腰痛,口服退烧药后体温可降,体温恢复正常时疼痛缓解。血常规检查:C反应蛋白34.10 mg/L,白细胞计数 $6.59 \times 10^9/L$;尿液分析:白细胞(+++),白细胞30~40/HP,尿蛋白(+)。超声检查:左肾肾盂分离,内径45 mm,范围65 mm,其内透声差,可见絮状等回声物漂浮,另可见多发点片状高回声,改变体位可移动(图1,2);右肾肾盂分离,内径33 mm,范围66 mm;双侧输尿管未见明显扩张。超声提示:双肾积水,左肾积液透声差。全腹部CT检查:左肾门见一类圆形低密度影,直径37.1 mm,内见斑点状钙化影,肾盏积水;右肾盂、肾盏明显扩张(图3)。增强扫描未见明显异常强化;考虑左肾门畸胎瘤,双肾积水,建议行MRI检查。泌尿系统MRI检查:左肾孟见类圆

形稍长T1、混杂T2信号,边界较清,大小约27 mm×30 mm×34 mm(图4),DWI呈低信号,未见明显增强;左肾盏积水,右肾盂、肾盏明显扩张。MRI提示:左肾盂畸胎瘤,双侧肾积水。术前诊断:①左肾占位性质待查;②泌尿系感染。行手术切除肿物,术中游离左侧肾脏后,触诊肾盂为囊性,质软,囊肿可能性大,5 ml注射器抽出褐色脓汁,诊断为肾盂脓肿。打开肾盂见约30 ml褐色泥沙样脓汁,另见直径约1 cm结石3枚,彻底清除脓液后冲洗肾盂,探查肾盂输尿管无明显狭窄,留置肾造瘘管,术毕。同时取出腹主动脉旁3枚肿大淋巴结送病理。脓液组织病理检查结果:左肾盂脓肿,送检组织为渗出及坏死组织;腹主动脉旁3枚淋巴结呈反应性增生改变。

讨论:肾盂脓肿常见原因是肾盂输尿管慢性梗阻引起肾孟

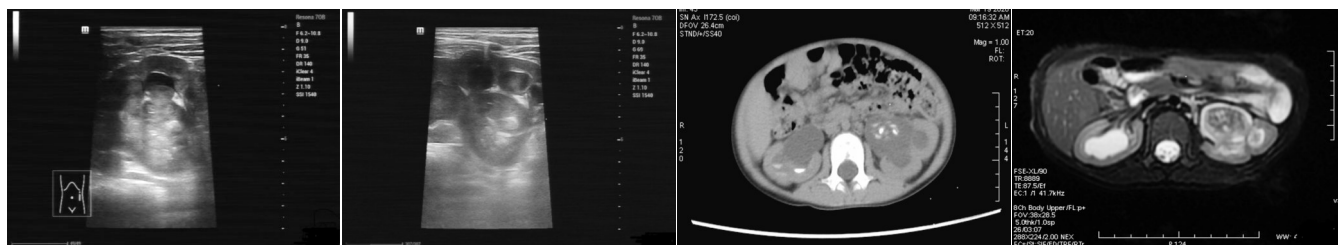


图1 声像图示左肾肾盂分离,其内透声差,可见絮状等回声物漂浮

图2 声像图示肾盂内可见多个点片状高回声

图3 CT示左肾门见一类圆形低密度影,内见斑点状钙化影,肾盏积水;右肾盂、肾盏明显扩张

图4 MRI示左肾盂见类圆形稍长T1、混杂T2信号,左肾盏积水,右肾盂、肾盏明显扩张

积水,继发感染所致,肾盂脓肿导致肾盂高压促使脓毒素被吸收,引发炎症反应。成人肾盂脓肿临床较常见,儿童肾盂脓肿罕见。本例患儿CT、MRI检查均显示病灶无强化,排除肾母细胞瘤;超声检查时变换体位发现高回声的可运动性,提出了良性病变的可能,对鉴别诊断有一定帮助。分析本例患儿误诊原因:CT显示低密度包块中的高密度影像;由于左肾盂占位内部的不均质,MRI图像显示出与积液不同的低信号;以上表现对

临床医师有一定干扰,增加了诊断难度。

儿童肾盂脓肿合并感染性结石和钙化时,超声表现为混合回声,容易误诊为肾母细胞瘤。肾母细胞瘤超声表现为肿瘤周边或内部可探及点状或条状血流信号,其内混合回声不随体位移动。占位病变的最终确诊仍依靠病理检查,超声可以为其良恶性的鉴别诊断提供参考依据。

(收稿日期:2020-05-26)