

· 论著 ·

非高密度脂蛋白-胆固醇与主要心电图异常的相关性分析

汪丽¹ 鱼馨文² 陈艳艳¹ 徐谦¹ 姬秋和¹

¹空军军医大学第一附属医院内分泌科, 西安 710032; ²空军军医大学第二附属医院内分泌科, 西安 710038

通信作者: 姬秋和, Email: jqiuhu@fmmu.edu.cn

【摘要】 目的 探讨中国成年人群不同非高密度脂蛋白-胆固醇(non-HDL-C)水平与明尼苏达代码指示的主要心电图异常(MA-ECG)之间的关系。**方法** 从2007—2008年中国糖尿病和代谢紊乱研究中,筛选出资料齐全的34 000人,采用 χ^2 检验、单因素方差分析比较不同组别各项指标及MA-ECG占比的差异。采用Logistic回归分析non-HDL-C与MA-ECG及其各编码的相关性,并评估各危险因素与non-HDL-C对MA-ECG发生风险有无交互作用。**结果** 随着non-HDL-C水平的上升,MA-ECG占比也显著升高。校正混杂因素后,non-HDL-C与MA-ECG的发生独立相关;1-和4-、5-代码发生风险与non-HDL-C显著正相关,6-和8-代码发生风险则与non-HDL-C呈负相关;年龄、体重指数、高血压均对non-HDL-C与MA-ECG间的相关性存在交互作用。**结论** Non-HDL-C水平升高是MA-ECG的独立危险因素,提示应早期关注non-HDL-C水平升高的人群,及时做心电图筛查,尽早发现CVD高危风险个体并予以干预。

【关键词】 非高密度脂蛋白-胆固醇;主要心电图异常;明尼苏达编码;心血管疾病

基金项目: 陕西省重点研发计划(2017ZDCXL-SF-02-01)

DOI: 10. 3760/cma. j. cn121383-20230106-01012

Association of non-high-density lipoprotein cholesterol with major abnormal electrocardiogram

Wang Li¹, Yu Xinwen², Chen Yanyan¹, Xu Qian¹, Ji Qiuhe¹. ¹Department of Endocrinology, the First Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi'an 710032, China; ²Department of Endocrinology, the Second Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi'an 710038, China

Corresponding author: Ji Qiuhe, Email: jqiuhu@fmmu.edu.cn

【Abstract】 Objective We aimed to analyze the association between non-high-density lipoprotein cholesterol (non-HDL-C) level and Minnesota code-indicated major electrocardiogram abnormality (MA-ECG) among Chinese adult population. **Methods** From the Chinese Diabetes and Metabolic Disorders study from 2007 to 2008, 34,000 people with complete data were screened, and one-way ANOVA and χ^2 test were performed to make comparisons of the differences of each index and the percentage of MA-ECG among different groups. Logistic regression was used to analyse the correlation of non-HDL-C with MA-ECG and each MA-ECG Minnesota code. And the interaction of each risk factor with non-HDL-C on the risk of MA-ECG was also assessed. **Results** As non-HDL-C levels increased, the percentage of MA-ECG also increased significantly. Logistic regression analysis showed that non-HDL-C was independently associated with MA-ECG after correcting for confounding factors; the risk of 1- and 4- and 5-code occurrence was significantly positively correlated with non-HDL-C, while the risk of 6- and 8-code occurrence was negatively correlated with non-HDL-C; age, body mass index, and hypertension were all interacted with the correlation between non-HDL-C and MA-ECG. **Conclusion** Elevated non-HDL-C levels are an independent risk factor for MA-ECG, suggesting early attention to those with elevated non-HDL-C levels and timely ECG screening to identify and intervene early in individuals at high risk of CVD.

【Keywords】 Non-high-density lipoprotein cholesterol; Major abnormal electrocardiogram; Minnesota code; Cardiovascular disease

Fund program: Shaanxi Province Key Research and Development Program (2017ZDCXL-SF-02-01)

DOI: 10. 3760/cma. j. cn121383-20230106-01012

心血管疾病 (Cardiovascular disease, CVD) 的患病率逐年增加,因此迫切需要早期识别该疾病的高危人群以便及时干预。在众多 CVD 危险因素中,血脂异常等代谢因素是 CVD 主要且可改变的危险因素。非高密度脂蛋白-胆固醇 (non-high-density lipoprotein cholesterol, non-HDL-C) 是指除高密度脂蛋白以外其他脂蛋白中含有胆固醇的总和。研究报道,过去几十年中,non-HDL-C 水平在中国人群中大幅上升^[1]。大量的观察性研究已经明确了 non-HDL-C 水平与 CVD 风险之间的正相关关系^[2-3]。但这些研究多以出现心肌梗死、脑卒中等临床事件为 CVD 的观察指标,而作为识别 CVD 高危人群重要且简便方法的心电图,其与 non-HDL-C 的关系却少有研究。所有心电图均有与之对应的明尼苏达编码 (Minnesota code, MC),从而使心电图结果标准化和规范化,减小了人为主观因素造成的结果判读上的差异^[4]。纵向研究显示,在 MC 的分类中,主要心电图异常 (major abnormal ECG, MA-ECG) 是比其他传统危险因素更强的 CVD 风险预测因子^[5]。因此,在本研究中,我们试图分析中国成年人群不同 non-HDL-C 水平与 MA-ECG 之间的关系,为早期发现 CVD 高危人群提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究人群 本研究使用的数据来自 2007—2008 年中国糖尿病和代谢紊乱研究。该研究采用多阶段分层抽样方法,根据地理分布、经济发展、人口结构调查了全国 14 个省市的 20~74 岁人群,最终共 46 239 人完成调查,保证了样本良好的代表性^[6]。并除外:(1)心电图资料缺失或无 MC 心电图结果。(2)使用降脂药物或总胆固醇 (TC)、高密度脂蛋白-胆固醇 (HDL-C) 血脂数据缺失。(3)一般资料不全或存在离群值 (如:身高、体重、腰围、臀围、收缩压、舒张压、血糖等),最终共有 34 000 人纳入统计分析。所有参与者均签署了中华医学会糖尿病学分会授权的知情同意书,该研究已获得各单位伦理委员会的批准。

1.2 数据收集 由经过系统培训的工作人员,使用标准化问卷收集人口特征、既往病史及生活方式中的危险因素,包括性别、年龄、吸烟、CVD 病史 (包括冠心病和脑卒中)、糖尿病史以及 CVD 家族史 (仅限于一级亲属) 等。身高、体重、腰围和血压也由经统一培训的工作人员测量。由专业人员进行静息 12 导联心电图测量,并由 1 名训练有素的编码人员根据 MC 标准对所有心电图数据进行编码^[7]。在经

过 8~12 h 的禁食后,抽血测定 TC、HDL-C 等^[6]。

1.3 相关定义

1.3.1 Non-HDL-C 计算为 TC 减去 HDL-C^[8]。

1.3.2 MA-ECG 根据 Pooling Project 分类划分为^[7]:明显的 Q 波 (1.1-1.2)、ST 段压低 (4.1-4.2)、T 波倒置 (5.1-5.2)、二度或三度房室传导阻滞 (6.1-6.2)、束支传导阻滞 (7.1-7.2、7.4) 和心房颤动/心房扑动 (8.1-8.3)。根据上述异常心电图的临床意义可归类为:1-代码作为心肌梗死的指示,4-、5-代码作为缺血性异常的指示,6-代码作为二度或三度房室传导阻滞的指示,7-代码作为心室传导异常的指示,8-代码作为心房颤动/心房扑动的指示^[9]。

1.3.3 糖尿病 依据 1999 年世界卫生组织的诊断标准,空腹血糖 (FPG) ≥ 7.0 mmol/L 和 (或) 糖负荷后 2 h 血糖 (2 hPG) ≥ 11.1 mmol/L,以及既往糖尿病病史,或正在使用胰岛素或口服降糖药。

1.3.4 高血压 依据 1999 年世界卫生组织的诊断标准,收缩压 ≥ 140 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) 或舒张压 ≥ 90 mmHg,以及既往确诊高血压病或服用降压药治疗者。

1.3.5 体重指数 (BMI) 依据《中国成人超重和肥胖症预防控制指南》^[10], $24 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 28 \text{ kg/m}^2$ 为超重, $\text{BMI} \geq 28 \text{ kg/m}^2$ 为肥胖。

1.4 统计学方法 采用 Windows SPSS 24.0 统计软件进行统计分析。服从正态分布的计量资料用平均值 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用单因素方差分析;计数资料用频次和百分比表示 [$n(\%)$],组间比较采用 χ^2 检验。采用 Logistic 回归分析 non-HDL-C 与 MA-ECG 以及各 MA-ECG 的 MC 的相关性。使用 non-HDL-C 四分位分组后的各组的组中值 (中位数) 作为模型中的准连续变量计算趋势 P 值。在 non-HDL-C 作为连续变量进入模型 2 的基础上分别加入各危险因素与 non-HDL-C 的乘积项,在 Logistic 回归模型中分析交互作用 P 值。按照危险因素分层,将 non-HDL-C 作为连续变量带入模型,分别计算分层后各组 OR 值及其 95% CI,模型 5 未校正,模型 6 校正除分层变量以外的混杂因素。OR > 1 被视为危险因素, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 研究人群各组基线资料比较 共有 34 000 名参与者具有有效数据,并最终纳入统计分析。参与者的平均年龄为 (44 ± 13) 岁,男性 13 216 名 (38.9%),女性 20 784 名 (61.1%)。平均 non-HDL-C 水平为 (3.33 ± 0.95) mmol/L, MA-ECG

占比为 7.7% (2 630/34 000)。将总体人群依据 non-HDL-C 水平四分位数进行分组: Q1 ($n=8\ 617$, $<2.67\text{ mmol/L}$)、Q2 ($n=8\ 463$, $2.67\sim3.26\text{ mmol/L}$)、Q3 ($n=8\ 483$, $3.27\sim3.93\text{ mmol/L}$)、Q4 ($n=8\ 437$, $>3.93\text{ mmol/L}$)。随着 non-HDL-C 水平的上升, 年龄、BMI、腰臀比、收缩压、舒张压、FPG、2 hPG、TC 水平以及男性、吸烟、超重、肥胖、高血压、CVD 病史、CVD 家族史、糖尿病人数占比升高, HDL-C 水平以及女性人数占比降低。MA-ECG 占比也随着 non-HDL-C 水平上升而显著升高。各组间差异均有统计学意义(表 1)。

2.2 Non-HDL-C 水平与 MA-ECG 的相关性分析
将 non-HDL-C 水平以连续变量纳入分析, 当校正年龄、性别、BMI、腰臀比、吸烟、高血压、CVD 病史、CVD 家族史、糖尿病之后, MA-ECG 发生风险与 non-HDL-C 水平显著相关 ($OR=1.082$, 95% CI :

$1.035\sim1.132$, $P<0.001$)。

将 non-HDL-C 水平以分类变量纳入分析, 校正后, Q2 组 ($OR=1.148$, 95% CI : $1.012\sim1.302$, $P=0.032$)、Q3 组 ($OR=1.142$, 95% CI : $1.007\sim1.294$, $P=0.038$) 和 Q4 组 ($OR=1.264$, 95% CI : $1.116\sim1.431$, $P<0.001$) MA-ECG 发生风险显著升高, 提示 non-HDL-C 是 MA-ECG 的独立危险因素。趋势性检验结果显示, 两者相关性符合线性趋势 (趋势 P 值 <0.001), 即整体而言, non-HDL-C 水平越高, MA-ECG 发生风险也越高(表 2)。

2.3 Non-HDL-C 水平与各 MA-ECG 的 MC 相关性分析
Logistic 回归分析结果显示: 校正后, 1-代码 ($OR=1.195$, 95% CI : $1.043\sim1.369$, $P<0.001$) 和 4-、5-代码 ($OR=1.115$, 95% CI : $1.059\sim1.174$, $P<0.001$) 发生风险与 non-HDL-C 水平显著正相关, 7-代码发生风险与 non-HDL-C 水平无关 ($P>0.05$),

表 1 总体人群按 non-HDL-C 水平四分位分组后各组基线资料比较 [$(\bar{x}\pm s)$, $n(\%)$]

观察指标	总体人群 ($n=34\ 000$ 名)	Q1 组 ($n=8\ 617$, $<2.67\text{ mmol/L}$)	Q2 组 ($n=8\ 463$, $2.67\sim3.26\text{ mmol/L}$)	Q3 组 ($n=8\ 483$, $3.27\sim3.93\text{ mmol/L}$)	Q4 组 ($n=8\ 437$, $>3.93\text{ mmol/L}$)	P 值
年龄(岁)	44 ± 13	39 ± 13	42 ± 13	45 ± 13	48 ± 13	<0.001
BMI(kg/m^2)	23.74 ± 3.57	22.46 ± 3.27	23.32 ± 3.44	24.18 ± 3.54	25.02 ± 3.53	<0.001
腰臀比	0.85 ± 0.10	0.82 ± 0.07	0.84 ± 0.07	0.86 ± 0.13	0.87 ± 0.12	<0.001
收缩压(mmHg)	121 ± 19	115 ± 17	119 ± 18	123 ± 18	127 ± 19	<0.001
舒张压(mmHg)	78 ± 11	75 ± 10	77 ± 11	79 ± 11	81 ± 11	<0.001
FPG(mmol/L)	5.19 ± 1.13	4.96 ± 0.83	5.08 ± 0.93	5.24 ± 1.12	5.50 ± 1.48	<0.001
2 hPG(mmol/L)	6.50 ± 2.71	5.93 ± 2.00	6.20 ± 2.28	6.61 ± 2.71	7.29 ± 3.44	<0.001
TC(mmol/L)	4.67 ± 0.97	3.59 ± 0.50	4.32 ± 0.37	4.90 ± 0.38	5.89 ± 0.64	<0.001
HDL-C(mmol/L)	1.34 ± 0.34	1.38 ± 0.36	1.35 ± 0.34	1.32 ± 0.33	1.30 ± 0.32	<0.001
男性	13 216(38.9%)	2 950(34.2%)	3 174(37.5%)	3 471(40.9%)	3 621(42.9%)	<0.001
女性	20 784(61.1%)	5 667(65.8%)	5 289(62.5%)	5 012(59.1%)	4 816(57.1%)	<0.001
吸烟史	7 974(23.5%)	1 770(20.5%)	1 922(22.7%)	2 109(24.9%)	2 173(25.8%)	<0.001
超重	10 734(31.6%)	1 841(21.4%)	2 435(28.8%)	2 970(35.0%)	3 488(41.3%)	<0.001
肥胖	4 071(12.0%)	546(6.3%)	805(9.5%)	1 175(13.9%)	1 545(18.3%)	<0.001
高血压	7 941(23.4%)	1 118(13.0%)	1 661(19.6%)	2 216(26.1%)	2 946(34.9%)	<0.001
CVD 病史	718(2.1%)	132(1.5%)	145(1.7%)	187(2.2%)	254(3.0%)	<0.001
CVD 家族史	4 158(12.2%)	853(9.9%)	928(11.0%)	1 129(13.3%)	1 248(14.8%)	<0.001
糖尿病	2 251(6.6%)	288(3.3%)	379(4.5%)	602(7.1%)	982(11.6%)	<0.001
MA-ECG	2 630(7.7%)	477(5.5%)	611(7.2%)	686(8.1%)	856(10.10%)	<0.001

注: non-HDL-C: 非高密度脂蛋白胆固醇; BMI: 体重指数; FPG: 空腹血糖; 2 hPG: 糖负荷后 2 h 血糖; TC: 总胆固醇; HDL-C: 高密度脂蛋白-胆固醇; CVD: 心血管疾病; MA-ECG: 主要心电图异常; 1 mmHg=0.133 kPa

表 2 Logistic 回归分析 non-HDL-C 水平与 MA-ECG 的相关性

变量	MA-ECG, $n(\%)$	模型 1		模型 2	
		OR 值(95% CI)	P 值	OR 值(95% CI)	P 值
non-HDL-C(mmol/L)	2 630(7.70%)	1.273(1.222~1.325)	<0.001	1.082(1.035~1.132)	<0.001
Q1	477(5.50%)	1		1	
Q2	611(7.20%)	1.328(1.173~1.503)	<0.001	1.148(1.012~1.302)	0.032
Q3	686(8.10%)	1.501(1.330~1.694)	<0.001	1.142(1.007~1.294)	0.038
Q4	856(10.10%)	1.927(1.715~2.164)	<0.001	1.264(1.116~1.431)	<0.001
P for trend		<0.001		<0.001	

注: non-HDL-C: 非高密度脂蛋白胆固醇; MA-ECG: 主要心电图异常; P for trend: 趋势 P 值; 模型 1: 未校正; 模型 2: 校正年龄、性别、体重指数、腰臀比、吸烟、高血压、心血管疾病史、心血管疾病家族史、糖尿病

而 6-代码 ($OR=0.751$, 95% CI : 0.581 ~ 0.970, $P=0.029$) 和 8-代码 ($OR=0.556$, 95% CI : 0.433 ~ 0.716, $P<0.001$) 发生风险与 non-HDL-C 水平呈负相关(表 3)。

2.4 Non-HDL-C 水平与 MA-ECG 关联的分层及交互作用分析 基于多因素 Logistic 回归分析的各危险因素与 non-HDL-C 水平对发生 MA-ECG 风险的乘积交互作用,结果显示:年龄、BMI、高血压

与 non-HDL-C 间存在交互作用(交互作用 P 值分别为 0.036、0.034、0.014)。在以年龄、BMI、高血压分层的各组,年龄 ≥ 45 岁、超重或肥胖、有高血压亚组中,校正后的 non-HDL-C 水平均与 MA-ECG 患病风险显著相关(均 $P<0.05$),而年龄 <45 岁、无超重或肥胖、无高血压亚组中校正后的 non-HDL-C 水平则与 MA-ECG 患病风险无关(均 $P>0.05$),见表 4。

表 3 Logistic 回归分析 non-HDL-C 水平与各 MA-ECG 明尼苏达编码的相关性

	心肌梗死 (1-代码, $n=249$)		缺血性异常 (4-、5-代码, $n=1\ 926$)		二度或三度房室传导阻滞 (6-代码, $n=82$)		心室传导异常 (7-代码, $n=304$)		心房颤动/心房扑动 (8-代码, $n=87$)	
	OR 值(95% CI)	P 值	OR 值(95% CI)	P 值	OR 值(95% CI)	P 值	OR 值(95% CI)	P 值	OR 值(95% CI)	P 值
模型 3	1.318 (1.163~1.494)	<0.001	1.321 (1.261~1.385)	<0.001	0.772 (0.606~0.982)	0.035	1.170 (1.042~1.313)	0.008	0.651 (0.511~0.829)	<0.001
模型 4	1.195 (1.043~1.369)	0.010	1.115 (1.059~1.174)	<0.001	0.751 (0.581~0.970)	0.029	1.011 (0.892~1.146)	0.860	0.556 (0.433~0.716)	<0.001

注:non-HDL-C:非高密度脂蛋白-胆固醇;MA-ECG:主要心电图异常;模型 3:未校正;模型 4:校正年龄、性别、体重指数、腰臀比、吸烟、高血压、心血管疾病史、心血管疾病家族史、糖尿病

表 4 Non-HDL-C 水平与 MA-ECG 关联的分层及交互作用分析

危险因素	各组人数	MA-ECG, n (%)	模型 5		模型 6		P for interaction
			OR 值(95% CI)	P 值	OR 值(95% CI)	P 值	
年龄							0.036
20~44 岁	18 410	866(4.7%)	1.092(1.013~1.177)	0.021	1.055(0.974~1.144)	0.190	
45~64 岁	12 915	1 323(10.2%)	1.152(1.085~1.223)	<0.001	1.094(1.028~1.164)	0.004	
65 岁以上	2 675	441(16.5%)	1.171(1.053~1.303)	0.004	1.122(1.005~1.254)	0.041	
性别							0.276
男性	13 216	860(6.5%)	1.158(1.078~1.244)	<0.001	1.050(0.971~1.134)	0.220	
女性	20 784	1 770(8.5%)	1.352(1.286~1.420)	<0.001	1.084(1.026~1.146)	0.004	
BMI							0.034
无超重或肥胖 ($BMI<24\text{ kg/m}^2$)	19 206	1 267(6.6%)	1.233(1.159~1.311)	<0.001	1.037(0.970~1.108)	0.287	
有超重或肥胖 ($BMI\geq 24\text{ kg/m}^2$)	14 794	1 363(9.2%)	1.230(1.160~1.303)	<0.001	1.121(1.055~1.191)	<0.001	
腰臀比							0.581
无向心性肥胖 (女性 <0.85 或男性 <0.90)	20 948	1 389(6.6%)	1.266(1.194~1.341)	<0.001	1.081(1.015~1.152)	0.016	
有向心性肥胖 (女性 ≥ 0.85 或男性 ≥ 0.90)	13 052	1 241(9.5%)	1.197(1.128~1.271)	<0.001	1.083(1.017~1.154)	0.013	
吸烟							0.570
无	26 026	2 037(7.8%)	1.291(1.233~1.352)	<0.001	1.073(1.020~1.129)	0.007	
有	7 974	593(7.4%)	1.217(1.116~1.327)	<0.001	1.095(0.997~1.203)	0.057	
高血压							0.014
无	26 059	1 654(6.3%)	1.178(1.118~1.242)	<0.001	1.029(0.972~1.090)	0.320	
有	7 941	976(12.3%)	1.230(1.146~1.319)	<0.001	1.169(1.088~1.257)	<0.001	
CVD 病史							0.578
无	33 282	2 456(7.4%)	1.266(1.214~1.321)	<0.001	1.077(1.029~1.128)	0.002	
有	718	174(24.2%)	1.132(0.953~1.345)	0.159	1.108(0.926~1.326)	0.262	
CVD 家族史							0.271
无	29 842	2 257(7.6%)	1.288(1.233~1.346)	<0.001	1.096(1.044~1.150)	<0.001	
有	4 158	373(9.0%)	1.152(1.030~1.289)	0.013	1.004(0.890~1.132)	0.947	
糖尿病							0.141
无	31 749	2 368(7.5%)	1.277(1.223~1.333)	<0.001	1.098(1.047~1.151)	<0.001	
有	2 251	262(11.6%)	1.064(0.937~1.209)	0.336	0.972(0.850~1.112)	0.676	

注:non-HDL-C:非高密度脂蛋白-胆固醇;BMI:体重指数;WHR:腰臀比;CVD:心血管疾病;MA-ECG:主要心电图异常; P for interaction:交互作用 P 值;模型 5:未校正;模型 6:校正年龄、性别、体重指数、腰臀比、吸烟、高血压、心血管疾病史、心血管疾病家族史、糖尿病,但分层变量除外

3 讨论

本研究中,将 MA-ECG 作为 CVD 的风险指标,探讨 non-HDL-C 与 MA-ECG 之间的关系。结果显示:在调整传统的 CVD 风险因素后,non-HDL-C 水平升高与 MA-ECG 的发生独立相关。

此结果与既往研究相同:Hu 等^[2]对日本 63 814 名工人进行了 8 年随访,结果发现 non-HDL-C 与心肌梗死之间存在线性关系。李雪梅等^[3]根据冠状动脉造影结果对 246 例患者进行分组研究发现,non-HDL-C 水平与冠状动脉病变严重程度相关。本研究从心电图的角度同样发现 non-HDL-C 水平与 CVD 风险的显著关联。从机制方面来讲,长期暴露于高水平 non-HDL-C 引起的慢性炎症可通过刺激成纤维细胞和平滑肌细胞的增殖,加速动脉粥样硬化的病理进展,最终导致 CVD 的发生^[11]。

既往也有研究报道 non-HDL-C 的主要成分 LDL-C 水平与房颤发生呈负相关^[12],这可能归因于胆固醇对心肌细胞膜具有稳定作用,从而影响离子通道密度和功能以及膜兴奋性^[13]。Non-HDL-C 水平升高与几种心电图编码的关系不尽相同,也提醒我们在临床上可能需要据此给予不同处理,比如对于心电图检查结果为心肌梗死和缺血性异常的患者可积极降脂,而对于房室传导阻滞和房颤、房扑患者可予以密切观察。此外,笔者还发现了年龄、BMI、高血压均对 non-HDL-C 与 MA-ECG 间的相关性存在交互作用。这说明增龄、超重肥胖和高血压一定程度上介导了二者的相关关系。这些具有传统 CVD 危险因素的人群,其 non-HDL-C 水平显著升高,从而助于 CVD 发生和进展过程。

本研究具有一定的临床意义。Non-HDL-C 方便易获取,无需额外费用或预先禁食等流程^[8]。心电图同样以其简单无创、可接受度高的优点,在临床上常规作为 CVD 和心律失常的有效筛查手段。因此,为减轻 CVD 造成的国民医疗负担,结合我们的研究发现,建议临床对于 non-HDL-C 水平升高的个体常规筛查心电图,以期在出现临床心血管事件前即发现这部分 CVD 高危人群并积极采取生活方式干预,必要时进行药物治疗。

本研究的局限性为:第一,本研究为横断面研究,不能确定 non-HDL-C 与 MA-ECG 间的因果关系,需要在更多的前瞻性研究中去验证。第二,女性的调查回复率高于男性,因为在调查时许多男性正在离家工作。为了纠正样本量偏倚带来的影响,我们将性别纳入混杂因素进行了校正,并在交互作

用分析中发现性别对 non-HDL-C 与 MA-ECG 间的相关性无交互作用。

综上所述,non-HDL-C 水平升高是 MA-ECG 的独立危险因素,且随 non-HDL-C 水平升高,MA-ECG 指代的 CVD 事件患病风险也逐渐升高,而年龄、BMI、高血压均对 non-HDL-C 与 MA-ECG 间的相关性存在交互作用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Repositioning of the global epicentre of nonoptimal cholesterol [J]. *Nature*, 2020, 582(7810): 73-77. DOI: 10. 1038/s41586-020-2338-1.
- [2] Hu H, Fukunaga A, Yokoya T, et al. Non-high-density lipoprotein cholesterol and risk of cardiovascular disease: the Japan epidemiology collaboration on occupational health study [J]. *J Atheroscler Thromb*, 2022, 29(9): 1295-1306. DOI: 10. 5551/jat. 63118.
- [3] 李雪梅, 刘长福, 贺晓丹. 非高密度脂蛋白胆固醇与冠状动脉病变 Gensini 积分的相关性 [J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2022, 20(17): 3218-3223. DOI: 10. 12102/j. issn. 1672-1349. 2022. 17. 030.
- [4] Blackburn H, Keys A, Simonson E, et al. The electrocardiogram in population studies. A classification system [J]. *Circulation*, 1960, 21: 1160-1175. DOI: 10. 1161/01. cir. 21. 6. 1160.
- [5] Horibe H, Kasagi F, Kagaya M, et al. A nineteen-year cohort study on the relationship of electrocardiographic findings to all cause mortality among subjects in the national survey on circulatory disorders, NIPPON DATA80 [J]. *J Epidemiol*, 2005, 15(4): 125-134. DOI: 10. 2188/jea. 15. 125.
- [6] Yang W, Lu J, Weng J, et al. Prevalence of diabetes among men and women in China [J]. *N Engl J Med*, 2010, 362(12): 1090-1101. DOI: 10. 1056/NEJMoa0908292.
- [7] Relationship of blood pressure, serum cholesterol, smoking habit, relative weight and ECG abnormalities to incidence of major coronary events: final report of the pooling project. The pooling project research group [J]. *J Chronic Dis*, 1978, 31(4): 201-306. DOI: 10. 1016/0021-9681(78)90073-5.
- [8] Nordestgaard BG, Langsted A, Mora S, et al. Fasting is not routinely required for determination of a lipid profile: clinical and laboratory implications including flagging at desirable concentration cutpoints-A joint consensus statement from the European Atherosclerosis Society and European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine [J]. *Clin Chem*, 2016, 62(7): 930-946. DOI: 10. 1373/clinchem. 2016. 258897.
- [9] Nijpels G, van der Heijden AAWA, Elders P, et al. The interobserver agreement of ECG abnormalities using Minnesota codes in people with type 2 diabetes [J]. *PLoS One*, 2021, 16(8): e0255466. DOI: 10. 1371/journal. pone. 0255466.
- [10] 中国肥胖问题工作组. 中国成人超重和肥胖症预防与控制指南(节录) [J]. *营养学报*, 2004, 4(12): 1-4. DOI: 10. 13325/j. cnki. acta. nutr. sin. 2004. 01. 001.
- [11] Sniderman AD, Thanassoulis G, Glavinovic T, et al. Apolipoprotein B particles and cardiovascular disease: a narrative review [J]. *JAMA Cardiol*, 2019, 4(12): 1287-1295. DOI: 10. 1001/jamacardio. 2019. 3780.
- [12] Li X, Gao L, Wang Z, et al. Lipid profile and incidence of atrial fibrillation: a prospective cohort study in China [J]. *Clin Cardiol*, 2018, 41(3): 314-320. DOI: 10. 1002/clc. 22864.
- [13] Guan B, Li X, Xue W, et al. Blood lipid profiles and risk of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis of cohort studies [J]. *J Clin Lipidol*, 2020, 14(1): 133-142. e3. DOI: 10. 1016/j. jacl. 2019. 12. 002.

(收稿日期: 2023-01-06)