

Logistic 回归和 ROC 工作曲线评价 联合检测血清 CA153, TPS, CYFRA21-1 在乳腺癌诊断中的临床价值*

高 华^a, 李玉柱^b, 韩龙才^c, 张 华^b, 张海军^b, 林秋全^b, 王 磊^d

(唐山市人民医院 a. 核医学检验科; b. 放射科; c. 外科; d. 病理科, 河北唐山 063000)

摘要:目的 通过 Logistic 回归和 ROC 工作曲线综合分析糖链抗原 153(CA153)、组织多肽特异抗原(TPS)、细胞角质蛋白 19 片段(cytokeratin 19 fragment antigen 21-1, CYFRA21-1)联合检测在乳腺癌诊断中的临床价值。方法 采用罗氏全自动电化学发光仪检测 50 例乳腺癌患者(乳腺癌组)、30 例健康者(对照组)血清 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 水平, 分析比较乳腺癌组与对照组三项指标水平的差异, 两组三项指标单项及联合检测阳性率比较; 两组血清 CA153, TPS, CYFRA21-1 单项与联合检测对乳腺癌诊断试验的评价指标比较; 通过 Logistic 回归建立回归模型, 用 ROC 工作曲线分析 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 对乳腺癌的诊断价值。结果 ①乳腺癌组患者血清 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 水平较对照组明显升高, 差异具有统计学意义($t=3.30, P=0.001$; $t=2.78, P=0.007$; $t=4.31, P=0.000\ 05$); ②单项检测的阳性率从高到低依次为: CYFRA21-1(60.0%)>TPS(54.0%)>CA153(50.0%), CA153+TPS+CYFRA21-1 的阳性率为 70.0%, 比单项检测显著升高; ③单项检测中 CYFRA21-1 的敏感度较高, CA153 的特异性较高, 单项检测与三项联合检测比较敏感度由 50.0% 升高到 70.0%, 符合率由 67.5% 升高到 77.5%, 阴性预测值由 53.7% 升高到 64.3%, 特异度、阳性预测值略有下降; ④通过 Logistic 回归得乳腺癌的概率预测回归模型 $Y=1/[1+\exp(0.099X_1+0.038X_2+0.578X_3-9.694)]$, 三项联合检测的 ROC 曲线下面积明显大于 CA153, TPS, CYFRA21-1 单独检测的 ROC 曲线下面积。结论 联合检测血清 CA153, TPS, CYFRA21-1 在乳腺癌早期诊断中具有重要的临床价值。

关键词:乳腺癌; 血清糖类抗原 153; 组织多肽特异性抗原; 细胞角质蛋白 19 片段

中图分类号:R737.9; R730.43 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-7414(2018)03-060-05

doi:10.3969/j.issn.1671-7414.2018.03.016

Clinical Value of Logistic Regression and ROC Work Curve Evaluating Serum CA153, TPS and Cyfra21-1 for Diagnosis of Breast Cancer

GAO Hua^a, LI Yu-zhu^b, HAN Long-cai^c,

ZHANG Hua^b, ZHANG Hai-jun^b, LIN Qiu-quan^b, WANG Lei^d

(a. Department of Clinical Laboratory; b. Department of Radiology; c. Department of Surgery;
d. Department of Pathology, Tangshan People's Hospital, Hebei Tangshan 063000, China)

Abstract: **Objective** To analyse comprehensively Clinical Value of Logistic regression and ROC curve of detection combined with serum carbohydrate antigen (CA) 153, tissue polypeptide specific antigen (TPS) and cell keratin segments of 19 (CYFRA21-1) for diagnosis of breast cancer. **Methods** Used Roche Automatic Electrochemical Luminescence Instrument to detect serum CA153, TPS and CYFRA21-1 level of 50 patients with breast cancer (breast cancer group) and 30 cases of healthy subjects (control group). Analysed and compared serum CA153, TPS and CYFRA21-1 level difference of breast cancer group and control group, and single and joint detection of serum CA153, TPS and CYFRA21-1. The diagnosis performance of breast cancer (sensitivity, specificity, coincidence rate, positive predictive value and negative predictive value) was compared between the two groups of serum CA153, TPS and CYFRA21-1. The regression model was established by Logistic regression, and ROC curve analyzes CA153, TPS and CYFRA21-1 value to the diagnosis of breast cancer. **Results** ① In the breast cancer group the serum CA153, TPS and CYFRA21-1 levels were higher than those in the control group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). ② The positive rate of single test was from high to low: CYFRA21-1 (60.0%)>TPS (54.0%)>CA153 (50.0%), CA153+TPS+CYFRA21-1 with a positive rate of 70.0%, significantly higher than that of single-item detection. ③ CYFRA21-1 in single detection sensitivity was higher, CA153 specific degrees higher, single detection compared with three joint detection sensitivity increased from 50.0% to 70.0%, the coincidence rate increased from 67.5% to 77.5%, negative predictive value increased from 53.7% to 64.3%, specific degree, positive predic-

* 基金项目:2017 年度河北省医学科学研究重点课题(项目编号:20171292)。

作者简介:高 华(1977—),女,本科,主管检验师,E-mail:rmyy_gh@163.com。

通讯作者:李玉柱(1978—),男,本科,副主任医师,E-mail:972966618@qq.com。

tive value fell slightly. ④The regression model $Y=1/[1+\text{EXP}(0.099X_1+0.038X_2+0.578X_3-9.694)]$, the area under the ROC curve of the three joint tests was significantly larger than that of the ROC curve of CA153, TPS and CYFRA21-1 separately. **Conclusion** The combined detection of CA153, TPS and CYFRA21-1 has important clinical value in early diagnosis of breast cancer.

Keywords: breast cancer; CA153; TPS; CYFRA21-1

乳腺癌在女性恶性肿瘤中居于首位,并且发病率呈上升趋势^[1]。因此,早发现、早诊断、早治疗能提高乳腺肿瘤的治疗效果,改善其预后^[2]。血清肿瘤标志物检测目前在临床上得到广泛的应用,因为其有对患者的损害、创伤小,并且简便快捷的优势^[3]。具有较高的敏感度和特异度,是理想的肿瘤标志物,对疾病的诊断、疗效评估与判断预后具有重要的价值。如何合理应用糖类抗原 153(CA153),组织多肽特异性抗原(TPS)及细胞角质蛋白 19 片段(CYFRA21-1)使其在乳腺癌诊断中达到最佳效果,国内外文献尚未见报道。每种肿瘤标志物都有其独特的优势和局限性。因此,联合检测可以优势互补,提高诊断效率,这也是近年来乳腺癌实验室诊断的研究热点。本研究利用 Logistic 回归和 ROC 工作曲线评价血清 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 联合检测在乳腺癌诊断中的临床价值。

1 材料与方法

1.1 研究对象 原发性乳腺癌组为 2014 年 12 月~2016 年 12 月在唐山市人民医院住院治疗的 50 例患者。均经临床病理确诊,女性,平均年龄 53.7 ± 10.2 岁。对照组选取健康体检女性 30 例,经检查无乳腺及其他肿瘤病史,无家族史,平均年龄在 52.1 ± 11.2 岁。两组在性别和年龄上差异无统计学意义($t=0.65, P>0.05$),具有可比性。

1.2 试剂和仪器 血清 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 检测采用罗氏全自动电化学发光仪(COBAS601),试剂盒由罗氏公司提供,严格按照试剂盒操作说明书进行实验。阳性判断标准:CA153 >25 U/ml, TPS >140 U/L, CYFRA21-1 >3.3 ng/ml。

1.3 方法 采清晨空腹静脉血 3 ml 在促凝管中, 3 000 r/min, 10 min 离心后取上层血清置于-20℃保存待测;仪器在做实验前要做定标和质控,合格后才可以进行实验操作,CA153, TPS 和 CYFRA21-1 在罗氏全自动电化学发光仪(COBAS601)上检测。

1.4 统计学分析 用 SPSS 20.0 统计软件分析数据,计量资料采用 Kolmogorov-Smirnov 进行正态性检验,用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两独立样本采用 t 检验;用百分率表示计数资料,采用 χ^2 检验;进行 Logistic 回归并绘制 ROC 曲线,以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 健康对照组与乳腺癌组 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 检测结果的比较 见表 1。CA153, TPS 和 CYFRA21-1 的检测值乳腺癌组明显高于对照组,差异均具有统计学意义($t=3.30, P=0.001$; $t=2.78, P=0.007$; $t=4.31, P=0.000\ 05$)。

表 1 对照组与乳腺癌组 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 检测结果比较($\bar{x} \pm s$)

项 目	对照组($n=30$)	乳腺癌组($n=50$)	t	P
CA153(U/ml)	18.67 ± 4.66	23.19 ± 6.57	3.30	0.001
TPS(U/L)	127.72 ± 19.11	140.37 ± 20.07	2.78	0.007
CYFRA21-1(ng/ml)	2.50 ± 1.50	4.12 ± 1.70	4.31	0.000 05

2.2 对照组与乳腺癌组血清 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 单项及联合检测阳性率比较 见表 2。

表 2 对照组与乳腺癌组血清 CA153, TPS, CYFRA21-1 阳性率比较[$n(\%)$]

项 目	对照组($n=30$)	乳腺癌组($n=50$)	χ^2	P
CA153	1(3.3)	25(50.0)	18.61	0.000
TPS	2(6.7)	27(54.0)	18.18	0.000
CYFRA21-1	2(6.7)	30(60.0)	22.22	0.000
CA153+TPS+CYFRA21-1	3(10.0)	35(70.0)	27.07	0.000

乳腺癌组 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 的阳性率明显高于健康对照组,差异具有统计学意义($\chi^2=18.61, 18.18, 22.22$, 均 $P<0.001$)。单项检测

的阳性率从高到低为: CYFRA21-1(60.0%) $>$ TPS(54.0%) $>$ CA153(50.0%), CA153+TPS+CYFRA21-1 联合检测的阳性率为 70.0%, 与单项

检测比较差异有统计学意义 ($\chi^2 = 27.07$, $P < 0.001$)。

2.3 血清 CA153, TPS, CYFRA21-1 单项与联合检测对乳腺癌的诊断性能比较 见表3。单项检测中 CYFRA21-1 的灵敏度较高, CA153 的特异度

较高。单项检测与三项联合检测比较灵敏度由 50.0% 升高到 70.0%, 符合率由 67.5% 升高到 77.5%, 阴性预测值由 53.7% 升高到 64.3%, 特异度、阳性预测值略有下降。

表3 CA153, TPS, CYFRA21-1 单项检测及联合检测的评价结果 (%)

检测指标	敏感度	特异度	符合率	阳性预测值	阴性预测值
CA153	50.0	96.7	67.5	96.2	53.7
TPS	54.0	93.7	68.8	93.1	54.9
CYFRA21-1	60.0	93.7	72.5	93.8	58.3
CA153+TPS+CYFRA21-1	70.0	90.0	77.5	92.1	64.3

2.4 血清 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 的 Logistic 回归分析 见表4。设自变量 $X_1 = \text{CA153}$, $X_2 = \text{TPS}$, $X_3 = \text{CYFRA21-1}$, 得出乳腺癌的概率预测回归模型为 $Y = 1/[1 + \text{EXP}(0.099X_1 + 0.038X_2 + 0.578X_3 - 9.694)]$, 生成一组新变量。经 Logistic 回归分析, 血清 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 均与乳腺癌有密切相关。

表4 血清 CA153, TPS, CYFRA21-1 的 Logistic 回归分析

检测项目	回归系数	标准误	Wald 值	P 值
CA153	0.099	0.045	4.910	0.027
TPS	0.038	0.018	4.407	0.036
CYFRA21-1	0.578	0.195	8.753	0.003
常量	-9.694	2.513	14.881	0.000

2.5 ROC 曲线分析 血清 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 都可以作为诊断乳腺癌的试验, 但三项联合检测的 ROC 曲线下面积明显大于 CA153, TPS, CYFRA21-1 单独检测的 ROC 曲线下面积。见表5, 图1。

表5 血清 CA153, TPS, CYFRA21-1 和新的预测值 Y 的 ROC 曲线分析

检测项目	AUC	S.E	P 值	95%CI
CA153	0.713	0.057	0.001	0.601~0.826
TPS	0.666	0.063	0.014	0.543~0.789
CYFRA21-1	0.779	0.055	0.000	0.671~0.886
Y	0.805	0.052	0.000	0.687~0.889

3 讨论 乳腺癌的血清肿瘤标志物检查是简便易行的一种诊断方法, 一种恶性肿瘤可以释放出多种肿瘤标志物^[4]。乳腺癌与多种肿瘤标志物具有相关性^[5], 但是血清肿瘤标志物的单项检测, 其敏感度和特异度均不太理想。如何筛选这些肿瘤标记物, 把敏感度和特异度较好的几种标记物联合起

来, 提高其对乳腺癌的临床诊断价值, 以成为研究者感兴趣的问题。

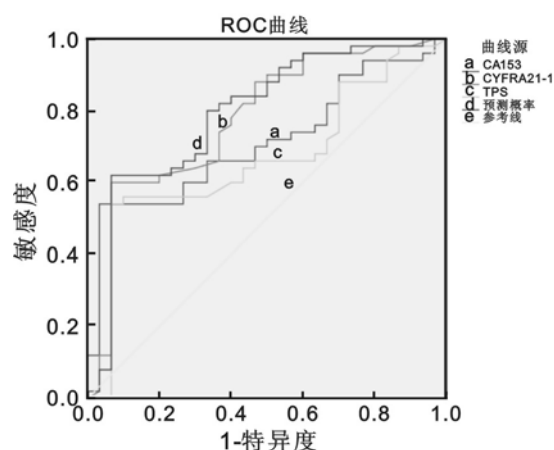


图1 各指标 ROC 曲线分析

CA153 最早在乳腺癌和乳腺细胞中被发现^[6], 是诊断乳腺癌特异度较高的一种肿瘤标志物。本文研究显示: CA153 诊断乳腺癌的敏感度为 50.0%, 特异度为 96.7%, 与国内学者郑平燕^[7]报道的 CA153 在乳腺癌早期诊断中的价值相似。TPS 是一种抗原, 可以明确地反映上皮起源的肿瘤增殖程度, 可以从乳腺组织中得到^[8]。研究表明 TPS 诊断乳腺癌的敏感度为 54.0%, 与文献^[9]报道一致。CYFRA21-1 是一种新的上皮来源肿瘤标记物, 在多种肿瘤中明显升高^[10~12], 但到目前为止, CYFRA21-1 在乳腺癌中报道较少。本组研究中乳腺癌患者血清中 CYFRA21-1 的诊断敏感度为 60%, 与李凤巧^[13]报道相似, 比张晓洁等^[14]报道的 CYFRA21-1 的诊断敏感度 23.7% 高。这可能与方法学、临界值及患者的临床分期有关。本文研究结果显示患者血清 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 浓度与阳性百分率乳腺癌组比对照组高, 说明 CA153, TPS 和 CYFRA21-1 对乳腺癌的诊断都具有一定的临床价值。3 个指标单项检测

中CYFRA21-1的敏感度较高,CA153的特异度较高,说明在乳腺癌的早期诊断中单项指标的检测具有一定的局限性,临床应用价值不高。单项检测与三项联合检测比较敏感度由50.0%升高到70.0%,符合率由67.5%升高到77.5%,阴性预测值由53.7%升高到64.3%,特异度、阳性预测值略有下降,说明CA153,TPS和CYFRA21-1联合检测的临床价值大于单项检测。

Logistic回归能综合分析多指标信息,能够提高诊断的敏感度和特异度^[15,16]。构建Logistic回归模型拟合ROC曲线可以判断联合检测价值的大小^[17]。本研究主要是通过Logistic回归模型得三项指标联合检测的预测概率值,然后通过ROC曲线分析,可知血清CA153,TPS和CYFRA21-1可作为乳腺癌的诊断试验,三项联合检测的曲线下面积0.805,大于各指标单独检测的曲线下面积,说明三项联合检测诊断乳腺癌的临床价值优于单项检测。

总之,联合检测可弥补单指标检测的不足,联合检测模式具有较好的诊断价值,对乳腺癌的早期诊断、早期治疗具有重要意义。

参考文献:

- [1] 庞慧,郭天利,李宏建.血清CA153,Survivin蛋白在乳腺癌诊断的应用价值[J].中国现代药物应用,2016,10(9):25-26.
Pang H,Guo TL,Li HJ. The application value of serum CA153 and Survivin protein in breast cancer diagnosis[J]. Chinese Journal of Modern Drug Application,2016,10(9):25-26.
- [2] 薛永飞,任中海,沈艳丽.癌相关抗原153、癌胚抗原、p53抗体及组织多肽特异性抗原在老年乳腺癌患者血清中的表达及其临床意义[J].中国老年学杂志,2014,34(3):806-807.
Xue YF,Ren ZH,Shen YL. The expression and clinical significance of cancer-related antigen 153, cancer embryo antigen, p53 antibody and tissue polypeptide specific antigen in the serum of elderly patients with breast cancer[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2014,34(3):806-807.
- [3] 皮亚平,田柳.肿瘤标记物CA153,CA125联合检查对乳腺癌诊断的价值分析[J].实用癌症杂志,2017,32(8):1351-1353.
Pi YP,Tian L. Value of combined examination of tumor marker CA153 and CA125 in the diagnosis of breast cancer[J]. The Practical Journal of Cancer, 2017,32(8):1351-1353.
- [4] 董娜,胡黎明.CEA,CA153和CRP对乳腺癌的诊断价值研究[J].河南医学研究,2017,26(20):3668-3670.
Dong N,Hu LM. Diagnostic value of CEA,CA153 and CRP in breast cancer[J]. Henan Medical Research,2017,26(20):3668-3670.
- [5] 南永刚,许建林,李楠,等.CA153,CA125联合HER-2检测在乳腺癌各临床分期诊断中的应用[J].现代肿瘤医学,2016,24(19):3070-3073.
Nan YG,Xu JL,Li N,et al. The role of CA153, CA125,HER-2 combined detection for the diagnosis of breast cancer[J]. Journal of Modern Oncology, 2016,24(19):3070-3073.
- [6] 谢小梅,苏荣,吴英,等.乳腺癌患者血清PSA,CYFRA21-1,CA153,CEA水平变化及临床应用价值探讨[J].黑龙江医药,2017,30(6):1216-1218.
Xie XM,Su R,Wu Y,et al. Breast cancer patients serum PSA,CYFRA21-1,CA153 and CEA level change and the clinical application value [J]. Heilongjiang Medicine Journal,2017,30(6):1216-1218.
- [7] 郑平燕.外周血CEA,CA153,CA125在乳腺癌临床筛查中的应用[J].中国妇幼保健,2015,6(16):2520-2522.
Zheng PY. Peripheral blood CEA,CA153,CA125 application in clinical screening for breast cancer[J]. Maternal and Child Health Care of China, 2015, 6(16):2520-2522.
- [8] 岳璇弟,褚旭.乳腺癌患者血清多项指标与复发转移的相关性研究[J].海南医学院学报,2014,20(8):1120-1122.
Yue XD,Chu X. Correction between serum VEGF, PRL,HER2,TPS,SCDAOL,MVD and recurrence, metastasis of patients with breast cancer[J]. Journal of Hainan Medical University, 2014, 20(8): 1120-1122.
- [9] 蒋显勇,易艳军,梁庄严,等.血清HER-2/neu,TPS,CA15-3和TSGF联合检测在乳腺癌诊断中的价值[J].实用医学杂志,2016,32(24):4115-4117.
Jiang XY,Yi YJ,Liang ZY,et al. The clinical value of combined detection of HER-2/neu,TPS,CA15-3 and TSGF in the diagnosis of breast cancer[J]. The Journal of Practical Medicine,2016,32(24):4115-4117.
- [10] 何翠兰,李才元,刘翠燕,等.糖尿病伴乳腺癌患者细胞角蛋白19片段抗原21-1水平的变化及其临床意义[J].中国糖尿病杂志,2017,25(3):250-254.
He CL,Li CY,Liu CY,et al. Changes and clinical significance of CYFRA21-1 in diabetic patients with breast cancer[J]. Chinese Journal of Diabetes,2017, 25(3):250-254.
- [11] 黄国福,冷晓玲.血清CYFRA21-1,CA125及CA72-4对食管癌的诊断价值[J].标记免疫分析与临床,2014,21(3):229-231.
Huang GF,Leng XL. Diagnosis value of serum CYFRA 21-1,CA125 and CA72-4 in esophageal cancer [J]. Labeled Immunoassays and Clinical Medicine, 2014,21(3):229-231.
- [12] 郝艳萍,吴俊,艾风波.CA19-9,CA125,CEA和CYFRA21-1检测对肺癌患者骨转移的诊断价值分析[J].标记免疫分析与临床,2016,23(12):1372-1374,1398.
Hao YP,Wu J,Ai FB. Ca19-9,CA125,CEA and CYFRA 21-1 detection in the diagnosis of bone metastasis in patients with lung cancer[J]. Labeled Im-

- munoassays and Clinical Medicine, 2016, 23 (12): 1372-1374, 1398.
- [13] 李凤巧. PSA, CYFRA 21-1, CA153, CEA 的联合检测在乳腺癌中的临床价值[J]. 医学理论与实践, 2013, 26(2): 156-157.
- Li FQ. The value of combined measurement of PSA, CYFRA 21-1, CA153 and CEA used in breast carcinoma[J]. The Journal of Medical Theory and Practice, 2013, 26(2): 156-157.
- [14] 张晓洁, 张美娟, 张立涛, 等. CEA, CA153, CYFRA 21-1, CRP 联合检测在乳腺癌辅助诊断中的临床价值探讨[J]. 国际检验医学杂志, 2017, 38(23): 3352-3354.
- Zhang XJ, Zhang MJ, Zhang LT, et al. The clinical value of CEA, CA153, CYFRA 21-1 and CRP in breast cancer assisted diagnosis [J]. International Journal of Laboratory Medicine, 2017, 38(23): 3352-3354.
- [15] 陈 佳, 向玲亚, 邵华侨, 等. 运用 Logistic 回归和 ROC 曲线综合评价肿瘤标志物对肺癌的诊断价值[J]. 检验医学与临床, 2017, 14(5): 604-606.
- Chen J, Xiang LY, Shao HQ, et al. Comprehensive evaluation on diagnostic value of serum tumor markers in lung cancer by using logistic regression and ROC curve [J]. Laboratory Medicine and Clinic, 2017, 14(5): 604-606.
- [16] 赵海娜, 彭玉兰, 骆洪浩, 等. 乳腺影像报告数据系统超声图像特征预测乳腺癌风险的 logistic 模型及诊断效能研究[J]. 华西医学, 2015, 30 (12): 2249-2253.
- Zhao HN, Peng YL, Luo HH, et al. A logistic regression model based on breast imaging report and data system lexicon to predict the risk of malignancy [J]. West China Medical Journal, 2015, 30 (12): 2249-2253.
- [17] 胡道军, 郁 淼, 张洪磊, 等. 基于 Logistic 回归和 ROC 曲线综合评价 IMA, NLR, hs-CRP 和 CK-MB 联合检测对早期急性心肌梗死的诊断价值[J]. 现代检验医学杂志, 2016, 31(5): 76-80.
- Hu DJ, Yu M, Zhang HL, et al. Comprehensive evaluation of the diagnostic value of the combined detection of IMA, NLR, hs-CRP and CK-MB for acute myocardial infarction based on ROC curve and logistic regression analysis [J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2016, 31(5): 76-80.
- 收稿日期: 2017-11-28 修回日期: 2018-03-16
-
- (上接 59 页)
- [29] Zhu Y, Ye X, Zhu B, et al. Comparisons between the 2012 new CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) equations and other four approved equations[J]. PLoS One, 2014, 9(1): e84688.
- [30] Ye X, Wei L, Pei X, et al. Application of creatinine and/or cystatin C-based glomerular filtration rate estimation equations in elderly Chinese[J]. Clin Interv Aging, 2014, 9: 1539-1549.
- [31] Kilbride HS, Stevens PE, Eaglestone G, et al. Accuracy of the MDRD(modification of diet in renal disease) study and CKD-EPI (CKD epidemiology collaboration) equations for estimation of GFR in the elderly[J]. Am J Kidney Dis, 2013, 61(1): 57-66.
- [32] Soveri I, Berg UB, Björk J, et al. Measuring GFR: a systematic review [J]. Am J Kidney Dis, 2014, 64 (3): 411-424.
- [33] Bokenkamp A, Domanetzki M, Zinck R, et al. Cystatin C-a new marker of glomerular filtration rate in children independent of age and height[J]. Pediatrics, 1998, 101(5): 875-881.
- [34] Schwartz GJ, Schneider MF, Maier PS, et al. Improved equations estimating GFR in children with chronic kidney disease using an immunonephelometric determination of cystatin C[J]. Kidney Int, 2012, 82(4): 445-453.
- [35] Knight EL, Verhave JC, Spiegelman D, et al. Factors influencing serum cystatin C levels other than renal function and the impact on renal function measurement[J]. Kidney Int, 2004, 65(4): 1416-1421.
- [36] Wei L, Ye X, Pei X, et al. Reference intervals for serum cystatin C and factors influencing cystatin C levels other than renal function in the elderly[J]. PLoS One, 2014, 9(1): e86066.
- [37] Groesbeck D, Kottgen A, Parekh R, et al. Age, gender, and race effects on cystatin C levels in US adolescents[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2008, 3 (6): 1777-1785.
- [38] Pei X, Bao L, Xu Z, et al. Diagnostic value of cystatin C and glomerular filtration rate formulae in Chinese nonelderly and elderly populations [J]. J Nephrol, 2013, 26(3): 476-484.
- [39] Pottel H, Delanaye P, Schaeffner E, et al. Estimating glomerular filtration rate for the full age spectrum from serum creatinine and cystatin C [J]. Nephrol Dial Transplant, 2017, 32(3): 497-507.
- [40] 王丽娜, 葛君琰, 郭 苗. 宝鸡地区成年健康人群血清胱抑素 C 参考区间调查[J]. 现代检验医学杂志, 2016, 31(6): 141-142, 146.
- Wang LN, Ge JL, Guo M. Investigation of reference range of serum cystatin C of healthy people in Baoji [J]. J Mod Lab Med, 2016, 31(6): 141-142, 146.
- [41] Grubb A, Blirup-Jensen S, Lindström V, et al. First certified reference material for cystatin C in human serum ERM-DA471/IFCC [J]. Clin Chem Lab Med, 2010, 48(11): 1619-1621.
- [42] Liu X, Wang Y, Wang C, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate in Chinese elderly population [J]. PLoS One, 2013, 8(11): e79675.
- 收稿日期: 2018-04-26 修回日期: 2018-05-20