

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2014.24.010

体外循环术后肾血流搏动指数与急性肾损害的相关性研究*

刘慧¹,付勇²,李明星^{1△},廖斌²,陈晓梅¹,于凤旭²,邓明彬²,李新²

(泸州医学院附属医院:1.超声诊断科;2.心胸外科,四川泸州 646000)

摘要:目的 探讨肾血流搏动指数(PI)改变与体外循环手术(CPB)急性肾功能损害(AKI)的可能关系。方法 对 14 例心脏病在实施体外循环心脏直视手术前、术后 1、2、4、8、16、24 h,运用彩色多普勒血流显像分别监测各时点肾主动脉、肾段动脉搏动指数,并同时检测肾功能尿素氮(Urea)、尿酸(UA)、肌酐(Crea),对所有数据进行统计分析。结果 肾主动脉 PI 术后 1、2、4、8、16 h 与术前相比明显增高,肾段动脉术后 1、2、4、16 h PI 与术前相比明显增高,肾血流 PI 与肾功能指标 Urea、UA、Crea 呈正相关。结论 体外循环术后肾主动脉、肾段动脉血流 PI 与 Urea、UA、Crea 存在相关性。

关键词:彩色多普勒血流显像;肾功能;肾损害;体外循环;PI

中图分类号:R445.1;R654.1;R322.61

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2014)24-3149-03

The correlation research between the renal blood flow PI and AKI after CPB*

Liu Hui¹, Fu Yong², Li Mingxing^{1△}, Liao Bin², Chen Xiaomei¹, Yu Fengxu², Deng Mingbin², Li Xin²

(1. Department of Ultrasound, Hospital of Luzhou Medical College, Luzhou, Sichuan 646000, China;

2. Department of Cardiothoracic Surgery, Hospital of Luzhou Medical College, Luzhou, Sichuan 646000, China)

Abstract: Objective In this study, to explore the relationship between the renal blood flow PI, and the AKI was caused by CPB. Methods 14 cases with heart disease were accepted. The renal aorta and renal segmental artery PI of all cases were monitored by the CDFI at the preoperative and postoperative 1 h, 2 h, 4 h, 8 h, 16 h, 24 h. The renal blood urea nitrogen (Urea), uric acid (UA), creatinine (Crea), were detected at the same time. All datas for statistical analysis. Results The renal aorta PI was higher at the postoperative 1 h, 2 h, 4 h, 8 h, 16 h than that at the preoperative. The renal segmental artery PI was higher at the postoperative 1 h, 2 h, 4 h, 16 h than that at the preoperative. The renal blood flow PI was positively correlated with Urea, UA and Crea. Conclusion The renal aorta, renal segmental artery PI was positively correlated with Urea, UA and Crea after CPB. The PI may be seen as an evaluation index to assess AKI after CPB.

Key words: color doppler flow imaging; renal function; kidney injury; cardiopulmonary bypass; PI

急性肾损害(acute kidney injury, AKI)是体外循环手术(cardio pulmonary bypass, CPB)常见并发症,研究表明体外循环手术结束当时对肾功能影响已经存在^[1-2]。血清肌酐(Crea)和尿素氮(Urea)是目前临床常用的肾功能参考指标,但在肾损害早期,血尿素氮、肌酐值通常增高不明显,只有肾实质严重损害,血尿素氮、肌酐浓度才会急剧升高,因此不能反映早期的肾功能损害^[3]。应用彩色多普勒超声检测肾血流,存在无创、实时等优点。本院通过运用彩色多普勒血流显像(color doppler flow imaging, CDFI)技术测量肾主动脉、段动脉的血流搏动指数(pulsatility index, PI),探讨其与 CPB 术急性肾损害的可能关系,为体外循环术后 AKI 的发生提供及时、可靠的诊断依据。

1 材料与方 法

1.1 实验仪器 生化试剂(西门子试剂),真空采血管(金典生化器材有限公司),塑料离心管(盛邦实验器材有限公司),ependorf 微量可调移液器(德国),安必洁医用超声耦合剂(重庆安碧捷生物技术有限公司),Stockert S III 型体外循环机(德国),白洋 X5 型台式离心机(北京),α7 型彩色多普勒超声仪(日本 ALOKA),全自动生化分析仪(西门子 ADVIA2400),微量注射泵(泰尔茂),心电监护仪(迈瑞医疗电子有限公司),冷

冻冰箱(海尔公司),麻醉呼吸机(德尔格)。

1.2 纳入标准 31 例心脏病患者纳入研究对象,所有患者术前经肾功能 Urea、尿酸(UA)、Crea 检测无异常,经术前彩色多普勒超声检测无肾、输尿管结石,无肾积水、肾囊肿、肾动脉狭窄、肾脏占位病变。据急性肾损伤网络(acute kidney injury network, AKIN)对于 AKI 的诊断及分级^[4],最终将 14 例术后肾功能满足 AKI 标准患者纳入研究。本研究通过泸州医学院附属医院伦理委员会批准。该组患者先心病矫治术 2 例,瓣膜置换术 11 例,冠脉搭桥术 1 例,年龄(44.86±18.94)岁,体质质量(50.21±17.65)kg,主动脉阻断时间(1.35±0.54)h,体外循环时间(1.76±0.61)h,手术时间(4.23±0.55)h。

1.3 体外循环手术及术后处置 常规体外循环手术下行瓣膜置换术、先心病矫治术、冠脉搭桥术。患者术后均 ICU 治疗,呼吸机辅助呼吸,有创动脉及心电监护,视患者循环及心功能状况给予多巴胺 3~8 μg·kg⁻¹·min⁻¹、多巴酚丁胺 3~8 μg·kg⁻¹·min⁻¹、肾上腺素升压 0.05~0.2 μg·kg⁻¹·min⁻¹、硝普钠 0.3~1.0 μg·kg⁻¹·min⁻¹,强心、改善微循环治疗。

1.4 血液标本采集及检测 于术前、术后 1、2、4、8、16、24 h 行血液标本采集并离心分离血浆冻存备用。应用全自动生化分析仪对血浆标本进行 Urea、UA、Crea 指标检测。

* 基金项目:四川省卫生计生基金资助项目(110347);四川省医学会基金资助项目(SHD11-18);泸州医学院基金资助项目([2010]108)。

作者简介:刘慧(1983-),硕士,主治医师,主要从事腹部及周围血管超声诊断研究(工作)。△ 通讯作者, Tel:13508030281; E-mail:lmx526@ sina.com。

1.5 彩色多普勒超声检测 使用 ALOKA-prosoundα7 彩色多普勒超声诊断仪,探头使用中心频率为 3.0 Hz,调整仪器设置,总增益为 100,根据不同患者调整到最合适深度,但是每一个患者术前及术后所调整的深度保持一致,根据计算血流速度的公式 $V = f_a c / 2f_0 \cos\theta$ 可以看出,角度小于 30° 时,对血流速度的影响最小,所以在实验过程中保持声束与血流方向夹角小于 30° ^[5-6]。在肾门部测量肾主动脉,肾窦部测量肾段动脉,均测量 3 次后取平均值,并且尽量在术后每个时间点的数据采集时与术前所测量的位置保持一致,减少由于测量手法及选择测量部位的不同造成的测量误差,脉冲多普勒法测量左、右肾主动脉、肾段动脉 PI。所有超声图像存盘,并应用超声仪器软件系统进行图像数据分析。整个研究中使肾脏图像清晰显示。所有对象均由同一人操作,术前肾主动脉、段动脉血流检测如图 1、2。

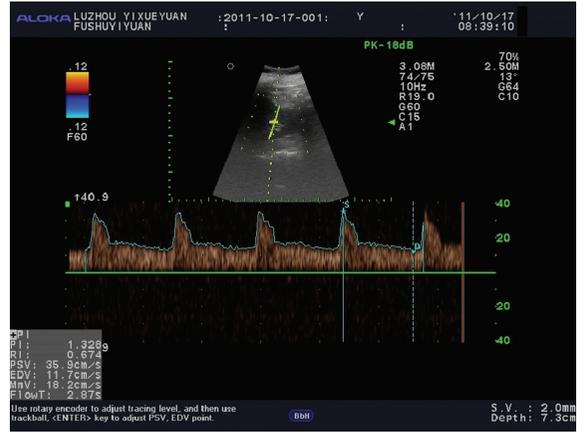


图 2 术前肾段动脉血流频谱

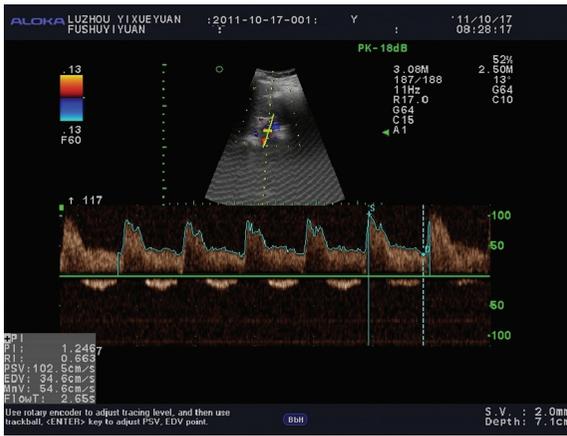


图 1 术前肾主动脉血流频谱

1.6 统计学处理 用 SPSS Statistics17.0 统计软件对数据进行统计,将左右肾动脉血流参数合并计算,取其均值代表每例患者的血流参数。数据均采用 $\bar{x} \pm s$ 表示;两组间比较采用 *t* 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义;变量间相互关系采用直线相关与直线回归分析,计算相关系数 *r* 值及回归方程,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肾功能比较 通过对患者术前、后各时间点肾功能 Urea、UA、Crea 指标进行比较,各指标较术前均增高(表 1)。

2.2 肾血流 PI 比较 通过对患者术前、后各时间点肾血流指标 PI 进行比较,结果见表 2。

2.3 肾功能与肾血流 PI 直线相关与回归分析

表 1 各时点肾功能指标比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{mol/L}$)

肾功能指标	时间点						
	术前	术后 1 h	术后 2 h	术后 4 h	术后 8 h	术后 16 h	术后 24 h
Urea	5.16 ± 1.54	7.39 ± 2.66	7.32 ± 1.02	7.56 ± 2.68	10.81 ± 4.42 [#]	10.08 ± 5.31 [#]	13.58 ± 8.90 [#]
UA	358.43 ± 147.37	348.70 ± 92.49	362.70 ± 57.30	388.45 ± 99.15	445.44 ± 155.58	458.26 ± 216.63	496.54 ± 306.73
Crea	53.76 ± 27.55	77.13 ± 48.82	80.38 ± 23.90	76.83 ± 20.46	103.85 ± 61.51	122.30 ± 77.57 [#]	155.74 ± 116.27 [#]

[#]: $P < 0.05$,与术前比较。

表 2 各时点肾血流 PI 改变比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{mol/L}$)

测量部位	时间点						
	术前	术后 1 h	术后 2 h	术后 4 h	术后 8 h	术后 16 h	术后 24 h
肾主动脉	1.48 ± 0.25	1.94 ± 0.54 [#]	1.72 ± 0.27 [#]	2.14 ± 1.07 [#]	1.99 ± 0.89 [#]	2.07 ± 0.75 [#]	1.99 ± 0.89
肾段动脉	1.30 ± 0.20	1.82 ± 0.64 [#]	1.71 ± 0.35 [#]	1.81 ± 0.68 [#]	1.77 ± 0.71	1.66 ± 0.41 [#]	1.56 ± 0.44

[#]: $P < 0.05$,与术前相比较。

2.3.1 直线相关性分析 肾主动脉 PI 与 Urea 呈正相关 ($r = 0.499, P < 0.05$),PI 与 UA 呈正相关 ($r = 0.561, P < 0.05$),PI 与 Crea 呈正相关 ($r = 0.561, P < 0.05$);肾段动脉 PI 与 Urea 呈正相关 ($r = 0.497, P < 0.05$),PI 与 UA 呈正相关 ($r = 0.503, P < 0.05$),PI 与 Crea 呈正相关 ($r = 0.591, P < 0.05$)。

2.3.2 直线回归分析 (1)针对各组将 Urea 指标作为应变量 Y,以肾主动脉的 PI 作为自变量 X,进行直线回归分析,直线回归方程分别为: $Y = 3.083X + 2.665$,肾段动脉 PI 作为自变量 X,进行直线回归分析,直线回归方程分别为: $Y = 3.799X + 1.945$;(2)针对各组将 UA 指标作为应变量 Y,以肾主动脉的

PI 作为自变量 X,进行直线回归分析,直线回归方程分别为: $Y = 124.903X + 174.890$,以肾段动脉 PI 作为自变量 X,进行直线回归分析,直线回归方程分别为: $Y = 144.048X + 152.591$;(3)针对各组将 Crea 指标作为应变量 Y,以肾主动脉的 PI 作为自变量 X,进行直线回归分析,直线回归方程分别为: $Y = 41.219X + 7.976$,以肾段动脉的 PI 作为自变量 X,进行直线回归分析,直线回归方程分别为: $Y = 56.057X - 9.155$ 。

3 讨论

体外循环手术时,小儿体循环灌注流量为 $1.20 \sim 1.25 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$,成人体循环灌注压一般需要维持在 $60 \sim 80$

mm Hg,灌注压反应了血容量、有效灌注流量、血管阻力三者之间的密切关系,过低的灌注压均会造成组织灌注不足,尤其对于缺血敏感的肾脏,可能造成肾损害。研究表明 CPB 术后发生 AKI 与 CPB 低灌注压以及低灌注压持续时间相关,当平均动脉压 < 60 mm Hg,CPB 对肾功能潜在性影响较明显^[7],CPB 时间大于 90 min 肾功能损害频率增加;Passaroni 等^[8]研究认为,体外循环手术结束当时对肾功能影响已经存在,甚至发展为急性肾功能衰竭。

肾血流搏动指数 $PI = (PSV - EDV) / MNV$ ^[9],该指标可作为反映动脉某一横断面的顺应性和血流弹性阻力,能对肾实质损害的程度进行客观的评价。通过对高血压患者肾动脉血流指数研究,发现随着患者高血压病情进展,血肌酐和尿酸水平升高,肾血流 PI 值也增高,且与血肌酐和尿酸呈正相关,表明该指标能较好的反应血液动力学改变和血管的顺应性变化^[9-10]。Cicoira 等^[11]通过对慢性肾功能衰竭患者 6 个月的随访发现肾血流 PI 是肾功能下降的独立预测指标。

在本实验中通过患者术前、后肾血流 PI 的检测,肾血流 PI 值术后的 16 h 较术前均有明显增高,并且术后 4 h 增高最为明显,肾功能 Urea、Crea 改变分别发生在术后 8 h 和 16 h。术后肾血流改变表明肾在低灌注后,存在肾血管顺应性的改变,CDFI 检测其 PI 升高,可能存在肾血流灌注下降;肾血流恢复灌注后肾功能受损仍短时间未得到恢复,表现为 Urea、Crea 进行性的增高,与 PI 存在相关性,但 Urea、Crea 水平明显增高主要发生在术后 16、24 h,通过 PI 与肾功能直线回归相关分析,肾主动脉、段动脉 PI 与肾功能指标存在较高相关。这些可能与肾血管早期发生的传入血管扩张传出血管收缩的病理生理改变有关,通过这种代偿机制,以保持在低心排血量和低血流量条件下,保持肾滤过压、滤过分数以提高和保护肾血流和肾小球滤过率。这种代偿机制在轻到中度低心输出量状态下,能够对肾功能起保护作用;在这种情况下肾功能主要依赖于心输出量和肾血流,在心输出量严重降低的情况下,肾血流代偿失衡,结果肾功能不全便出现^[11],表现为患者 Urea、Crea 水平明显增高主要发生在术后 16、24 h。肾脉冲击力升高,入球小动脉压力和肾血管阻力上升肾血流量和肾小球滤过率下降,这有助于解释肾损害患者早期具有较高的 PI 值^[12]。

本实验中肾功能 Urea、Crea 改变分别发生在术后 8 h 和 16 h,而肾血流 PI 值在术后 1h 即发生明显改变,表明该检测指标较肾功能指标改变在 AKI 的发生中出现变化更早。浅低温低灌注对肾血流 PI 存在影响,尤其 PI 值大于 1.49 表明肾损害已经存在^[13-14]。通过肾血流 PI 的检测能够反应早期肾损害,两者存在明显的正相关^[15]。通过本实验,可以看出彩色多普勒超声作为一种无创检测 PI 手段,与肾功能改变存在明显相关性,能为早期 AKI 的发生提供可靠的诊断依据。

参考文献:

[1] Passaroni AC, Silva MA, Martins AS, et al. Use of nifedipine and acute kidney injury incidence in postoperative of myocardial revascularization surgery with cardiopulmonary bypass[J]. Rev Bras Cir Cardiovasc, 2010, 25(1): 32-37.

[2] Mariscalco G, Lorusso R, Dominici C, et al. Acute kidney

injury: a relevant complication after cardiac surgery[J]. Ann Thorac Surg, 2011, 92(4): 1539-1547.

- [3] Fischer UM, Weissenberger WK, Warters RD, et al. Impact of cardiopulmonary bypass management on postcardiac surgery renal function[J]. Perfusion, 2002, 17(6): 401-406.
- [4] Wamock DG. Towards a definition and classification of acute kidney injury[J]. J Am Soc Nephrol, 2005, 16(11): 3149-3150.
- [5] 杨平亮,戴双波,宋海波,等. 经食管超声监测心血管术中肾血流的应用研究[J]. 四川大学学报:医学版, 2009, 40(1): 166-169.
- [6] Yang PL, Wong DT, Dai SB, et al. The feasibility of measuring renal blood flow using transesophageal echocardiography in patients undergoing cardiac surgery[J]. Anesth Analg, 2009, 108(5): 1418-1424.
- [7] Kanji HD, Schulze CJ, Hervas-Malo M, et al. Difference between pre-operative and cardiopulmonary bypass mean arterial pressure is independently associated with early cardiac surgery-associated acute kidney injury[J]. J Cardiothorac Surg, 2010, 5: 71.
- [8] Passaroni AC, Silva MA, Martins AS, et al. Use of nifedipine and acute kidney injury incidence in postoperative of myocardial revascularization surgery with cardiopulmonary bypass[J]. Rev Bras Cir Cardiovasc, 2010, 25(1): 32-37.
- [9] Adibi A, Ramezani M, Mortazavi M, et al. Color Doppler indexes in early phase after kidney transplantation and their association with kidney function on six month follow up[J]. Adv Biomed Res, 2012, 1: 62.
- [10] 胡庆鹰,崔炜,吴格日勒,等. 彩色多普勒超声检查肾动脉阻力指数、搏动指数的研究进展[J]. 影像与介入, 2009, 6(23): 76-77.
- [11] Cicoira M, Conte L, Rossi A, et al. Renal arterial pulsatility predicts progression of chronic kidney disease in chronic heart failure patients[J]. Int J Cardiol, 2013, 167(6): 3050-3051.
- [12] Bonapace S, Rossi A, Cicoira M, et al. Aortic distensibility independently affects exercise tolerance in patients with dilated cardiomyopathy[J]. Circulation, 2003, 107(12): 1603-1608.
- [13] 谭丽玲,陈志军,刘俊,等. 肾血流灌注指数评价肾功能的价值[J]. 山东医药, 2012, 52(23): 53-54.
- [14] Radermacher J, Mengel M, Ellis S, et al. The renal arterial resistance index and renal allograft survival[J]. N Engl J Med, 2003, 349(2): 115-124.
- [15] Alwaidh MH, Cooke RW, Judd BA. Renal blood flow velocity in acute renal failure following cardiopulmonary bypass surgery[J]. Acta Paediatr, 1998, 87(6): 644-649.