

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2021.02.013

❖ 临床研究 ❖

# 肾动脉阻力指数联合胱抑素 C 对造影剂肾病的风险预测及早期诊断的价值

麦李明, 陈曦, 唐婷, 孟祥安

(河北中石油中心医院肾内科, 河北 廊坊 065000)

**【摘要】目的:** 探讨肾动脉阻力指数(RRI)联合胱抑素 C(CysC)对造影剂肾病(CIN)的风险预测及早期诊断的价值。**方法:** 选取 120 例行冠状动脉造影术的冠心病患者为研究对象,并根据术后出血 CIN 分为病例组( $n=25$ )及对照组( $n=95$ ),检测患者造影前后 RRI 及血清 CysC 水平以绘制受试者工作特征(ROC)曲线。**结果:** 病例组血清 CysC 水平在造影前 24 h、造影后 24 h 及 48 h 均高于对照组( $P<0.05$ ),且造影前 24 h 及造影后 1 h、24 h,病例组 RRI 也均高于对照组( $P<0.05$ )。造影前 24 h,血清 CysC 水平  $>1.310$  mg/L 时,预测 CIN 的敏感度为 72.0%、特异性为 97.9%;RRI  $>0.652$  时,预测 CIN 的敏感度为 64.0%、特异性为 92.6%;二者联合的敏感度为 88.0%、特异性为 91.5%。造影后 24 h,血清 CysC 水平  $>1.580$  mg/L 时,诊断 CIN 的敏感度为 72.0%、特异性为 72.6%;造影后 1 h, RRI  $>0.760$  时,诊断 CIN 的敏感度为 76.0%、特异性为 88.4%;二者联合的敏感度为 80.0%、特异性为 80.0%。**结论:** 造影前、造影后 RRI 联合血清 CysC 检测对 CIN 的风险预测及早期诊断具有较高价值。

**【关键词】** 冠心病;冠状动脉造影术;造影剂肾病;肾动脉阻力指数;胱抑素 C

**【中图分类号】** R541.4;R445.1 **【文献标志码】** A

## The value of renal artery resistance index combined with cystatin C in risk prediction and early diagnosis of contrast induced nephropathy

MAI Li-ming, CHEN Xi, TANG Ting, MENG Xiang-an

(Department of Nephrology, Hebei Central Hospital of Petroleum, Langfang 065000, Hebei, China)

**【Abstract】Objective:** To investigate the value of renal artery resistance index (RRI) combined with cystatin C (CysC) in the risk prediction and early diagnosis of contrast induced nephropathy (CIN). **Methods:** 120 patients with coronary heart disease who underwent coronary angiography were divided into case group ( $n=25$ ) and control group ( $n=95$ ) according to the diagnosis results of postoperative CIN. The levels of RRI and CysC in serum of patients before and after angiography were measured to draw the receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results:** The level of CysC in the case group was higher than that in the control group 24 h before and 24 h, 48 h after angiography ( $P<0.05$ ). The RRI in the case group was higher than that in the control group 24 h before and 1 h and 24 h after angiography ( $P<0.05$ ). At 24h before angiography, the sensitivity and specificity of CIN were 72.0% and 97.9% respectively when the level of CysC was  $>1.310$  mg/L, the sensitivity and specificity of CIN prediction were 64.0% and 92.6% when the RRI was  $>0.652$ , the sensitivity and specificity of the combination of these two methods were 88.0% and 91.5%, separately. At 24h after angiography, the sensitivity and specificity of CIN were 72.0% and 72.6% when the level of CysC was  $>1.580$  mg/L. At 1h after angiography, the sensitivity and specificity of CIN diagnosis were 76.0% and 88.4% respectively when the RRI was  $>0.760$ , the sensitivity and specificity of the two methods were 80.0% and 80.0%. **Conclusion:** The detection of combining the RRI and CysC in serum before and after angiography have great value in the risk prediction and early diagnosis of CIN.

**【Key words】** Coronary heart disease; Coronary angiography; Contrast induced nephropathy; Renal artery resistance index; Cystatin C

造影剂肾病(contrast induced nephropathy, CIN)是一种急性肾损害,由造影剂引起的肾功能急骤下降,诊断标准为血清肌酐(serum creatinine, SCr)水平增加至超过  $44 \mu\text{mol/L}$  或在基线水平基础上至少增加 25%,通常出现于血管内注射碘造影剂后 48 ~

72 h。CIN 与肾功能衰竭进展加速、住院时间延长、费用增加以及死亡风险增加相关<sup>[1]</sup>。随着冠状动脉造影术在冠心病中的广泛应用, CIN 发病率呈上升趋势,目前欧洲心脏病学会/欧洲心胸外科协会指南中建议采取静脉补水、使用等渗或低渗造影剂等

基金项目:河北省廊坊市科技支撑计划项目(2019013013)

作者简介:麦李明(1984-),男,硕士,主治医师。E-mail:kekeai336@sina.com

措施以防止 CIN 的发生,但尚未能有效降低 CIN 的发生率<sup>[2]</sup>。因此,对 CIN 进行风险预测及早期诊断十分必要。胱抑素 C (cystatin C, CysC) 为小分子物质,其清除与循环均通过肾脏进行,能较准确地反映机体肾小球的实际滤过率变化情况<sup>[3]</sup>。肾动脉阻力指数 (renal artery resistance index, RRI) 能够反映肾脏血流阻力情况,可采用多普勒超声技术进行测定<sup>[4]</sup>。本研究以 120 例行冠状动脉造影术的冠心病患者为研究对象,比较 CIN 与非 CIN 患者血清 CysC 与 RRI 的差异,旨在探讨二者联合对 CIN 的风险预测及早期诊断价值的可行性,以期为 CIN 的临床早期诊断及早干预提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2019 年 6 月至 2020 年 1 月于河北中石油中心医院行冠状动脉造影术的 120 例冠心病患者为研究对象。入组标准:(1)符合《稳定性冠心病诊断与治疗指南》中冠心病诊断标准<sup>[5]</sup>,病例符合 CIN 诊断标准 (SCr 升高超过  $44 \mu\text{mol/L}$  或 SCr 升高超过注射造影剂前 25% 的患者);(2)符合冠状动脉造影术指征的患者:出现胸痛、胸闷症状并伴有出汗或晕倒等,不明原因的心律失常,冠心病患者放置支架后需再次明确血管情况,心脏瓣膜病等需要手术或其它治疗或需了解其冠状动脉情况;(3)临床资料完整。排除标准:(1)术前急性肾功能衰竭、重度心力衰竭、肝硬化患者;(2)接受过冠状动脉造影术患者;(3)恶性肿瘤患者;(4)造影剂过敏患者;(5)急慢性感染患者。

根据术后造影剂肾病诊断结果,120 例患者中 25 例确诊为 CIN (病例组),95 例未出现 CIN (对照组),统计病例组和对照组的人口学特征 (年龄、性别)、风险因素 [ 身体质量指数 (body mass index, BMI)、高血压、高脂血症、糖尿病、吸烟 ]、实验室检查 [ 总胆固醇 (total cholesterol, TC)、甘油三酯 (triglycerides, TG)、低密度脂蛋白胆固醇 (low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇 (high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF) ]、造影剂用量及手术时间长短等资料。本研究经医院伦理委员会批准。

### 1.2 方法

1.2.1 冠状动脉造影术 术前给与患者常规静脉输注 0.9% 氯化钠溶液进行水化,输注速度为  $1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ,开始使用造影剂即停止输注。造

影剂均采用碘海醇注射液 (扬子江药业集团有限公司),所有患者均行桡动脉穿刺冠状动脉造影术,手术由同组医师完成。

1.2.2 血清 CysC 水平测定 在造影前 24 h,造影后 24 h、48 h 取患者外周血 3 mL,于常温条件下采用离心机以 4 000 rpm 的转速离心 5 min,取上层血清,采用 AU5800 全自动分析仪 (美国,贝克曼) 测定血清 CysC 水平,时间点的选择是基于 CysC 水平在暴露于造影剂后 24 h 达到峰值、RRI 在暴露于造影剂后 1 h 达到峰值<sup>[6]</sup>。

1.2.3 RRI 测定 在造影前 24 h,造影后 1 h、24 h,采用 CX50 彩色多普勒超声诊断仪 (美国,飞利浦) 测定 RRI,凸阵探头为 2.5 ~ 5 MHz,以肾段动脉为目标血管,于彩色多普勒模式下对血流速度进行测定,取样容积为 2 ~ 5 mm, RRI 计算公式如下:  $\text{RRI} = [(\text{收缩期峰值流速} (\text{peak systolic velocity, PSV}) - \text{舒张末期流速} (\text{end diastolic velocity, EDX})] / \text{PSV}$ ,记录的患者 RRI 取其左、右肾 RRI 的均值, CIN 患者 RRI 彩色多普勒超声诊断图见图 1。

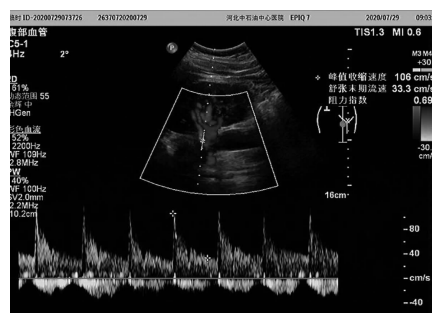


图 1 典型 CIN 患者 RRI 的彩色多普勒超声诊断图

### 1.3 统计学分析

采用 SPSS 20.0 软件进行统计分析。计量资料以  $(\bar{x} \pm s)$  表示,组间比较采用  $t$  检验;计数资料以  $[n (\%)]$  表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher's 精确检验。肾动脉阻力指数、胱抑素 C 检测结果进行受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线评价,比较 ROC 曲线下面积 (area under curve, AUC)。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者治疗前基本资料

两组年龄、性别、身高、BMI 指数、基础疾病合并情况 (高脂血症、高血压、糖尿病)、吸烟情况、实验室指标 (TC、TG、LDL-C、HDL-C、LVEF)、造影剂用量以及手术时间等基线资料比较,差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者治疗前基线资料比较 [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]

组别	病例组 (n=25)	对照组 (n=95)	$\chi^2/t$ 值	P 值
年龄 (岁)	58.21 ± 12.34	57.90 ± 13.08	0.107	0.915
男性	13 (52.00)	52 (54.74)	0.060	0.807
身高 (cm)	168.44 ± 11.39	167.12 ± 14.55	0.420	0.675
BMI 指数 (kg/m <sup>2</sup> )	23.17 ± 3.01	23.36 ± 3.22	0.266	0.791
高血脂症	13 (52.00)	48 (50.53)	0.017	0.896
高血压	17 (68.00)	64 (67.37)	0.004	0.952
糖尿病	8 (32.00)	26 (27.37)	0.209	0.647
吸烟	10 (40.00)	42 (44.21)	0.143	0.705
TG (mmol/L)	2.99 ± 0.44	2.95 ± 0.40	0.436	0.664
LDL-C (mmol/L)	3.11 ± 0.48	2.87 ± 0.59	1.875	0.063
HDL-C (mmol/L)	1.61 ± 0.43	1.66 ± 0.47	0.481	0.631
LVEF (%)	56.18 ± 8.50	55.96 ± 9.12	0.109	0.914
造影剂用量 (mL)	110.98 ± 21.24	111.07 ± 20.89	0.019	0.985
手术时间 (h)	1.75 ± 0.33	1.78 ± 0.29	0.447	0.656

## 2.2 两组患者造影前后血清 CysC 水平

造影前 24 h、造影后 24 h 及 48 h, 病例组血清 CysC 水平均高于对照组, 差异具有统计学意义 ( $P < 0.01$ )。见表 2。

表 2 两组患者造影前后血清 CysC 水平比较 ( $\bar{x} \pm s, \text{mg/L}$ )

组别	造影前 24 h	造影后 24 h	造影后 48 h
病例组 (n=25)	1.32 ± 0.35	1.70 ± 0.44	1.58 ± 0.41
对照组 (n=95)	1.02 ± 0.29	1.44 ± 0.36	1.37 ± 0.33
t 值	4.402	3.063	2.686
P 值	<0.001	0.003	0.008

## 2.3 两组患者造影前后 RRI

造影前 24 h、造影后 1 h 及 24 h, 病例组 RRI 均

高于对照组, 差异均具有统计学意义 ( $P < 0.01$ )。见表 3。

表 3 两组患者造影前后 RRI 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	造影前 24 h	造影后 1 h	造影后 24 h
病例组 (n=25)	0.702 ± 0.094	0.748 ± 0.098	0.727 ± 0.088
对照组 (n=95)	0.632 ± 0.075	0.680 ± 0.081	0.669 ± 0.080
t 值	3.930	3.570	3.159
P 值	<0.001	<0.001	0.002

## 2.4 造影前血清 CysC 水平、RRI 对造影剂肾病的预测价值

造影前 24 h, 血清 CysC 水平  $> 1.310 \text{ mg/L}$  时预测 CIN 的 AUC 为 0.907, 敏感度为 72.0%、特异性为 97.9%; RRI  $> 0.652$  时预测 CIN 的 AUC 为 0.883, 敏感度为 64.0%、特异性为 92.6%; 二者联合预测 CIN 的 AUC 为 0.898, 敏感度为 88.0%、特异性为 91.5%。见表 4 和图 2。

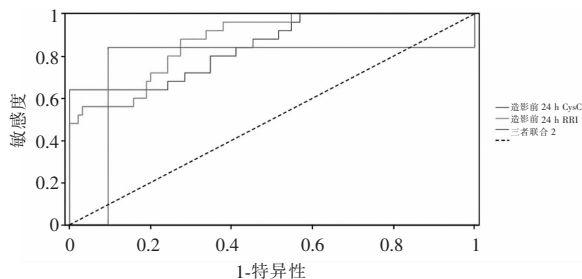


图 2 造影前血清胱抑素 C 水平、RRI 及联合检测对造影剂肾病预测价值的 ROC 曲线

表 4 造影前血清 CysC 水平、RRI 对造影剂肾病的预测价值

项目	AUC	敏感度 (%)	特异性 (%)	标准误	P 值	95% CI	最佳临界值
造影前 24 h CysC (mg/L)	0.907	72.0	97.9	0.036	<0.001	0.837 ~ 0.977	1.310
造影前 24 h RRI	0.883	64.0	92.6	0.046	<0.001	0.794 ~ 0.972	0.652
二者联合	0.898	88.0	91.6	0.041	<0.001	0.817 ~ 0.979	-

## 2.5 造影后血清胱抑素 C 水平、RRI 对造影剂肾病的诊断价值

造影后 24 h, 血清 CysC 水平  $> 1.580 \text{ mg/L}$  时诊断 CIN 的 AUC 为 0.770, 敏感度为 72.0%、特异性为 72.6%; 造影后 48 h, 血清 CysC 水平  $> 1.640 \text{ mg/L}$  时诊断 CIN 的 AUC 为 0.763, 敏感度为 48.0%、特异性为 95.8%。造影后 1 h, 当 RRI  $>$

0.760 时诊断 CIN 的 AUC 为 0.815, 敏感度为 76.0%、特异性为 88.4%; 造影后 24 h, 当 RRI  $> 0.724$  时诊断 CIN 的 AUC 为 0.742, 敏感度为 52.0%、特异性为 89.5%; 造影后 24 h CysC 联合造影后 1 h RRI 诊断 CIN 的 AUC 为 0.879, 敏感度为 80.0%、特异性为 80%。见表 5 和图 3。

表 5 造影后血清胱抑素 C 水平、RRI 对造影剂肾病的诊断价值

项目	AUC	敏感度 (%)	特异性 (%)	标准误	P 值	95% CI	最佳临界值
造影后 24 h CysC (mg/L)	0.770	72.0	72.6	0.058	<0.001	0.656 ~ 0.883	1.580
造影后 48 h CysC (mg/L)	0.763	48.0	95.8	0.055	<0.001	0.655 ~ 0.871	1.640
造影后 1 h RRI	0.815	76.0	88.4	0.052	<0.001	0.714 ~ 0.916	0.760
造影后 24 h RRI	0.742	52.0	89.5	0.059	<0.001	0.627 ~ 0.856	0.724
造影后 24 h CysC 联合造影后 1 h RRI	0.879	80.0	80.0	0.049	<0.001	0.783 ~ 0.975	-

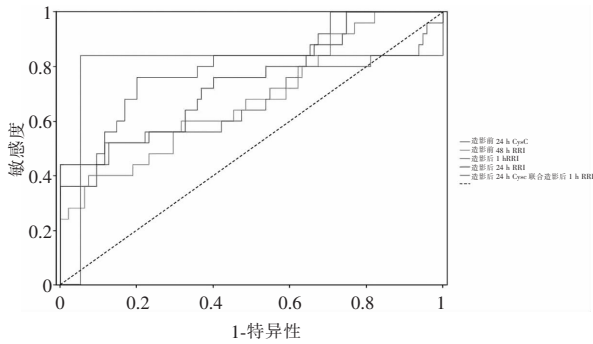


图3 造影后血清 CysC 水平、RRI 及联合检测对造影剂肾病早期诊断价值的 ROC 曲线

### 3 讨论

近年来,因冠心病行冠状动脉造影术的患者数逐年上升<sup>[7]</sup>,CIN 是冠心病诊断或介入治疗中需要使用造影剂而引起的主要并发症,其发病率也相应升高。研究表明接受冠状动脉造影术的冠心病患者 CIN 发生率高达 19.51%<sup>[8]</sup>,与本研究结果基本一致(20.83%)。目前,CIN 已成为冠心病患者院内获得性急性肾损伤的主要因素,对患者的健康乃至生命造成严重威胁。但尚未有效的方法治疗 CIN,且相较于 CIN 早期患者,CIN 晚期患者的预后较差,因此 CIN 的预防及早期诊断具有重要的临床意义。尽管 S<sub>Cr</sub> 检测是目前 CIN 诊断的标准方法,以 S<sub>Cr</sub> 水平于反映肾功能下降的幅度有一定的合理性,但其易受患者年龄、性别和肌肉质量等因素的影响,未接触碘造影剂的患者 S<sub>Cr</sub> 浓度也可能会出现波动<sup>[9]</sup>。因此,急需探寻更加灵敏、高效的生物标志物用于 CIN 的预测与早期诊断。

CysC 是一种低分子量(13 kDa)的非糖基化蛋白,属于半胱氨酸蛋白酶抑制剂,由有核细胞合成,具有体积小、等电点高等特点,是肾小球滤过的可靠的生化标志物<sup>[10]</sup>。研究<sup>[11]</sup>表明外界因素对血清 CysC 水平的影响较小,非肾脏途径未能够有效地消除 CysC,并且炎症及感染等因素也不会改变其水平<sup>[11]</sup>。另外,由于 CIN 被认为是由肾内血管收缩引起的,因此推断碘造影剂可能是通过改变肾脏的肾血流量和血管阻力引发 CIN<sup>[12]</sup>。随着超声技术的不断发展,彩色多普勒超声已被用于肾脏血流动力学参数的测定,其中 RRI 已被证实在肾血管性高血压、急性肾损伤等肾脏疾病的风险评估中具有重要应用价值<sup>[13]</sup>。本研究中造影前 24 h 及造影后 24 h、48 h,病例组血清 CysC 水平均高于对照组( $P < 0.01$ )。造影前 24 h 及造影后 1 h、24 h,病例组 RRI 均高于对照组( $P < 0.01$ ),提示 RRI、CysC 水平变化与 CIN 的发生发展密切相关,可能是由于 CysC

在几乎所有有核细胞均以恒定速率产生,并均通过肾小球从血液中滤过排泄,血清 CysC 水平的变化能够直接反映估算肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)的改变,RRI 是肾脏血管或间质损伤的一个广泛接受指标,肾小管发生急性损伤时 RRI 显著提高,由于病例组患者肾功能急骤下降,因此存在 CysC、RRI 升高的现象。黄万众等<sup>[14]</sup>以 476 例老年冠心病患者为研究对象,通过绘制 ROC 曲线发现血清 CysC 水平可用于低质量造影剂导致的 CIN 的预测;姚筱等<sup>[15]</sup>指出相较于传统的 S<sub>Cr</sub> 指标,血清 CysC 对 CIN 发病具有更高的预测价值;Wybraniec 等<sup>[16]</sup>指出术前 RRI  $> 0.69$  用于预测 CIN-急性肾损伤的预测敏感性为 78%,特异性为 81%。本研究通过绘制 ROC 曲线发现造影前 24 h CysC 取 1.310 mg/L、RRI 取 0.652 时,二者联合的敏感度为 88.0% 高于单一诊断的敏感度,特异性为 91.5% 虽略低于单一诊断,但仍处于较高水平,提示造影前 24 h 联合检测 CysC、RRI 对 CIN 具有较高的风险预测价值;造影后 24 h CysC 取 1.580 mg/L、造影后 1 h RRI 取 0.760 时,二者联合的敏感度为 80.0%、特异性为 80.0%,王道洋等<sup>[17]</sup>以 114 例行冠心病支架置入术的患者为研究对象,发现术后 Cys-C 水平能较早的反映肾功能变化,可作为 CIN 早期诊断的辅助手段;张耀等<sup>[18]</sup>指出术后 1 h RRI 取 0.705 时,对 CIN 的预测的灵敏度、特异性分别为 75.8%、74.2%,与本文的研究结果基本一致。但是,本研究仍存在不足之处,由于 CIN 病例数较少,研究结论仍需通过大样本、多中心试验研究进行验证。

综上所述,RRI 和血清 CysC 均可作为冠状动脉造影术后 CIN 的预测及诊断的生物学指标,二者联合检测对 CIN 的风险预测及早期诊断具有较高的价值。

### 参考文献

- [1] 宋涛,宋敏,孙梦涵,等.大剂量阿托伐他汀对老年慢性心力衰竭患者介入术后造影剂肾病的影响[J].中国老年学杂志,2020,40(10):2019-2023.
- [2] Liang M, Yang S, Fu N. Efficacy of short-term moderate or high-dose rosuvastatin in preventing contrast-induced nephropathy: A meta-analysis of 15 randomized controlled trials [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(27): e7384.
- [3] 张亚武,吴青,韩瑞玲. CysC、uNGAL、uMA/Cr 对脓毒症早期急性肾损伤的诊断价值[J].河北医药,2020,42(13):1945-1948.
- [4] 李芳,张宇虹,苏本利.彩色多普勒超声评价糖尿病肾病患者肾内动脉阻力指数与腹主动脉内-中膜厚度的相关性[J].中国医学影像技术,2020,36(5):738-742.
- [5] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组,中华医学会心血管病学分会动脉粥样硬化与冠心病学组,中国医师协会心血管

- 内科医师分会血栓防治专业委员会,等. 稳定性冠心病诊断与治疗指南[J]. 中华心血管病杂志,2018,46(9):680-694.
- [6] Fortalesa Melo JI, Chojniak R, Costa Silva DH, *et al.* Use of cystatin C and serum creatinine for the diagnosis of contrast-induced nephropathy in patients undergoing contrast-enhanced computed tomography at an oncology centre [J]. *PLoS One*, 2015, 10(5): e0122877.
- [7] 余锡兰. 舒适护理在冠状动脉造影术后桡动脉压迫止血患者中的应用[J]. 中华现代护理杂志, 2020, 26(18): 2513-2515.
- [8] Pan HC, Wu XH, Wan QL, *et al.* Analysis of the risk factors for contrast-induced nephropathy in over-aged patients receiving coronary intervention [J]. *Exp Biol Med (Maywood)*, 2018, 243(12): 970-975.
- [9] Vicente-Vicente L, González-Calle D, Casanova AG, *et al.* Quercetin, a Promising Clinical Candidate for The Prevention of Contrast-Induced Nephropathy [J]. *Int J Mol Sci*, 2019, 20(19): 4961.
- [10] 张维, 王红. 应用 ROC 曲线评价 Hcy 和 CysC 联合检测对糖尿病肾病的诊断价值 [J]. 检验医学与临床, 2020, 17(11): 1546-1548, 1553.
- [11] 齐伟翠.  $\beta_2$ -微球蛋白、胱抑素 C 及尿微量白蛋白检测在糖尿病肾病诊断中的应用价值分析 [J]. 中国卫生检验杂志, 2019, 29(10): 1217-1219.
- [12] 曹雪峰, 李欢, 李艳华, 等. 探讨脑钠肽、同型半胱氨酸、胱抑素 C 联合检测在糖尿病肾病早期诊断中的价值 [J]. 中国卫生检验杂志, 2017, 27(10): 1426-1428.
- [13] 肖甜, 周宁. 肾动脉阻力指数在急危重症的临床应用 [J]. 岭南急诊医学杂志, 2019, 24(6): 602-604.
- [14] 黄万众, 陈瑜, 李维, 等. 胱抑素 C 在老年患者低剂量造影剂肾病中的预测价值 [J]. 广西医学, 2019, 41(2): 157-160.
- [15] 姚筱. CysC、KIM-1 对造影剂肾病的早期预测价值研究 [J]. 实用药物与临床, 2017, 20(1): 62-64.
- [16] Wybraniec MT, Bożentowicz-Wikarek M, Chudek J, *et al.* Pre-procedural renal resistive index accurately predicts contrast-induced acute kidney injury in patients with preserved renal function submitted to coronary angiography [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2017, 33(5): 595-604.
- [17] 王道洋, 关艳春, 黄玉萍, 等. 血清 NGAL 和胱抑素 C 检测在造影剂肾病早期诊断中的价值 [J]. 临床荟萃, 2017, 32(12): 1061-1064.
- [18] 张耀, 徐峥嵘, 陈军, 等. 肾动脉阻力指数对造影剂肾病风险预测价值 [J]. 中国超声医学杂志, 2018, 34(10): 916-919.

(收稿日期: 2020-09-30

修回日期: 2020-10-24)