

# 应用多元回归分析建立纠正高胆红素干扰酶法测定血清总胆固醇结果的校正公式及验证

孙瑞红<sup>1,2</sup>, 杨璐<sup>1,2</sup>, 陶子琦<sup>1,2</sup>, 张世昌<sup>1,2</sup>, 谢梦晓<sup>1,2</sup>, 谢而付<sup>1,2</sup>, 穆原<sup>1,2</sup>, 蒋叶<sup>1,2</sup>

(1. 南京医科大学第一附属医院检验学部, 南京 210029; 2. 国家医学检验临床医学研究中心分中心, 南京 210029)

**摘要:** 目的 评价不同浓度胆红素对酶法测定总胆固醇 (total cholesterol, TC) 的影响, 应用多元回归分析建立校正公式并验证其校正效果。方法 收集 100 例来自于南京医科大学第一附属医院 2020 年 12 月门诊或住院患者的新鲜无黄疸血清标本。配制一系列浓度梯度的胆红素溶液, 分别加入其中 50 例患者的血清标本中, 检测各标本总胆红素 (total bilirubin, TB) 和 TC 浓度, 分析胆红素水平对 TC 检测结果的影响及二者的相关性。应用多元回归分析建立校正公式, 并利用另外 50 例患者标本验证该校正公式的性能。结果 黄疸实验组与生理盐水对照组间差异具有统计学意义 ( $F=3.947, P<0.01$ ), 标本 TC 浓度与 TB 浓度呈负相关 ( $r^2=0.9894$ ); 在胆红素加入浓度分别为 100, 200, 300, 400, 500 和 600  $\mu\text{mol/L}$  的实验组中, TC 浓度的平均偏倚依次为:  $-6.65\% \pm 4.89\%$ ,  $-14.21\% \pm 8.89\%$ ,  $-29.00\% \pm 13.43\%$ ,  $-31.07\% \pm 14.62\%$ ,  $-38.21\% \pm 13.95\%$  和  $-43.51\% \pm 12.69\%$ , 且初始浓度  $\text{TC} < 3 \text{ mmol/L}$  的标本产生的平均偏倚均明显高于  $\text{TC} \geq 3 \text{ mmol/L}$  的标本, 差异具有统计学意义 ( $t=9.192 \sim 14.836$ , 均  $P < 0.01$ ); 设无黄疸血清标本的 TC 浓度为  $Y$ , 其对应人工黄疸标本的 TC 实测浓度为  $Z$ , TB 浓度为  $X$ , 经多元回归分析, 校正公式为  $Y = 0.002353 \cdot X + 0.973 \cdot Z + 0.000337 \cdot X \cdot Z - 0.01334$ ; 经公式校正后 92.67% 的黄疸标本 TC 浓度偏倚小于  $\pm 10\%$ 。结论 黄疸患者血清标本中高胆红素水平可导致其 TC 的检测结果偏低, 偏倚大小与 TB 浓度以及初始 TC 浓度相关, 运用校正公式可有效校正高胆红素对 TC 测定的干扰, 符合临床要求。

**关键词:** 总胆固醇; 胆红素; 干扰; 校正

中图分类号: R446 文献标识码: A 文章编号: 1671-7414 (2022) 06-158-05

doi:10.3969/j.issn.1671-7414.2022.06.030

## Establish A Regression Formula for Correction of the Interference of High Bilirubin on Total Cholesterol Determined by Enzymatic Method and Its Verification

SUN Rui-hong<sup>1,2</sup>, YANG Lu<sup>1,2</sup>, TAO Zi-qi<sup>1,2</sup>, ZHANG Shi-chang<sup>1,2</sup>, XIE Meng-xiao<sup>1,2</sup>, XIE Er-fu<sup>1,2</sup>, MU Yuan<sup>1,2</sup>, JIANG Ye<sup>1,2</sup>

(1. Department of Laboratory Medicine, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China; 2. Branch of National Clinical Research Center for Laboratory Medicine, Nanjing 210029, China)

**Abstract: Objective** To investigate the effects of bilirubin on total cholesterol (TC) determined by enzymatic method and establish a regression formula and verify its correction effect. **Methods** Fresh non-icteric serum samples of 100 outpatients or inpatients in the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University were collected in December 2020. A series of bilirubin solutions were prepared and added to the serum samples of 50 patients, respectively. Total bilirubin (TB) and TC concentration in non-icteric serum and different degree icteric serum samples were measured. The impact of bilirubin on TC and the relationship between bilirubin and TC were analyzed. Multiple regression analysis was used to establish a correction formula, and its correction effect was verified with serum samples of another 50 patients. **Results** The difference between the icteric experimental groups and the saline control group was statistically significant ( $F=3.947, P < 0.01$ ), and the TC concentration was negatively correlated with the TB concentration ( $r^2=0.9894$ ). In the icteric experimental groups with added bilirubin concentrations of 100, 200, 300, 400, 500 and 600  $\mu\text{mol/L}$ , the average biases of TC concentrations were  $-6.65\% \pm 4.89\%$ ,  $-14.21\% \pm 8.89\%$ ,  $-29.00\% \pm 13.43\%$ ,  $-31.07\% \pm 14.62\%$ ,  $-38.21\% \pm 13.95\%$  and  $-43.51\% \pm 12.69\%$ , respectively. The average bias of samples with initial TC concentration  $< 3 \text{ mmol/L}$  was significantly higher than that of samples with initial TC concentration  $\geq 3 \text{ mmol/L}$ , and the differences were statistically significant ( $t=9.192 \sim 14.836$ , all  $P < 0.01$ ).  $Y$  and  $Z$

**基金项目:** 国家自然科学基金 (82101902): TAZ-miR-34a-smyd Z 轴通过抑制 STAT6 赖氨酸甲基化促进 RA 中 M $\phi$  极化失衡的机制。

**作者简介:** 孙瑞红 (1981-), 女, 本科, 实验师, 研究方向: 临床检验诊断学, E-mail: sungirl1515@163.com。

**通讯作者:** 蒋叶 (1981-), 女, 硕士, 副研究员, 研究方向: 临床生物化学检验, E-mail: oneadd317@163.com。

represented TC concentration of non-icteric serum and different degree icteric serum, while  $X$  represented TB concentration. Formulas for TC measurement were presented:  $Y = 0.002\ 353 \cdot X + 0.973 \cdot Z + 0.000\ 337 \cdot X \cdot Z - 0.013\ 34$ . The bias of corrected TC in 92.67% of icteric samples was less than 10%. **Conclusion** The results indicate that the level of TC measured by enzymatic method was negatively affected by bilirubin. The bias was related to the TB concentration and the initial TC concentration. The formula of mathematical correction of TC results in icteric samples should be suitable for the requirements of clinical laboratory.

**Keywords:** total cholesterol; bilirubin; interference; correction

总胆固醇 (total cholesterol, TC) 是血液中所有脂蛋白所含胆固醇的总和, 包括游离胆固醇和胆固醇酯。TC 水平升高容易引起动脉粥样硬化性心脏病、脑血管疾病, 如冠心病、心肌梗死、脑卒中等; 降低则常见于甲状腺功能亢进<sup>[1]</sup>、严重的肝脏疾病、营养不良等。因此, TC 水平的准确测定对多种疾病的诊治具有重要的临床意义。目前, 酶法是临床检测 TC 最常用的方法之一。以往的研究发现, 高胆红素水平对 TC 的检测可产生负干扰, 但在不同的检测系统中研究结果存在差异<sup>[2-6]</sup>。有研究探讨了罗氏检测系统中高胆红素对 TC 检测的干扰, 并提出当  $TC > 4\text{mmol/L}$  可利用公式校正法消除干扰<sup>[2]</sup>; 在贝克曼检测系统中尚未见相关研究报道。本研究通过人工制备黄疸标本, 观察在贝克曼库尔特 AU5800 生化分析系统中对 TC 检测结果的影响, 并探讨利用公式校正法来纠正此影响, 以期提高黄疸患者 TC 检测的准确度。

## 1 材料与方法

1.1 研究对象 收集 100 例来自于南京医科大学第一附属医院 2020 年 12 月门诊或住院患者的新鲜血清标本, 标本无黄疸 ( $TB < 10\ \mu\text{mol/L}$ )、无溶血、无脂血, 所有标本的 TC 水平区间为  $1.17 \sim 16.25\ \text{mmol/L}$ 。其中 50 份标本用于研究黄疸对 TC 测定的干扰, 并建立一个个性化公式来纠正此干扰; 另外 50 份标本用于验证该校正公式的性能。本研究经我院伦理委员会审核通过, 所有研究对象均签署知情同意书。

1.2 仪器与试剂 贝克曼库尔特 AU5800 全自动生化分析仪 (美国贝克曼库尔特公司)。总胆固醇测定试剂盒 (酶法, 批号: AUZ 7600) 及生化多项校准品 (货号: 66300, 批号: 1121) [贝克曼库尔特商贸 (中国) 有限公司]; 总胆红素测定试剂盒 (钒酸盐氧化法, 批号: 20200612) 及胆红素校准品 (批号: 20200814) (上海科华生物工程股份有限公司); 胆红素溶液制备用胆红素标准品 (批号: H3109Z73747) (上海源叶生物科技有限公司)。

### 1.3 方法

1.3.1 胆红素溶液制备: 胆红素标准品 20 mg, 加入  $0.1\text{mol/L}$  NaOH 溶液 5.70 ml, 混匀, 制成计算浓度为  $6\ 000\ \mu\text{mol/L}$  的胆红素溶液,  $-20\ ^\circ\text{C}$  冷冻,

待用。实验前用生理盐水将此溶液配成胆红素浓度为 1 000, 2 000, 3 000, 4 000 和 5 000  $\mu\text{mol/L}$  的溶液。

1.3.2 人工黄疸标本制备: 分别取 20  $\mu\text{l}$  上述溶液与对应患者血清 180  $\mu\text{l}$  混合, 制备成胆红素浓度为 100, 200, 300, 400, 500 和 600  $\mu\text{mol/L}$  的血清标本 (标记为实验组 1 ~ 6), 因称量误差及胆红素降解等原因, TB 浓度在实验前以仪器实测值为准; 将 20  $\mu\text{l}$  生理盐水加入 180  $\mu\text{l}$  血清中, 作为对应患者的无黄疸血清。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 22.0 和 GraphPad Prism 8.3.0 软件进行数据处理。计量数据经 Kolmogorov-Smirnov 检验, 符合正态分布, 以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示; 两组间比较采用  $t$  检验, 多组间比较采用单因素方差检验; 不同指标相关性采用 Pearson 相关性分析; 校正公式通过多元回归分析, 拟合计算回归曲线。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 TC 检测结果受不同浓度胆红素的影响 将 50 例患者血清分别用胆红素溶液配置成不同胆红素水平 (实验组 1 ~ 6) 的人工黄疸标本, 以生理盐水配制的血清标本作为对照组, 分别检测标本中的 TC 和 TB 浓度。同一患者标本随着 TB 浓度增加, 其 TC 检测结果呈逐渐下降趋势。黄疸实验组与生理盐水对照组进行多组间比较, 组间差异具有统计学意义 ( $F=3.947, P < 0.01$ )。以 TB 浓度为  $X$ , 实测 TC 浓度为  $Y$ , 对不同患者标本的变量  $X, Y$  分别进行回归分析, 均  $r^2 > 0.920$ , 见图 1。将所有患者标本的变量  $X, Y$  进行回归分析, TC 浓度与标本 TB 浓度呈密切负相关 ( $r^2=0.9894$ )。

2.2 TC 检测结果受不同浓度胆红素干扰产生的偏倚分析 见表 1。将对照组标本 TC 浓度作为初始值, 计算加入不同浓度胆红素溶液后 TC 浓度的偏倚, 并分析不同实验组的平均偏倚, 发现在实验 2 ~ 6 组, 即加入胆红素浓度为 200 ~ 600  $\mu\text{mol/L}$  时, TC 的平均偏倚绝对值均超过了 10%, 且随着 TB 浓度增加而递增。根据初始 TC 浓度, 将样本分为  $TC \geq 3\ \text{mmol/L}$  和  $TC < 3\ \text{mmol/L}$  两组, 并采用独立样本  $t$  检验对两组进行分析比较, 发现相同组别

的实验组中，初始浓度  $TC < 3 \text{ mmol/L}$  的标本产生的平均偏倚均明显高于  $TC \geq 3 \text{ mmol/L}$  的标本，差异具有统计学意义（均  $P < 0.01$ ）；且在实验1组，即加入胆红素浓度为  $100 \mu\text{mol/L}$  时，前者的平均偏倚为  $-4.66\%$ ，而后者高达  $-14.05\%$ 。

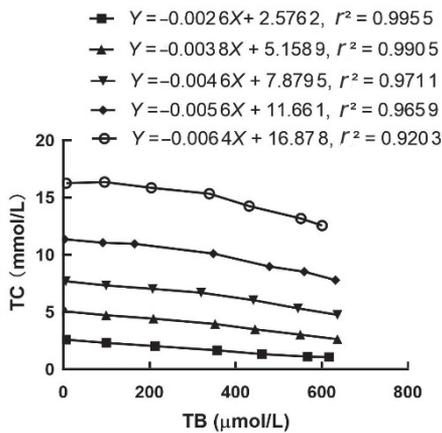


图1 TC检测结果受不同浓度胆红素的影响

2.3 回归校正公式的建立 设无黄疸血清标本的TC浓度为Y，其对应人工黄疸标本的TB实测值为

X，TC实测浓度为Z，对来自50例患者的350份标本进行多元回归分析，计算得到多元回归公式  $Y = 0.002353 \cdot X + 0.973 \cdot Z + 0.000337 \cdot X \cdot Z - 0.01334$ ， $r^2$  值为0.9913。

2.4 回归校正公式的验证 为评价校正公式的纠偏效果，另取50例患者的血清标本，配置成6个不同浓度的人工黄疸标本，将测定的TC和TB浓度代入校正公式，计算得到校正后TC浓度，与对应的无黄疸血清所测得的初始TC浓度进行线性回归分析，两者高度相等， $r^2$  值为0.9904，见图2。按照美国CLIA'88能力比对检验的分析质量要求，TC测定的可接受范围为10%，以此作为校正值可接受的检验标准。300份人工黄疸标本TC浓度的平均偏倚为  $-25.78\%$ ，经公式校正后，平均偏倚为1.70%；偏倚在  $\pm 10\%$  以内的可接受标本的数量由校正前的23.33%增加至校正后的92.67%，见图3。其中初始  $TC < 3 \text{ mmol/L}$  的标本，可接受标本的数量由校正前的3.03%增加至校正后的74.24%，初始  $TC \geq 3 \text{ mmol/L}$  的标本，可接受标本的数量由校正前的29.06%增至97.86%。

表1 TC检测结果受不同浓度胆红素干扰产生的平均偏倚  $[(\bar{x} \pm s)\%]$

组别	总平均偏倚	平均偏倚		t值	P值
		初始 $TC \geq 3 \text{ mmol/L}$	初始 $TC < 3 \text{ mmol/L}$		
1	$-6.65 \pm 4.89$	$-4.66 \pm 2.92$	$-14.05 \pm 3.34$	9.192	$< 0.001$
2	$-14.21 \pm 8.89$	$-10.35 \pm 4.51$	$-28.61 \pm 5.67$	11.280	$< 0.001$
3	$-29.00 \pm 13.43$	$-15.32 \pm 6.89$	$-43.54 \pm 6.31$	12.265	$< 0.001$
4	$-31.07 \pm 14.62$	$-24.77 \pm 8.57$	$-54.57 \pm 5.14$	10.966	$< 0.001$
5	$-38.21 \pm 13.95$	$-32.33 \pm 8.76$	$-60.09 \pm 4.24$	14.836	$< 0.001$
6	$-43.51 \pm 12.69$	$-38.66 \pm 9.48$	$-61.56 \pm 2.73$	13.518	$< 0.001$

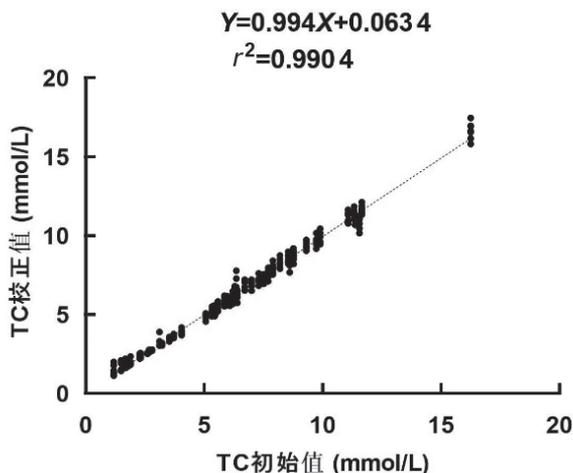


图2 经公式校正后TC浓度与无黄疸标本中初始TC浓度的回归

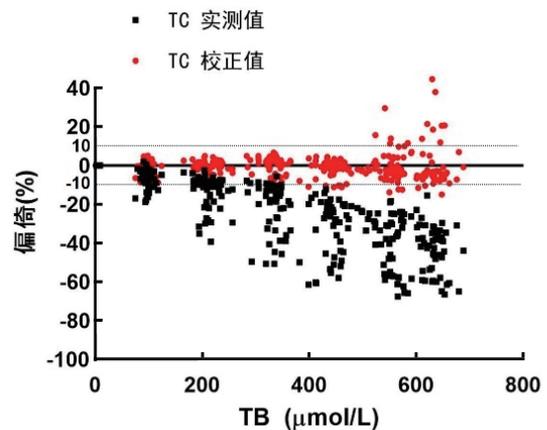


图3 TC检测结果校正前后的变化

### 3 讨论

临床工作中常出现TC检测结果小于高密度脂蛋白胆固醇（high density liprotein cholesterol，

HDL-C)与低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)之和的情况,在排除试剂及吸样等问题后,观察到此现象常伴随着胆红素水平的异常增高。高浓度胆红素对胆固醇存在负干扰早有报道,但以往报道中研究结果并不一致。NICOLAY等<sup>[2]</sup>研究发现黄疸对TC和HDL-C有负干扰;另有研究发现黄疸对HDL-C检测无干扰<sup>[4-5]</sup>,对TC和LDL-C检测则有负干扰<sup>[4]</sup>;也有研究指出黄疸对HDL-C有负干扰,对TC未发现明显干扰<sup>[6]</sup>。这些不同的发现可能与各研究中TC, HDL-C和LDL-C的检测试剂、检测方法以及仪器型号的不同有关。本实验室采用贝克曼库尔特AU5800生化分析仪及配套试剂进行胆固醇的检测,依据试剂说明书:胆红素浓度137 μmol/L以内对TC干扰小于10%,而684 μmol/L以内的胆红素对HDL-C和LDL-C产生的干扰小于3%。本研究前期利用小样本预实验验证了加入600 μmol/L以内胆红素溶液对HDL-C和LDL-C检测无明显干扰,但对TC存在明显负干扰,与试剂说明书一致。故推测临床工作中出现的TC小于HDL-C与LDL-C之和的现象主要源于高浓度胆红素对TC造成的负干扰。

本研究通过人工制备黄疸标本,观察了在贝克曼库尔特AU5800生化分析系统中酶法检测TC受黄疸干扰的程度。研究发现,随着标本TB浓度增加,TC浓度的负偏倚增大;当干扰物胆红素浓度相同时,初始TC浓度低于3mmol/L的标本受干扰后产生的偏倚远高于初始TC浓度高于3mmol/L的标本。由此可见,高浓度胆红素对TC的干扰程度不仅与标本的胆红素浓度相关,也与其初始TC浓度有关。同时,研究中也观察到当标本的TC浓度较低(<3mmol/L)时,100 μmol/L左右的胆红素对TC的干扰值大于10%,这与其试剂说明书中关于黄疸干扰的说明并不完全一致,因此评价黄疸的干扰时还需考虑标本的TC浓度。

黄疸是临床生化检验中最常见的干扰因素之一,其干扰机理主要有两种<sup>[7-8]</sup>:①吸光度干扰:胆红素在水溶液中不稳定,易氧化为胆绿素和胆褐素,胆红素其本身的吸光度及转化过程中吸光度的变化会干扰生化项目检测的准确度;②化学反应干扰:胆红素本身是一种还原剂,可以中和试剂中具有氧化性的成分或中间反应产物,在Trinder反应中,可中和中间产物H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,使产物减少而导致结果偏低;本实验室中TC, HDL-C和LDL-C等项目最后显色反应均为Trinder反应,但TC检测采用单试剂,而HDL-C和LDL-C检测均采用双试剂,因此抗胆红素干扰的能力强于TC检测。目前对于消除黄疸干

扰的研究主要集中于两种方式:一是添加化学试剂氧化胆红素,常用的氧化剂有胆红素氧化酶<sup>[9]</sup>以及亚铁氰化物<sup>[10]</sup>等,但仅可校正部分干扰,且这些化学物对其它生化项目的影 响并不明确,因此临床应用的可行性较差;二是数学校正公式,该方法简便易行且无成本,易应用于临床。

本研究明确了贝克曼检测系统中TB对常规酶法检测TC结果的负干扰作用,进一步建立了一个有效的校正公式,经公式校正后92.67%的黄疸标本TC浓度偏倚小于±10%,尤其对于初始TC浓度大于3mmol/L的标本,经公式校正后97.86%的标本偏倚小于±10%,而TC浓度小于3mmol/L的标本,经公式校正后偏倚小于±10%的标本比例略低,为74.24%,这可能与研究中低浓度的TC标本量较少有关。

因此,当实验室采用单试剂酶法检测TC时,检验人员需关注患者的胆红素水平,对黄疸标本的TC结果受到负干扰,以至低于HDL-C与LDL-C之和的现象作出合理解释,协助临床医生的诊疗。另外,可进一步扩大样本量对校正公式进行校正和验证,以期能应用于临床,提高黄疸患者TC检测的准确度,为黄疸患者并发血脂异常相关疾病的诊治提供更可靠的依据。

#### 参考文献:

- [1] 魏巍,张旭,李婉娇,等. 临床甲亢和亚临床甲亢患者血清Nrg4,TSK水平与血脂、甲状腺激素和基础代谢率的相关性分析[J]. 现代检验医学杂志,2022,37(1):38-42,47.  
WEI Wei, ZHANG Xu, LI Wanjuan, et al. Correlation analysis of serum Nrg4, TSK levels with blood lipids, thyroid hormones and basal metabolic rate in patients with clinical hyperthyroidism and subclinical hyperthyroidism [J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2022, 37(1): 38-42, 47.
- [2] NICOLAY A, LOREC A M, GOMEZ G, et al. Icteric human samples: Icterus index and method of estimating an interference-free value for 16 biochemical analyses[J]. Journal of Clinical Laboratory Analysis, 2018, 32(2): e22229.
- [3] HUANG Yi, LIU Dan. Application of serum indices of ABBOTT c16000 automated analyzer in biochemistry detection[J]. Practical Journal of Clinical Medicine, 2016, 13(5): 77-80.
- [4] 王忠,郭鸿雁,王颖,等. 胆红素对胆固醇检测的干扰[J]. 国际检验医学杂志,2013,34(22):3052-3054.  
WANG Zhong, GUO Hongyan, WANG Ying, et al. Interference of bilirubin on cholesterol detection [J]. International Journal of Laboratory Medicine, 2013, 34(22): 3052-3054.
- [5] 颜巍,王凌云,钟丽,等. 高胆红素患者血清高密度脂蛋白胆固醇减低原因的探讨[J]. 实验与检验医学,2020,38(5):906-908. (下转第176页)

- LI Zhongzhong, SU Xudong, LIU Lin, et al. Research progress of restenosis after carotid stenting [J]. Chinese Journal of Cerebrovascular Diseases, 2021, 18(10):733-737, F3.
- [12] XUE Hang, LIU Jianpeng, SHI Lin, et al. Overexpressed microRNA-539-5p inhibits inflammatory response of neurons to impede the progression of cerebral ischemic injury by histone deacetylase 1[J]. American Journal of Physiology-Cell Physiology, 2020, 319(2): C381-C391.
- [13] YAN Jun, XU Weilin, LENAHAN C, et al. CCR5 activation promotes NLRP1-dependent neuronal pyroptosis via CCR5/PKA/CREB pathway after intracerebral hemorrhage[J]. Stroke, 2021, 52(12): 4021-4032.
- [14] CHUANG Lipang, CHEN N H, LIN S W, et al. Monocytic C-C chemokine receptor 5 expression increases in in vitro intermittent hypoxia condition and in severe obstructive sleep apnea patients[J]. Sleep & Breathing, 2019, 23(4): 1177-1186.
- [15] ZHANG Zhongwen, WANG Qiannan, YAO Jinming, et al. Chemokine receptor 5, a Double-Edged sword in metabolic syndrome and cardiovascular disease[J]. Frontiers in Pharmacology, 2020, 11(1): 146.
- [16] 陈增光, 纪元, 陈新, 等. 外周血 CD4<sup>+</sup>T 细胞亚群中趋化性细胞因子受体 5 的表达水平与颈动脉狭窄的相关性研究 [J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(24): 24-26, 30.  
CHEN Zengguang, JI Yuan, CHEN Xin, et al. Correlation between expression levels of chemokine cytokine receptor 5 in CD4<sup>+</sup> T cell subsets in peripheral blood and carotid stenosis [J]. Journal of Clinical Medicine in Practice, 2019, 23(24):24-26, 30.
- [17] 何宏媛, 楚世峰, 陈乃宏. CCR5 在神经系统疾病中作用的研究进展 [J]. 中国药理学通报, 2021, 37(6): 760-764.  
HE Hongyuan, CHU Shifeng, CHEN Naihong, et al. Research progress of CCR5 in nervous system diseases [J]. Chinese Pharmacological Bulletin, 2021, 37(6):760-764.
- [18] 李亚, 熊洁. 实验性牙周炎大鼠牙周组织中趋化因子受体 CCR5, CXCL12, RANTES 表达及意义 [J]. 临床口腔医学杂志, 2022, 38(4): 207-211.  
LI Ya, XIONG Jie. The expression of chemokines CCR5, CXCL12 and RANTES in the periodontal tissues of experimental periodontitis rats and its significance [J]. Journal of Clinical Stomatology, 2022, 38(4):207-211.
- [19] LALOS A, TÜLEK A, TOSTI N, et al. Prognostic significance of CD8<sup>+</sup> T-cells density in stage III colorectal cancer depends on SDF-1 expression[J]. Scientific Reports, 2021, 11(1): 775.
- [20] KONTOS C, EL BOUNKARI O, KRAMMER C, et al. Designed CXCR4 mimic acts as a soluble chemokine receptor that blocks atherogenic inflammation by agonist-specific targeting[J]. Nature Communications, 2020, 11(1): 5981.
- [21] 高靖, 王秀艳, 杨红梅, 等. 急性缺血性脑卒中患者血清 SDF-1, UCH-L1 水平变化及其与病情程度 and 预后的关系 [J]. 山东医药, 2021, 61(25):46-48.  
GAO Jing, WANG Xiuyan, YANG Hongmei, et al. Changes of serum SDF-1 and UCH-L1 levels in patients with acute ischemic stroke and their relationship with disease severity and prognosis[J]. Shandong Medical Journal, 2021, 61(25):46-48.
- [22] 欧鲤娴, 孙清己, 侯俊霞, 等. 脑梗死患者血清 sdLDL, GSH-Px, Hcy 及 SDF-1 水平与血管狭窄的相关性研究 [J]. 现代检验医学杂志, 2021, 36(6):83-86, 110.  
OU Lixian, SUN Qingji, HOU Junxia, et al. Study on the correlation between serum sdLDL, GSH-Px, Hcy and SDF-1 levels and vascular stenosis in patients with cerebral infarction [J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2021, 36(6):83-86, 110.

收稿日期: 2022-04-12

修回日期: 2022-05-13

## (上接第 161 页)

- YAN Wei, WANG Lingyun, ZHONG Li, et al. Study on the reduction of serum high density lipoprotein cholesterol in patients with hyperbilirubinemia [J]. Experimental and Laboratory Medicine, 2020, 38(5): 906-908.
- [6] JI J Z, MENG Q H. Evaluation of the interference of hemoglobin, bilirubin, and lipids on Roche Cobas 6000 assays[J]. Clinica Chimica Acta, 2011, 412(17/18): 1550-1553.
- [7] 孙丹丹, 秦绪珍, 童飞, 等. 血清样本溶血、黄疸和脂血对 3 种检测系统 9 项生化指标检测结果的干扰评估 [J]. 中国医学装备, 2021, 18(11):46-51.  
SUN Dandan, QIN Xuzhen, TONG Fei, et al. Interference assessment of hemolysis, icterus and lipemia of serum specimen on nine biochemical parameters of three analytical systems [J]. China Medical Equipment, 2021, 18(11): 46-51.
- [8] 陈明坤, 李闻捷, 张建荣. 溶血、脂血、黄疸样本对生化项目检测的干扰机制及消除 [J]. 国际检验医学杂志, 2014, 35(16):2272, 2275.  
CHEN Mingkun, LI Wenjie, ZHANG Jianrong. Interference mechanism and elimination of hemolysis, lipemia and icterus on biochemical analysis[J]. International Journal of Laboratory Medicine, 2014, 35(16): 2272, 2275.
- [9] 汪玄文. 胆红素氧化酶法消除胆红素对酶法测定胆固醇的干扰 [J]. 医学检验与临床, 2008, 19(3): 126, 128.  
WANG Xuanwen. Elimination of the interference of bilirubin on enzymatic determination of cholesterol by bilirubin oxidase method [J]. Medical Laboratory Science and Clinics, 2008, 19(3): 126, 128.
- [10] VERMEER H J, STEEN G, NAUS A J, et al. Correction of patient results for Beckman Coulter LX-20 assays affected by interference due to hemoglobin, bilirubin or lipids: a practical approach[J]. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, 2007, 45(1): 114-119.

收稿日期: 2022-03-31

修回日期: 2022-06-23