

## · 病例报道 ·

侧位扫描校正小儿异位肾<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 显像肾小球滤过率的应用  
(附 3 例报道)

董庆建, 韩云峰, 余肖

【关键词】 侧位扫描; <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA; 异位肾; 肾小球滤过率; 放射性核素显像

【中图分类号】 R726.921; R446.1; R817 【文献标志码】 D 【文章编号】 1000-0313(2023)06-0810-03

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.06.026

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



儿童肾异位(ectopic kidney, EK)发生率约为 1:3000~1:7000,在大多数情况下异位在骨盆且无明显临床症状。超声检查和 CT 扫描等可显示异位肾的位置、大小和形状,但无法正确性或定量评估异位肾的功能<sup>[1]</sup>。肾小球滤过率(glomerular filtration rate, GFR)能较早发现肾功能异常改变,可由内源性标记物血清肌酐(serum creatinine, Scr)、血尿素氮(serum urea nitrogen, BUN)和胱抑素 C 以及部分外源性标记物(主要为菊粉等非放射性物质)的滤过率测量来获得,但此类测量方法仅能获取总肾功能,无法准确获取包括异位肾的功能在内的分肾功能<sup>[2]</sup>。

目前临床评价分肾功能的常规检查方法是核素<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>标记的二亚乙基三胺五乙酸(<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-diethylenetriamine penta-acetic acid, <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA)肾动态显像也称为 Gates' 分析法。这种方法可获取总肾 GFR (total glomerular filtration rate, TGFR)及左、右侧分肾 GFR (separate glomerular filtration rate, SGFR),且不需要血液及尿液采集,无创、简便且重复性好,准确度高,在儿童检查技术上容易实现,被认为是儿童人群的金标准<sup>[3]</sup>。肾脏深度(kidney depth, KD)是 Gates' 法测量 GFR 时最重要的影响因素,通常由成人患者 B 超研究所得的 Tønnesen 公式来进行估计(表 1),但大量研究报道该公式低估 KD 和相应 GFR<sup>[2,4]</sup>,异位肾更甚<sup>[5]</sup>,并不适用儿童 KD 评估<sup>[6]</sup>。CT 测量 KD 可提高 Gates' 法所测 GFR 的准确性,但增加受检者的辐射剂量,不适于儿童。

侧位扫描用于校正 KD 可让受检者避免不必要的辐射暴露,结合前后位显像可获得总肾(双肾)和分肾(左肾和右肾)更准确的 GFR,与儿童 KD 校正常用的 Gordon 公式有很好的相关性<sup>[6]</sup>(表 1),可能更适用于

儿童肾动态显像,尤其是儿童异位肾 Gates' 法 GFR 评估。笔者回顾分析了在本院诊治的 3 例行侧位扫描结合前后位(anterior-posterior, A-P)校正<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾动态显像的小儿异位肾患者相关临床资料、显像检查、数据处理过程,旨在探讨侧位显像所测 KD 结合前后位肾动态显像计算的 GFR 在小儿异位肾功能评价的临床应用价值。

**病例资料** 病例 1: 患儿,男,7 岁(身高 110 cm, 体质量 17 kg)。超声:左肾异位位于盆腔,右肾体积小。Scr 29 μmol/L(参考区间:59~104),BUN 4.60 mmol/L(参考区间:1.7~8.3),胱抑素 C 1.07 mg/L(参考区间:0.54~1.15)。

病例 2: 患儿,女,12 岁(身高 141 cm,体质量 37.2 kg)。超声:右肾异位、右肾旋转不良、右侧输尿管明显扩张。Scr 109 μmol/L(参考区间:45~84),BUN 4.9 mmol/L(参考区间:1.7~8.3)。

病例 3: 患儿,女,5 岁 1 月(身高 95 cm,体质量 12.5 kg)。Scr 156 μmol/L(参考区间:45~84),BUN 12.28 mmol/L(参考区间:1.7~8.3),胱抑素 C 4.30 mg/L(参考区间:0.54~1.15),患儿既往:右肾旋转不良及异位肾伴肾盂输尿管连接部梗阻(ureteropelvic junction obstruction, UPJO)。

**检查方法:** 常规<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾动态显像,加做侧面平面静态显像 1 min,矩阵 128×128。勾画肾脏感兴趣区(region of interest, ROI)及本底,采用 GE Xeleris 工作站行 Gates' 法<sup>[7]</sup>定量评估分肾 GFR(表 1),系统自带默认 KD 估算方法为 Gordon 公式。原位肾(kidney in situ, KIS)采用后位相处理(标识为 SGFR<sub>SP</sub>, SP),异位肾采用后位相(标识为 SGFR<sub>EP</sub>, EP)及前位相(标识为 SGFR<sub>EA</sub>, EA)处理,则后位相处理得总 GFR 为 P=SP+EP,前位相处理得总 GFR 为 A=SP+EA (posterior total glomerular filtration rate, TGFR<sub>P</sub>, P; anterior total glomerular filtration rate, TGFR<sub>A</sub>, A)。采用侧位图像进行原位肾及异位肾 KD 校正(后位相处理,标识为 SP<sub>校正</sub>及 EP<sub>校正</sub>;前位相处理,

作者单位: 430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院核医学科(董庆建,韩云峰);儿科(余肖)

作者简介: 董庆建(1984—),男,硕士,山东济宁人,主管技师,主要从事分子影像及核医学基础与临床相关研究。

通讯作者: 余肖, E-mail: yuxiao@tjh.tjmu.edu.cn

基金项目: 分子影像湖北省重点实验室开放基金项目(2020fzyx011)

标识为  $EA_{校正}$ ), 则  $P_{校正} = SP_{校正} + EP_{校正}$ ,  $A_{校正} = SP_{校正} + EA_{校正}$ 。利用侧面图像获取 KD(图 1)。利用  $^{99}Tc^{m}$ -DTPA 显像前 1 周所获取的患儿 Scr, 采用临床上常用的修正版 Schwartz 方程<sup>[3,8]</sup>用于估计患儿 TGFR, 即 eGFR(estimated glomerular filtration rate)。

表 1 KD常用校正公式与 Gates'法及 eGFR 获取方程

来源	公式
Tønnesen 公式	$DL = 13.2 \times W/H + 0.7$ , $DR = 13.3 \times W/H + 0.7$
Gordon 公式	$DL = 0.0742 \times W + 2.3$ , $DR = 0.0742 \times W + 2.3$
Gates'法	$GFR = [(右肾计数 - 本底计数) \div e^{-0.153 \times 右肾深度} + (左肾计数 - 本底计数) \div e^{-0.153 \times 左肾深度}] \div (注射前针管计数 - 注射后针管计数)$
修正版 Schwartz 方程	$eGFR = 0.413 \times 身高 (cm) / Scr (mg/dL)$

注: D, KD(cm); L 左肾、R 右肾、W 体质量(kg)、H 身高(cm)

**讨论** 异位肾的功能与其形状、大小、位置及旋转角度等息息相关, 基于 Gates'法的  $^{99}Tc^{m}$ -DTPA 肾动态显像作为当前唯一能定量检测分肾 GFR 的方法对

异位肾的功能评价有着极其重要的临床意义。这种方法简单、无创、重复性好, 但在量化分析单肾 GFR 中仍可能会受其他因素影响, 其中 KD 是最重要的影响因素。KD 的微小变化都可能引起 GFR 的显著差异。KD 若被低估 0.5 cm, GFR 会被低估 8%; 若被低估 1 cm, 则 GFR 会被低估约 14%~16%; 若被低估 5 cm, 则 GFR 可被低估约 55%<sup>[2,5]</sup>。

目前临床上有一系列公式可用来估算 KD, 其中包括 Tønnesen 公式、Taylor's 公式、Li Q's 公式、Ma G's 公式等, 但都存在各自不足, 如 Tønnesen 公式被公认会低估 KD 进而影响 GFR 计算, Taylor's 公式是用欧洲人、美洲人做样本而未必适用于中国人, Li Q's 公式是第一个用中国人做样本的公式但仅适用于中国成年人, Ma G's 公式虽然纳入了儿童但仍需借助影像设备确定肾脏区域所在的体层厚度<sup>[2,4]</sup>。Xeleris 工作站所默认的儿童 KD 评估公式 Gordon 方程<sup>[9]</sup>, 依然存在不适用于国内儿童及当代儿童的可能, 一方面

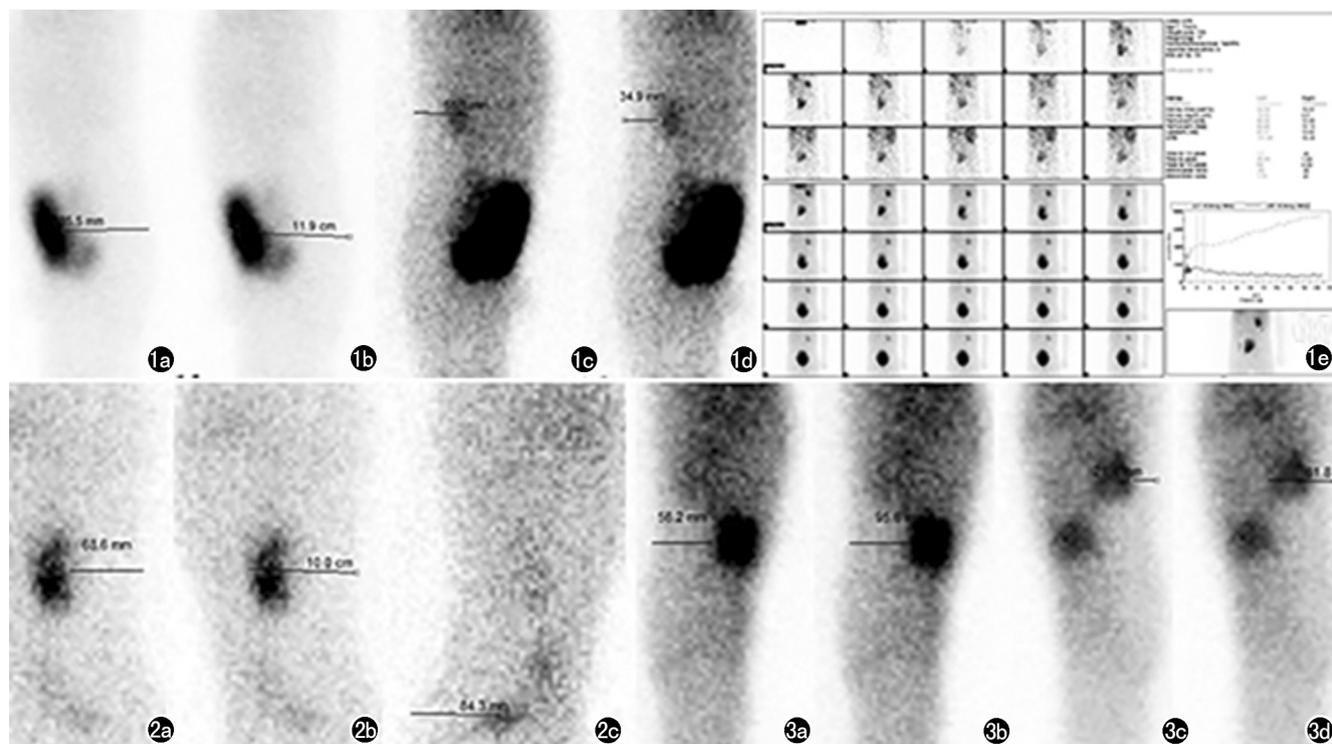


图 1 男, 7 岁。a、b) 左侧面相(所测量的类圆形放射性浓聚区即为异位左肾, 其后下方所示为膀胱); c、d) 右侧面相(所测量的类圆形放射性浓聚区即为原位右肾); a、d) D1 背侧; b、c) D1 腹侧。因为 KD 即为测量的背部皮肤表面与每个肾脏的肾脏中心的垂直距离:  $D1R_{校正} = (3.49 + 5.51) \div 2 = 4.50\text{cm}$ ,  $D1L_{校正} = (8.55 + 11.9) \div 2 = 10.23\text{cm}$ ; e) GFR 为  $P_{校正}$ 。图 2 女, 12 岁。a、b) 左侧面相(所测量的类圆形放射性浓聚区即为原位左肾); c) 右侧位相(所测量的类圆形放射性浓聚区即为原位右肾); a) D2 背侧; b) D2 腹侧; c) 异位肾的肾脏中心到背部皮肤表面的垂直距离(该肾脏形态不规则, 其肾脏中心位置取肾脏长径与短径交汇点):  $D2L_{校正} = (6.86 + 10.0) \div 2 = 8.43\text{cm}$ ,  $D2R_{校正}(\text{后位}) = 8.43\text{cm}$ 。图 3 女, 5 岁。a、b) 右侧面相(所测量的类圆形放射性浓聚区即为异位右肾); c、d) 左侧面相(所测量的类圆形放射性浓聚区即为原位左肾); a、c) D3 背侧; b、d) D3 腹侧。则  $D3R_{校正} = (2.14 + 6.18) \div 2 = 4.16\text{cm}$ ,  $D3L_{校正} = (5.62 + 9.56) \div 2 = 7.59\text{cm}$ (Gordon 公式:  $DR = DL = 3.23\text{cm}$ )。

由于其来源于国外<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DMSA 肾静态显像研究而缺乏公认的所测 KD 对照研究(如 CT),另一方面由于该研究所处的 1987 年的儿童与当代儿童营养状况不同、儿童体型包括体层厚度会有不同而 KD 不同。一项针对 106 例儿童原位 KD 的研究显示约 40% 的患儿肾脏存在 1 cm 以上的差异,约 8% 的患儿 KD 差异在 2 cm 以上,且左、右肾深度不一致<sup>[6]</sup>。如图 3 所示的侧位相所测原位肾及异位肾的深度都超过了 Gordon 公式所得 KD(>0.93 cm),与上述报道相符;并且部分异位肾脏的深度侧面相所测值是 Gordon 公式所估值的 2 倍多(病例 1)。经 Xeleris 工作站后处理后所得 GFR 数据如表 2 所示,后位相处理的校正后的原位肾 SP<sub>校正</sub> 均获得不同程度提高,校正后的异位肾 EP<sub>校正</sub> 均有成倍提高(表 2 中病例 1 的 EP<sub>校正</sub> vs EP=111.34; 37.27);前位相的异位肾校正后的 EA<sub>校正</sub> 与校正前数据相比变化不一。由此说明,Gordon 公式可能也并不适用于当代中国儿童 KD 估计,更不适用于儿童异位肾 KD 估计。

表 2 肾动态显像 KD 校正前、后 GFR 值比较 (ml/min)

编号	临床诊断	后位相处理				前位相处理	
		SP	SP <sub>校正</sub>	EP	EP <sub>校正</sub>	EA	EA <sub>校正</sub>
1	左肾异位	13.17	16.39	37.27	111.34	62.95	52.59
2	右肾异位	17.12	32.11	5.81	10.90	14.61	29.85
3	右肾异位	9.44	12.36	7.56	16.73	14.69	13.42

表 3 肾动态显像所获 GFR 与 eGFR 比较 (ml/min)

编号	临床诊断	后位相处理		前位相处理		eGFR
		P	P <sub>校正</sub>	A <sub>总</sub>	A <sub>校正总</sub>	
1	左肾异位	50.44	127.73	76.12	68.98	138.60
2	右肾异位	22.93	43.01	31.73	61.96	47.26
3	右肾异位	17.00	29.09	24.13	25.78	22.25

超声、CT 和核素侧位显像是常用于测量 KD 影像学方法<sup>[2,4]</sup>,其中 CT 因其影像客观、测量重复性好,被公认为最佳 KD 测量方法,但辐射剂量问题影响了其临床推广。核素侧面显像是在肾动态显像完成之后即刻所加采的静态显像,不需要患者变动体位、不增加患者辐射剂量、不增加患者费用,所得影像实时、客观,研究显示其所测 KD、由此计算的 GFR 与 CT 所测 KD 及计算的 GFR 一致性好,与 eGFR 没有显著差异<sup>[6,7]</sup>。本 3 例患儿的后位相处理所得 P<sub>校正</sub> 与 eGFR

比较相符(表 3 中病例 1 的 P<sub>校正</sub> vs eGFR=127.73; 138.60),与前述文献报道一致。因此,核素侧位显像测量 KD,相比 CT 测量更为便捷、实时且不增加患者辐射剂量,可能更有利于临床常规应用,尤其适用于儿童受检者,特别是异位肾患儿。

综上所述,核素侧位显像所测 KD 结合前后位肾动态显像计算的 GFR 与肾脏实际功能符合度好,便捷、实时且不增加患者辐射剂量,特别适用小儿异位肾,值得临床推广使用。

#### 参考文献:

- [1] Szmigielska A, Księżopolska A, Roszkowska-Blaim M, et al. Rare renal ectopia in children-intrathoracic ectopic kidney[J]. Dev Period Med, 2015, 19(2): 186-188.
- [2] Wei Y, Liu Y, Li Q, et al. Establishment of normal reference ranges for total and separate glomerular filtration rates in living kidney donors by Gates' method after renal depth measured using single-photon emission computed tomography/computed tomography[J]. Quant Imaging Med Surg, 2020, 10(12): 2297-2306.
- [3] Kurugol S, Afacan O, Lee RS, et al. Prospective pediatric study comparing glomerular filtration rate estimates based on motion-robust dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging and serum creatinine (eGFR) to <sup>99m</sup>Tc DTPA[J]. Pediatr Radiol, 2020, 50(5): 698-705.
- [4] Liu Y, Wang Q, Xie X, et al. Establishment of a formula for the estimation of kidney depth in adults and its effect on glomerular filtration rate assessment[J]. Transl Androl Urol, 2022, 11(11): 1535-1543.
- [5] 王静楠,朱文佳,罗亚平.异位肾<sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像一例[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2018, 38(5): 359-361.
- [6] Maneval DC, Magill HL, Cypess AM, et al. Measurement of skin-to-kidney distance in children; implications for quantitative renography[J]. J Nucl Med, 1990, 31(3): 287-291.
- [7] Sugawara S, Ishii S, Kojima Y, et al. Feasibility of gamma camera-based GFR measurement using renal depth evaluated by lateral scan of <sup>99m</sup>Tc-DTPA renography[J]. Ann Nucl Med, 2020, 34(5): 349-357.
- [8] Schwartz GJ, Work DF. Measurement and estimation of GFR in children and adolescents[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2009, 4(11): 1832-1843.
- [9] Gordon I, Evans K, Peters AM, et al. The quantitation of <sup>99m</sup>Tc-DMSA in paediatrics[J]. Nucl Med Commun, 1987, 8(8): 661-670.

(收稿日期:2023-02-23 修回日期:2023-04-11)