

# 血液小而密低密度脂蛋白胆固醇、抗凝血酶Ⅲ水平及血小板参数检测在2型糖尿病肾病中的应用价值研究

张曙晴<sup>a</sup>, 张骆军<sup>a</sup>, 李洪彬<sup>b</sup>, 蒋林燕<sup>a</sup>

(南通市第二人民医院 a. 检验科; b. 内分泌科, 江苏南通 226002)

**摘要:** **目的** 检测血液小而密低密度脂蛋白胆固醇(sdLDL-C)、抗凝血酶Ⅲ(AT-Ⅲ)以及血小板参数,探讨其在2型糖尿病肾病(DN)中的临床应用价值。**方法** 收集南通市第二人民医院内分泌科2018年8月~2020年1月期间2型糖尿病(T2DM)患者305例,根据24h尿微量清蛋白排泄率(UAE)分为无蛋白尿组(163例)( $\text{UAE} < 30\text{mg}/24\text{h}$ )、微量清蛋白尿组(113例)( $30\text{mg}/24\text{h} \leq \text{UAE} < 300\text{mg}/24\text{h}$ )和大量清蛋白尿组(29例)( $\text{UAE} \geq 300\text{mg}/24\text{h}$ ),另选取同期健康体检者80例作为对照组,比较血糖(GLU)、三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C),sdLDL-C,AT-Ⅲ,血小板(PLT),平均血小板体积(MPV)和血小板分布宽度(PDW)的变化。**结果** T2DM病例组sdLDL-C,MPV和PDW均显著高于对照组( $t=27.312, 16.233$ 和 $6.566$ ,均 $P < 0.05$ ),AT-Ⅲ活性低于对照组( $t=10.347, P < 0.01$ ),差异均有统计学意义。无蛋白尿组、微量清蛋白尿组及大量清蛋白尿组sdLDL-C浓度依次升高,AT-Ⅲ活性依次下降( $F=28.984, 21.483, P < 0.01$ );微量清蛋白尿组MPV和PDW显著高于无蛋白尿组( $t=7.009, 6.352, P < 0.01$ );大量清蛋白尿组MPV低于微量清蛋白尿组( $t=2.300, P < 0.05$ ),差异均有统计学意义。Pearson相关分析显示sdLDL-C与UAE呈正相关(相关系数 $r=0.624, P < 0.01$ ),AT-Ⅲ活性与UAE呈负相关( $r=-0.468, P < 0.01$ )。logistic回归分析显示高sdLDL-C,高MPV,高PDW和低AT-Ⅲ活性是DN发生的危险因素( $P < 0.05$ )。ROC曲线分析显示sdLDL-C,AT-Ⅲ,MPV和PDW联合检测诊断DN曲线下面积(AUC)、敏感度和特异度分别为0.785,81.3%和86.5%。**结论** sdLDL-C,AT-Ⅲ,MPV及PDW联合检测为2型糖尿病肾病早期诊断、病情监测以及预后判断提供新的依据。

**关键词:** 小而密低密度脂蛋白胆固醇;抗凝血酶Ⅲ;血小板参数;糖尿病肾病

中图分类号: R587.2; R446.112 文献标识码: A 文章编号: 1671-7414(2021)02-070-06

doi:10.3969/j.issn.1671-7414.2021.02.017

## Study on the Application Value of Detecting Small Dense Low-density Lipoprotein Cholesterol, Antithrombin-Ⅲ Levels and Platelet Parameter in the Patients with Type-2 Diabetic Nephropathy

ZHANG Shu-qing<sup>a</sup>, ZHANG Luo-jun<sup>a</sup>, LI Hong-bin<sup>b</sup>, JIANG Lin-yan<sup>a</sup>

(a. Department of Clinical Laboratory; b. Department of Endocrinology, the Second People's Hospital of Nantong, Jiangsu Nantong 226002, China)

**Abstract: Objective** To explore the clinical value of detecting the small dense low-density lipoprotein cholesterol(sdLDL-C), antithrombin-Ⅲ(AT-Ⅲ) and platelet parameter in renal injury patients with type 2 diabetic nephropathy(DN). **Methods** From August 2018 to January 2020, 305 patients with type 2 diabetes(T2DM) were collected in the Department of Endocrinology, the Second People's Hospital of Nantong. According to the 24h urinary micro-albuminuria excretion rate(UAE), the patients were divided into three groups: no albuminuria group(163 cases)( $\text{UAE} < 30\text{mg}/24\text{h}$ ), micro-albuminuria group(113 cases)( $30\text{mg}/24\text{h} \leq \text{UAE} < 300\text{mg}/24\text{h}$ ) and large albuminuria group(29 cases)( $\text{UAE} \geq 300\text{mg}/24\text{h}$ ). In the control group, 80 healthy people were selected during the same period. Compared the changes of blood glucose(GLU), triglyceride(TG), total cholesterol(TC), high-density lipoprotein cholesterol(HDL-C), low-density lipoprotein cholesterol(LDL-C), sdLDL-C, AT-Ⅲ, platelet(PLT), mean platelet volume(MPV) and platelet distribution width(PDW). **Results** The levels of sdLDL-C, MPV and PDW in the case groups were significantly higher than those in the control group( $t=27.312, 16.233$  and  $6.566$ , all  $P < 0.05$ ), the activity of AT-Ⅲ was significantly lower than that in the control group( $t=10.347, P < 0.01$ ), the difference had statistical significance. The level of sdLDL-C in no albuminuria group, micro-albuminuria group and large albuminuria group increased

作者简介: 张曙晴(1977-),女,本科,副主任技师,主要从事临床生物化学检验, E-mail: zhangshuqing9216@sina.com。

通讯作者: 张骆军,男,副主任技师, E-mail: 307968986@qq.com。

successively. The activity of AT-Ⅲ decreased successively ( $F=28.984, 21.483$ , all  $P < 0.01$ ). The levels of MPV and PDW in the micro-albuminuria group were significantly higher than those in the no albuminuria group ( $t=7.009, 6.352$ , all  $P < 0.01$ ). The level of MPV in the large albuminuria group was significantly lower than that in the micro-albuminuria group ( $t=2.300, P < 0.05$ ), the difference had statistical significance. Pearson correlation analysis showed that the level of sdLDL-C was positively correlated with the level of UAE ( $r=0.624, P < 0.01$ ), and the activity of AT-Ⅲ was negatively correlated with the level of UAE ( $r=-0.468, P < 0.01$ ). Logistic regression analysis showed that higher levels of sdLDL-C, MPV, PDW and lower activity of AT-Ⅲ were risk factor for DN ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that the combined results of sdLDL-C, AT-Ⅲ, MPV and PDW were higher diagnostic value of DN. The area under of ROC curve (AUC), the sensitivity and the specificity were 0.785, 81.3% and 86.5%, respectively. **Conclusion** Combined detection of sdLDL-C, AT-Ⅲ, MPV and PDW provides a new basis for early diagnosis, illness monitoring and prognostic judgement of type 2 diabetic nephropathy.

**Keywords:** small dense low-density lipoprotein cholesterol; antithrombin-Ⅲ; platelet parameter; diabetic nephropathy

糖尿病是一组以慢性高血糖为特征的代谢紊乱综合征,其并发症可累及心、肾、视网膜等重要器官,其中约20%~40%的糖尿病患者最终发展为糖尿病肾病(DN)<sup>[1]</sup>,而脂类代谢紊乱则是该病变发生的重要原因之一。血液中低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)增高已被证实是动脉粥样硬化疾病的危险因素,小而密低密度脂蛋白胆固醇(sdLDL-C)作为LDL-C中的重要一员,其致动脉粥样硬化作用更强<sup>[2]</sup>,有研究表明sdLDL-C的水平与血管的狭窄程度密切相关<sup>[3]</sup>。抗凝血酶Ⅲ是机体发挥抗凝作用的主力军<sup>[4]</sup>,血小板参数平均血小板体积(MPV)和血小板分布宽度(PDW)分别反映血小板(PLT)的活化状态及大小离散程度<sup>[5]</sup>,其升高血液高凝易形成血栓,故机体内凝血与抗凝系统维持着动态平衡,但其失衡与血管损伤相辅相成。DN的病变特征为微血管损伤引发肾小球硬化,所以本研究从肾损伤的发生机制出发,通过对sdLDL-C,抗凝血酶Ⅲ(AT-Ⅲ)及血小板参数的检测,来探讨其在DN发生发展中的临床应用价值。

## 1 材料与方法

**1.1 研究对象** 选取2018年8月~2020年1月南通市第二人民医院内分泌科住院治疗的2型糖尿病患者305例,均符合1999年WHO糖尿病诊断标准。根据24h尿清蛋白排泄率(UAE)分为无蛋白尿组163例( $UAE < 30\text{mg}/24\text{h}$ ),平均年龄 $61.12 \pm 14.33$ 岁,其中男性85例,女性78例;微量清蛋白尿组113例( $30\text{mg}/24\text{h} \leq UAE < 300\text{mg}/24\text{h}$ ),平均年龄 $60.26 \pm 13.09$ 岁,其中男性60例,女性53例;大量清蛋白尿组29例( $UAE \geq 300\text{mg}/24\text{h}$ ),平均年龄 $66.10 \pm 11.05$ 岁,其中男性16例,女性13例。另选取同期健康体检者为对照组80例,平均年龄 $58.33 \pm 12.16$ 岁,其中男性43例,女性37例。所有受试者均排除1型糖尿病、妊娠、严重肝肾功能不全、创伤、肿瘤、严重感染、免疫性疾病、血栓性疾病、出血以及近期服用抗凝、抗血小板药物等。

**1.2 仪器和试剂** 使用Sysmex XE2100型全自动血细胞分析仪检测PLT, MPV和PDW,试剂为Sysmex原装配套试剂; Sysmex CA7000型全自动血凝分析仪检测AT-Ⅲ,试剂为西门子原装试剂;日立7600全自动生化分析仪检测尿微量清蛋白(UmALB)、空腹血糖(GLU)、三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)及小而密低密度脂蛋白胆固醇(sdLDL-C)。UmALB试剂为宁波瑞源; GLU试剂为宁波美康; TG, HDL-C, LDL-C试剂为北京莱帮; TC试剂为上海聚创; sdLDL-C试剂为重庆中元。

**1.3 方法** 所有受试者均于晨起空腹采集静脉血。使用含EDTA- $K_2$  3.6mg的真空采血管采集静脉血2ml,用于PLT, MPV和PDW的检测,标本于1h内完成检测;使用含0.109mol/L枸橼酸钠溶液0.3ml的真空采血管采集静脉血2.7ml, 3 000r/min离心10min,用于AT-Ⅲ的检测,标本于2h内完成检测;使用真空促凝管采集静脉血3ml, 3 000r/min离心5min,用于GLU, TG, TC, HDL-C, LDL-C和sdLDL-C检测;收集患者24h尿液用于检测UmALB,生化标本均于4h内完成检测。所有检测包括测定条件、质控品、校准品等均严格按照标准化要求进行操作。

**1.4 统计学分析** 运用SPSS16.0软件处理数据,计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,偏态分布经对数转换呈正态分布后再统计分析。各组均数的比对采用 $t$ 检验;两变量相关性分析采用Pearson相关性分析;使用多因素二元Logistic回归分析DN发生的危险因素;使用ROC曲线评价各项指标单独及联合检测的诊断价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 T2DM病例组与对照组各检测指标比较** 见表1。T2DM病例组GLU, TG, TC, LDL-C, sdLDL-C, MPV和PDW均显著高于对照组

( $t=2.565 \sim 32.282$ , 均  $P < 0.05$ ), AT-Ⅲ活性显著低于对照组( $t=10.347, P < 0.01$ ), 差异均有统计学意义, 而 HDL-C, PLT 组间差异无统计学意义( $t=0.394, 0.968$ , 均  $P > 0.05$ )。

表 1 两组检验结果比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

项 目	对照组 ( $n=80$ )	病例组 ( $n=305$ )	$t$ 值	$P$ 值
GLU(mmol/L)	$4.83 \pm 0.64$	$11.65 \pm 8.49$	32.282	0.000
TG(mmol/L)	$1.22 \pm 0.39$	$2.23 \pm 1.78$	18.961	0.006
TC(mmol/L)	$4.59 \pm 0.93$	$5.03 \pm 1.13$	2.565	0.014
HDL-C(mmol/L)	$1.30 \pm 0.33$	$1.30 \pm 0.29$	0.394	0.696
LDL-C(mmol/L)	$2.38 \pm 0.77$	$3.46 \pm 0.93$	15.268	0.000
sdLDL-C(mmol/L)	$0.91 \pm 0.29$	$1.29 \pm 0.34$	27.312	0.000
AT-Ⅲ (%)	$105.11 \pm 14.32$	$97.46 \pm 12.76$	10.347	0.000
PLT( $\times 10^{12}/L$ )	$201.49 \pm 53.92$	$205.08 \pm 60.94$	0.968	0.425
MPV(fl)	$10.34 \pm 1.35$	$12.62 \pm 1.47$	16.233	0.001
PDW(%)	$12.36 \pm 2.47$	$13.64 \pm 2.47$	6.566	0.032

2.2 T2DM 患者各检测指标组间比较 见表 2。T2DM 患者无蛋白尿组、微量清蛋白尿组及大量清蛋白尿组的 GLU, HDL-C, PLT 组间差异无统计学意义( $F=0.837, 1.056, 1.349$ , 均  $P > 0.05$ ); sdLDL-C 浓度组间依次上升, AT-Ⅲ活性组间依次下降( $F=28.984, 21.483$ , 均  $P < 0.01$ ); 微量清蛋白尿组 TG 高于无蛋白尿组( $t=2.327, P < 0.05$ );

大量清蛋白尿组 TC 和 LDL-C 显著高于无蛋白尿组、微量清蛋白尿组( $t=2.127 \sim 7.877$ , 均  $P < 0.05$ ); 微量清蛋白尿组 MPV, PDW 高于无蛋白尿组( $t=7.009, 6.352$ , 均  $P < 0.01$ ); 大量清蛋白尿组 MPV 低于微量清蛋白尿组( $t=2.300, P < 0.05$ ), 差异均有统计学意义。

表 2 T2DM 患者各组间检验结果比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

项目	无蛋白尿组 ( $n=163$ )	微量清蛋白尿组 ( $n=113$ )	大量清蛋白尿组 ( $n=29$ )	$F$ 值	$P$ 值
GLU(mmol/L)	$11.65 \pm 8.49$	$11.16 \pm 4.57$	$11.51 \pm 3.78$	0.837	0.487
TG(mmol/L)	$2.02 \pm 1.36$	$2.51 \pm 2.29$	$2.33 \pm 1.42$	3.466	0.047
TC(mmol/L)	$4.93 \pm 1.01$	$4.97 \pm 1.14$	$5.80 \pm 1.39$	7.945	0.000
HDL-C(mmol/L)	$1.29 \pm 0.29$	$1.27 \pm 0.30$	$1.29 \pm 0.34$	1.056	0.349
LDL-C(mmol/L)	$3.41 \pm 0.90$	$3.36 \pm 0.88$	$4.09 \pm 1.11$	7.713	0.001
sdLDL-C(mmol/L)	$1.18 \pm 0.33$	$1.37 \pm 0.26$	$1.61 \pm 0.37$	28.984	0.000
AT-Ⅲ (%)	$101.21 \pm 12.73$	$94.75 \pm 10.53$	$87.34 \pm 12.90$	21.483	0.000
PLT( $\times 10^{12}/L$ )	$199.18 \pm 56.69$	$210.43 \pm 67.61$	$190.62 \pm 52.12$	1.349	0.120
MPV(fl)	$12.22 \pm 1.41$	$13.21 \pm 1.41$	$12.75 \pm 1.47$	15.471	0.000
PDW(%)	$13.02 \pm 2.35$	$14.36 \pm 2.38$	$14.43 \pm 2.73$	11.555	0.000

2.3 sdLDL-C, AT-Ⅲ, MPV, PDW 与 DN 的相关性分析 将 T2DM 患者 sdLDL-C, AT-Ⅲ, MPV, PDW 与 UAE 作 Pearson 相关性分析, 结果显示: sdLDL-C 与 UAE 呈正相关( $r=0.624, P < 0.01$ ), AT-Ⅲ与 UAE 呈负相关( $r=-0.468, P < 0.01$ ), 差异均有统计学意义。MPV, PDW 与 UAE 均无相关性( $P > 0.05$ )。

2.4 DN 发生的危险因素研究 见表 3。以 T2DM 患者年龄、性别、TG, TC, HDL-C, LDL-C, sdLDL-C, AT-Ⅲ, PLT, MPV 及 PDW 作为自变量, 以 T2DM 患者的 UAE 作为因变量, 作多因素二元 logistic 回归分析, 结果显示高 sdLDL-C, 低 AT-Ⅲ, 高 MPV 和高 PDW 是 2 型糖尿病肾病发生的危险因素( $P < 0.05$ )。

表3 2型糖尿病肾病与各指标多因素二元回归分析

变量	B	Wald	P值	OR值	95%CI
sdLDL-C	0.025	49.879	0.000	1.025	1.018 ~ 1.032
AT-Ⅲ	-0.066	16.286	0.000	0.936	0.906 ~ 0.967
MPV	0.437	8.134	0.004	1.548	1.146 ~ 2.089
PDW	0.212	4.972	0.026	1.236	1.026 ~ 1.488

2.5 sdLDL-C, AT-Ⅲ, MPV 和 PDW 单项检测及四项联合检测敏感度、特异度比较 见表4。结果显示 dLDL-C, AT-Ⅲ, MPV 和 PDW 四项联合检

测诊断 DN 的 AUC 为 0.785, 敏感度为 81.3%, 特异度为 86.5%, 高于各指标单独检测结果。

表4 各检测指标诊断 DN 的 ROC 曲线分析

项目	AUC	P值	95%CI	Sensitivity(%)	Specificity(%)	Youden
sdLDL-C	0.714	0.000	0.656 ~ 0.772	68.3	77.9	0.445
AT-Ⅲ	0.638	0.000	0.573 ~ 0.703	66.9	51.5	0.227
MPV	0.672	0.000	0.612 ~ 0.732	74.7	54.6	0.269
PDW	0.663	0.000	0.603 ~ 0.724	72.5	58.3	0.289
四项联合	0.785	0.000	0.734 ~ 0.824	81.3	86.5	0.483

### 3 讨论

糖尿病致残致死的主要原因是慢性血管并发症, 其发生的重要机制是血管动脉粥样硬化<sup>[6]</sup>。有研究表明新诊断的 T2DM 患者血脂异常比例已高达 71.3%<sup>[7]</sup>, 考虑 T2DM 患者胰岛素水平降低和(或)抵抗, 导致对胰岛素敏感的脂蛋白酶活性受到抑制, TG 升高, 推动 LDL 颗粒形成, TC 升高<sup>[8]</sup>。故 T2DM 患者脂谱表现为 TG, TC, LDL 升高, 随着病情加重, TC, LDL 升高更明显, 与本研究结果一致。同时, 本研究显示 T2DM 患者 sdLDL 优势表达, 且随着 DN 病情的加重而逐渐升高, 故 sdLDL-C 可作为评价 T2DM 脂类代谢紊乱的重要指标<sup>[9-10]</sup>。sdLDL 是一类颗粒小密度大的 LDL, 所带负电荷少, 易进入血管内皮细胞, 同时与 LDL 受体亲和力低, 导致其体内停留时间长, 氧化修饰后被巨噬细胞摄取形成泡沫细胞, 推动胆固醇在血管壁的沉积<sup>[11-12]</sup>, 故 sdLDL 具有更强的致血管粥样硬化作用<sup>[13]</sup>。有研究表明糖尿病患者体内 55.8% 的 LDL 颗粒为 sdLDL, 而健康人群仅 3.3%, 故糖尿病患者血管病变的风险大大增加<sup>[7]</sup>。本研究显示高 sdLDL-C 是 DN 发生发展的危险因素, ROC 曲线分析 sdLDL-C 浓度达 1.35mmol/L 时, 可作为 DN 的诊断标准。故 sdLDL-C 可作为 DN 临床早期诊断及预后判断的良好指标。

AT-Ⅲ是由肝脏和血管内皮细胞合成的抗凝因子, 血液中 AT-Ⅲ活性下降, 血液凝固性增强, 易形成血栓<sup>[14]</sup>, 且血栓形成过程中活化的凝血因子对肾小球内皮细胞和系膜细胞均有炎症刺激<sup>[15]</sup>, 导致肾小球缺血硬化, DN 发生发展。本研究显示

T2DM 患者 AT-Ⅲ活性下降且与 UAE 呈显著负相关, 分析原因可能是糖尿病患者一方面 AT-Ⅲ糖基化修饰, 活性降低<sup>[16]</sup>, 另一方面高糖高脂损伤血管内皮细胞, 导致 AT-Ⅲ合成减少。同时血管内皮细胞受损激活凝血, 消耗 AT-Ⅲ, 致其活性进一步下降<sup>[17]</sup>。虽然 AT-Ⅲ低活性是 DN 发生的危险因素, 但 ROC 曲线分析显示单独以 AT-Ⅲ活性来诊断 DN, 敏感度仅 66.9%, 特异度 51.5%, 均欠佳, 所以 AT-Ⅲ活性的动态检测对于判断 DN 的病情严重程度及转归具有重要的指导意义。

血小板参与止血和血栓的形成, 在动脉粥样硬化、炎症反应等过程中发挥重要作用。T2DM 患者高水平 LDL 刺激 PLT 活化<sup>[18]</sup>, 同时高血糖糖化血小板膜, 使 PLT 活性及黏附性增强, 易形成微小血栓。微血栓反复形成, 消耗 PLT, 进一步刺激巨核细胞产生大量的新生 PLT, 此类 PLT 含大量活性物质, 体积大, 致动脉粥样硬化及血栓可能性更高<sup>[19-20]</sup>。此时 MPV 增加, 血液中血小板体积大小不一, PDW 相应增加, 故 MPV 可用于监测 T2DM 患者血管并发症的发生发展<sup>[21]</sup>。另有研究表明, PLT 活化增加在血糖异常早期就已经存在<sup>[22-23]</sup>。本文研究显示对照组、无蛋白尿组、微量蛋白尿组的 MPV, PDW 呈上升趋势, 而大量蛋白尿组 MPV 呈下降表现。分析可能该组患者肾功能严重损伤, 肾脏对毒素的清除能力下降, 毒素的堆积抑制巨核细胞 DNA 合成, 使新生 PLT 减少。回归分析提示高 MPV 和高 PDW 是 DN 发生的危险因素, ROC 曲线分析显示 MPV 在 12.15fl, PDW 在 12.85% 时对 DN 有诊断价值, 但特异度仅为 54.6% 和 58.3%,



所以单独以血小板参数作为DN的诊断指标不可取。但其与sdLDL-C及AT-Ⅲ联合检测,敏感度和特异度均较优。故四者联合检测可为DN的早发现、早诊断、早治疗提供新的依据,同时连续动态监测血小板参数可作为DN预后转归的参考指标。

综上所述,T2DM患者无论是低AT-Ⅲ,高MPV,高PDW致高凝易栓状态,还是sdLDL高表达致动脉粥样硬化趋势,均加重血管内皮损伤,致使微血管通透性增加,尿蛋白滤过排出增多,DN加重。故sdLDL-C,AT-Ⅲ,MPV及PDW联合检测可有效监测DN的发生、发展及转归,为DN的早期诊断、病情监测以及预后判断提供新的依据。

#### 参考文献:

- [1] BAN Bo, BAI Bo, ZHANG Manman, et al. Low serum cartonecetin/CTRP3 concentrations in newly diagnosed type 2 diabetes mellitus: in vivo regulation of cartonecetin by glucose[J]. PLoS One, 2014, 9(11): e112931.
- [2] 杨庭显, 康海岩. 血清RBP4与sdLDL联合检测与2型糖尿病患者并发动脉粥样硬化的相关性分析[J]. 中国实验诊断学, 2016, 20(9): 1457-1459.  
YANG Tingxian, KANG Haiyan. The relationship between the level of serum RBP4 and sdLDL in type 2 diabetes patients with atherosclerosis[J]. Chinese Journal of Laboratory Diagnosis, 2016, 20(9): 1457-1459.
- [3] 韩晶晶, 杨帆, 周旭强, 等. 急性缺血性脑卒中患者血清小而密低密度脂蛋白胆固醇水平与心脑血管狭窄程度的相关性研究[J]. 现代检验医学杂志, 2020, 35(3): 42-46.  
HAN Jingjing, YANG Fan, ZHOU Xuqiang, et al. Study on the correlation between low density lipoprotein (LDL) cholesterol level and the severity of cardiovascular and cerebrovascular stenosis in patients with acute ischemic stroke[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2020, 35(3): 42-46.
- [4] 刘倩, 符潮, 唐青海, 等. 人抗凝血酶Ⅲ研究进展[J]. 衡阳师范学院学报, 2018, 39(3): 128-132.  
LIU Qian, FU Chao, TANG Qinghai, et al. Advances on research in human antithrombin Ⅲ [J]. Journal of Hengyang Normal University, 2018, 39(3): 128-132.
- [5] GONCALVES S C, LABINAZ M, LE MAY M, et al. Usefulness of mean platelet volume as a biomarker for long-term outcomes after percutaneous coronary intervention[J]. The American Journal of Cardiology, 2011, 107(2): 204-209.
- [6] SCHULTE D M, PAULSEN K, TUEK K, et al. Small dense LDL cholesterol in human subjects with different chronic inflammatory diseases[J]. Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases, 2018, 28(11): 1100-1105.
- [7] 任利民, 高鑫, 林寰东, 等. 新诊断2型糖尿病血脂谱特点及低密度脂蛋白颗粒直径的影响因素分析[J]. 复旦学报(医学版), 2008, 35(2): 282-285.  
REN Limin, GAO Xin, LIN Huandong, et al. Dyslipidemia feature of newly diagnosed type 2 diabetes and influential factors of low density lipoprotein size[J]. Fudan University Journal of Medical Sciences, 2008, 35(2): 282-285.
- [8] MORIYAMA K, TAKAHASHI E. Non-HDL cholesterol is a more superior predictor of small-dense LDL cholesterol than LDL cholesterol in Japanese subjects with TG levels <400 mg/dl[J]. Journal of Atherosclerosis and Thrombosis, 2016, 23(9): 1126-1137.
- [9] 林杰, 陈力平, 孔维菊, 等. 2型糖尿病患者血清小而密LDL胆固醇水平、脂类代谢紊乱情况以及胰岛素治疗对脂类代谢的影响[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2013, 29(12): 1021-1025.  
LIN Jie, CHEN Liping, KONG Weiju, et al. Serum small and dense low-density lipoprotein-cholesterol and lipoproteins levels in type 2 diabetic patients and the influence of insulin therapy on lipid metabolism[J]. Chinese Journal of Endocrinology and Metabolism, 2013, 29(12): 1021-1025.
- [10] 李红霞, 李伊凡, 李珊珊, 等. 小而密低密度脂蛋白胆固醇血清水平与2型糖尿病相关性研究[J]. 精准医学杂志, 2018, 33(6): 474-477.  
LI Hongxia, LI Yifan, LI Shanshan, et al. Association between serum small dense low-density lipoprotein cholesterol and type 2 diabetes mellitus[J]. Journal of Precision Medicine, 2018, 33(6): 474-477.
- [11] 黄子初. 冠心病患者血清小而密低密度脂蛋白胆固醇与同型半胱氨酸、D-二聚体含量分析[J]. 标记免疫分析与临床, 2017, 24(1): 55-57.  
HUANG Zichu. Analysis between serum small dense low-density lipoprotein cholesterol and homocysteine, D-dimer in patients with coronary heart disease[J]. Labeled Immunoassays and Clinical Medicine, 2017, 24(1): 55-57.
- [12] 龚倩, 胡月明, 王金山. 小而密低密度脂蛋白及常见血脂指标与冠心病的相关性研究[J]. 标记免疫分析与临床, 2017, 24(8): 845-849.  
GONG Qian, HU Yueming, WANG Jinjin. Relationship between small, dense low-density lipoprotein, common serum lipid index and coronary heart disease[J]. Labeled Immunoassays and Clinical Medicine, 2017, 24(8): 845-849.
- [13] 刘肖瑛, 林佩娜, 欧阳伟庆, 等. 2型糖尿病患者血清sdLDL和脂类水平及相关性分析[J]. 现代检验医学杂志, 2020, 35(3): 58-61.  
LIU Xiaoying, LIN Peina, OUYANG Weiqing, et al. Analysis of serum sdLDL and lipid levels and their correlation in patients with type 2 diabetes[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2020, 35(3): 58-61.
- [14] 尹栩芳, 沈霞. 冠心病患者血浆抗凝血酶Ⅲ活性和纤维蛋白原水平的临床价值[J]. 现代检验医学杂志, 2014, 29(3): 141-143.  
YIN Xufan, SHEN Xia. Clinical values of plasma anti-thrombin-Ⅲ activity and fibrinogen level in patients with coronary heart disease[J]. Journal of Modern Laboratory Medicine, 2014, 29(3): 141-143.