

Non-HDL-C/HDL-C比值与糖代谢异常人群全因死亡风险关系：基于CHARLS数据库



张 洁, 方 奎, 陈红艳

中国医科大学附属第一医院神经外科 (沈阳 110001)

【摘要】目的 探讨非高密度脂蛋白胆固醇与高密度脂蛋白胆固醇比值 (NHHR) 与糖代谢异常人群全因死亡风险的关系, 为糖代谢异常患者的血脂管理提供科学依据。**方法** 基于中国健康与养老追踪调查 2011—2018 年数据, 以糖代谢异常人群 (包括糖尿病前期和糖尿病患者) 为研究对象, 通过限制性立方样条和 Cox 比例风险回归模型分析 NHHR 与糖代谢异常人群全因死亡风险的关系。**结果** 共纳入 6 300 名研究对象, 7 年随访期间共有 685 人死亡。NHHR 与糖代谢异常人群全因死亡风险存在显著的 U 形非线性关系, 拐点值为 3.03 (非线性 $P=0.006$)。当 $NHHR < 3.03$ 时, NHHR 每增加一个单位, 全因死亡风险降低 21% [$HR=0.79$, 95%CI (0.65, 0.95)]; 当 $NHHR \geq 3.03$ 时, 每增加一个单位, 全因死亡风险增加 5% [$HR=1.05$, 95%CI (1.01, 1.08)]。对 NHHR 三分位数分层分析显示, 中间三分位数组的全因死亡风险最低, 与中间三分位数组相比, 低三分位数组 [$HR=1.26$, 95%CI (1.05, 1.52)] 和高三分位数组 [$HR=1.23$, 95%CI (1.01, 1.49)] 的死亡风险均显著增加。**结论** NHHR 与糖代谢异常人群全因死亡风险之间存在显著的 U 形非线性关系。

【关键词】 非高密度脂蛋白胆固醇; 高密度脂蛋白胆固醇; NHHR; 糖代谢异常; 血脂异常; 全因死亡风险; 队列研究

【中图分类号】 R 589 **【文献标识码】** A

Relationship between the ratio of non-HDL-C and HDL-C and the risk of all-cause mortality in a population with abnormal glucose metabolism: base on CHARLS database

ZHANG Jie, FANG Kui, CHEN Hongyan

Department of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China

Corresponding author: CHEN Hongyan, Email: 15940512407@163.com

【Abstract】Objective To investigate the relationship between non-high-density lipoprotein cholesterol (non-HDC-L) to high-density lipoprotein cholesterol (HDC-L) ratio (NHHR) and the risk of all-cause mortality in the population with abnormal glucose metabolism, and to provide a scientific basis for lipid management in patients with abnormal glucose metabolism. **Methods** Based on the 2011-2018 data of the China Health and Retirement Longitudinal Study, the relationship between NHHR and all-cause mortality risk was analyzed by restricted cubic spline and Cox proportional risk regression modeling in a population with abnormal glucose metabolism (including prediabetic and diabetic patients). **Results** A total of 6,300 study participants were

enrolled, with 685 deaths during the 7-year follow-up period. The significant U-shaped nonlinear relationship was observed between NHHR and the risk of all-cause mortality in the population with abnormal glucose metabolism, with an inflection point value of 3.03 (nonlinear $P=0.006$). Each unit increase in NHHR was associated with a 21% reduction in the risk of all-cause mortality when $\text{NHHR}<3.03$ [$\text{HR}=0.79$, 95%CI (0.65, 0.95)], and a 5% increase in the risk of all-cause mortality when $\text{NHHR}\geq 3.03$ [$\text{HR}=1.05$, 95%CI (1.01, 1.08)]. Stratified analysis of NHHR tertiles showed that the middle tertile group (Tertile 2) had the lowest risk of all-cause mortality, and that both the lower tertile group (Tertile 1) and the higher tertile group (Tertile 3) had a significantly increased risk of mortality compared with the Tertile 2 group, with HRs of 1.26 [95%CI (1.05, 1.52)] and 1.23 [95%CI (1.01, 1.49)]. **Conclusion** There was a significant U-shaped nonlinear relationship between NHHR and the risk of all-cause mortality in the population with abnormal glucose metabolism.

【Keywords】 Non-high density lipoprotein cholesterol; High density lipoprotein cholesterol; NHHR; Abnormal glucose metabolism; Dyslipidemia; Risk of all-cause mortality; Cohort studies

随着全球人口老龄化的加速和生活方式的转变, 糖代谢异常(包括糖尿病前期和糖尿病)的患病率不断攀升, 已成为全球性的重大公共卫生问题^[1]。据国际糖尿病联盟数据显示, 我国成人糖尿病患者数量位居全球首位, 且糖尿病前期人群规模也极为庞大^[2]。糖代谢异常不仅会导致心血管疾病、肾脏病变和视网膜病变等多种并发症, 还与全因死亡风险密切相关^[3-5], 给我国医疗卫生系统和社会健康带来了沉重的负担。因此, 深入研究影响糖代谢异常人群全因死亡风险的因素, 对于优化临床干预策略、改善患者预后具有重要意义。

血脂异常作为糖代谢异常人群的常见并发症之一, 与全因死亡风险密切相关。近年来, 非高密度脂蛋白胆固醇(non-high-density lipoprotein cholesterol, non-HDL-C)与HDL-C比值(non-high-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio, NHHR)作为一种新型复合血脂指标逐渐受到广泛关注。NHHR能整合致动脉粥样硬化(non-HDL-C)和抗动脉粥样硬化(HDL-C)成分, 与单一血脂指标相比, 可更全面评估体内血脂情况^[6-7]。既往研究表明, NHHR与心血管疾病及死亡风险密切相关^[8-9]。目前在糖代谢异常人群中, NHHR与全因死亡风险的关系研究尚显不足, 尚缺乏对糖代谢异常人群的综合分析。尽管有研究发现NHHR可更好预测糖尿病风险, 但未深入探讨其与全因死亡风险的关系^[10], 或样本量有限且研究对象均为美国人群^[11-12]。鉴于此, 本研究利用中国健康与养老追踪调查(China Health and Retirement Longitudinal

Study, CHARLS)数据^[13], 聚焦中国中老年糖代谢异常人群, 探讨NHHR与全因死亡风险的关系, 旨在为糖代谢异常患者的血脂管理提供科学依据, 以改善患者预后。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究数据来源于CHARLS, 选取CHARLS于2011年(基线)和2013年、2015年、2018年(三次随访)调查的数据。纳入标准: ①基线调查时确诊的糖代谢异常人群(包括糖尿病前期和糖尿病患者)。排除标准: ①总胆固醇(total cholesterol, TC)、HDL-C等关键数据缺失; ②随访过程中发生失访和年龄 <45 岁。CHARLS各轮调查均获得了北京大学生物医学伦理委员会批准(批号: IRB00001052-11015), 且所有研究对象均已签署知情同意书。

1.2 相关定义

所有参加调查的受试者均需进行血液样本采集, 在采集之前受试者需至少禁食8 h。采集完成后, 样本立即进行初步分离处理, 以分离出血清或血浆, 随后在低温环境下运输至中国疾病预防控制中心的实验室进行进一步的分析和检测。在实验室中, 采用酶比色法对TC和HDL-C进行测定。其中, $\text{NHHR}=\text{non-HDL-C}/\text{HDL-C}$ ^[14]。

糖尿病的诊断标准包括以下任一条: 空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG) ≥ 126 mg/dL、糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin, HbA1c) $\geq 6.5\%$ 、既往糖尿病史、正在使用降糖药物^[15]。糖尿病前期的判定标准为FPG在100~

125 mg/dL, 或 HbA1c 在 5.7%~6.4%^[15]。

随访起点为首次参加调查的时间(2011 年), 终点事件定义为研究对象发生死亡或随访结束(2018 年), 随访时间为终点事件发生的时间与随访起点的间隔。根据随访终点研究对象生存状态, 分为死亡组与生存组。

1.3 协变量

本研究纳入的协变量包括年龄、性别、学历、户口类型、婚姻状况、吸烟、饮酒, 健康状况(高血压、心脏病、脑卒中)。其中, 高血压的定义为曾经被医生诊断、使用抗高血压药物, 或平均收缩压 ≥ 140 mmHg 和(或)平均舒张压 ≥ 90 mmHg^[16]。心脏病和脑卒中则指经医生诊断或正在接受相关药物治疗。此外, 采用多重插补法对部分缺失的协变量信息进行补充。

1.4 统计学分析

使用 SPSS 26.0 和 R 4.2.2 软件进行统计学分析。计量资料符合正态分布, 以均数和标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 组间比较采用 *t* 检验或单因素方差分析。计数资料以频数和百分比(*n*, %)表示, 组间比较采用卡方检验。

采用多种统计学方法分析 NHHR 与糖代谢异常患者全因死亡风险的关系。首先, 利用限制性立方样条(restricted cubic spline, RCS)分析 NHHR 与全因死亡风险之间是否存在潜在的非线性关系。基于赤池信息准则(Akaike information criterion, AIC)动态选择自由度(从 2 逐步增加

至 5, 最终确定自由度为 3), 并采用似然比检验验证非线性关系, 拐点值由拟合曲线的二阶导数极值点确定。随后, 基于确定的拐点, 采用分段 Cox 比例风险回归模型进一步探讨 NHHR 在不同区间内对全因死亡风险的影响, 并通过敏感性分析验证结果的稳健性。此外, 根据 NHHR 的三分位数(Tertile)对参与者进行分组, 运用 Cox 比例风险回归模型评估各组中 NHHR 与全因死亡风险的关系。以 *P* < 0.05 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入 6 300 例研究对象, 随访期间死亡 685 例(10.87%)。研究对象的平均年龄为(60.02 ± 9.39)岁。生存组与死亡组在年龄、性别、学历、婚姻状况、吸烟、高血压、心脏病和脑卒中方面均存在显著差异(*P* < 0.05), 见附件。

根据 NHHR 的三分位数将参与者分为三组: Tertile 1 (NHHR < 2.49)、Tertile 2 (2.49 ≤ NHHR < 3.68)、Tertile 3 (NHHR ≥ 3.68), 各组在年龄、性别、学历、婚姻状况、户口类型、吸烟、饮酒、高血压、心脏病和脑卒中方面均存在显著差异(*P* < 0.05); Tertile 1 组和 Tertile 3 组的死亡率高于 Tertile 2 组, 见表 1。

2.2 NHHR与糖代谢异常人群全因死亡的非线性关系

控制混杂因素(性别、年龄、学历、户口类型、

表1 不同NHHR分组的研究对象的基本特征(*n*, %)
Table 1. Basic characteristics of research subjects in different NHHR group (*n*, %)

特征	总体 (<i>n</i> =6 300)	Tertile 1 (<i>n</i> =2 100)	Tertile 2 (<i>n</i> =2 100)	Tertile 3 (<i>n</i> =2 100)	<i>F</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
年龄(岁)*	60.02 ± 9.39	60.81 ± 9.69	59.72 ± 9.39	58.54 ± 9.03	11.28	<0.001
死亡					13.66	<0.001
否	5 615 (89.13)	1 832 (87.24)	1 906 (90.76)	1 877 (89.38)		
是	685 (10.87)	268 (12.76)	194 (9.24)	223 (10.62)		
性别					44.72	<0.001
男	2 950 (46.83)	1 108 (52.76)	915 (43.57)	927 (44.14)		
女	3 350 (53.17)	992 (47.24)	1 185 (56.43)	1 173 (55.86)		
学历					23.66	0.001
文盲	3 070 (48.73)	1 078 (51.33)	1 031 (49.10)	961 (45.76)		
小学	1 371 (21.76)	460 (21.90)	451 (21.48)	460 (21.90)		
初中	1 255 (19.92)	397 (18.90)	420 (20.00)	438 (20.86)		
高中及以上	604 (9.59)	165 (7.86)	198 (9.43)	241 (11.48)		
户口类型					76.10	<0.001
农业	5 177 (82.17)	1 830 (87.14)	1 733 (82.52)	1 614 (76.86)		
非农业	1 123 (17.83)	270 (12.86)	367 (17.48)	486 (23.14)		

续表1

特征	总体 (n=6 300)	Tertile 1 (n=2 100)	Tertile 2 (n=2 100)	Tertile 3 (n=2 100)	F/ χ^2 值	P值
婚姻状况					16.58	<0.001
已婚/同居	5 220 (82.86)	1 701 (81.00)	1 723 (82.05)	1 796 (85.52)		
其他	1 080 (17.14)	399 (19.00)	377 (17.95)	304 (14.48)		
吸烟					34.47	<0.001
是	2 459 (39.03)	926 (44.10)	755 (35.95)	778 (37.05)		
否	3 841 (60.97)	1 174 (55.90)	1 345 (64.05)	1 322 (62.95)		
饮酒					77.32	<0.001
是	2 042 (32.41)	833 (39.67)	624 (29.71)	585 (27.86)		
否	4 258 (67.59)	1 267 (60.33)	1 476 (70.29)	1 515 (72.14)		
高血压					148.20	<0.001
是	1 844 (29.27)	447 (21.29)	593 (28.24)	804 (38.29)		
否	4 456 (70.73)	1 653 (78.71)	1 507 (71.76)	1 296 (61.71)		
心脏病					24.61	<0.001
是	855 (13.57)	235 (11.19)	276 (13.14)	344 (16.38)		
否	5 445 (86.43)	1 865 (88.81)	1 824 (86.86)	1 756 (83.62)		
脑卒中					11.90	0.003
是	162 (2.57)	38 (1.81)	51 (2.43)	73 (3.48)		
否	6 138 (97.43)	2 062 (98.19)	2 049 (97.57)	2 027 (96.52)		

注：*符合正态分布的计量资料以均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示。

婚姻状况、吸烟、饮酒、高血压、心脏病、脑卒中)后，RCS 分析结果表明，NHHR 与糖代谢异常人群全因死亡风险之间存在显著的 U 形非线性关系（非线性 $P=0.006$ ），拐点值为 3.03，见图 1。

2.3 NHHR和糖代谢异常人群全因死亡风险的分段分析

分段回归分析显示，在调整所有潜在混杂因

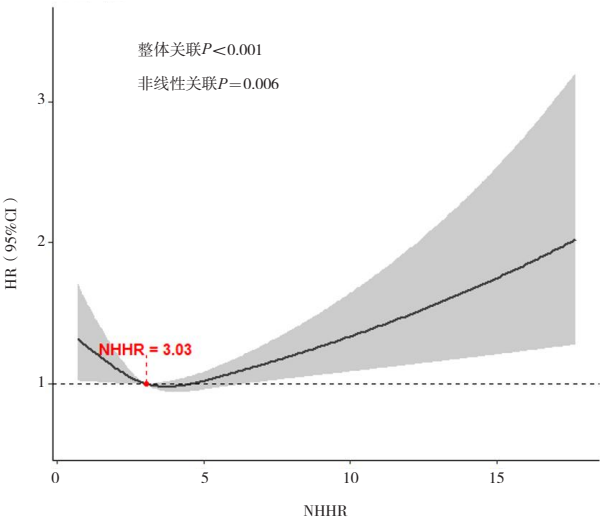


图1 NHHR与糖代谢异常人群全因死亡的非线性关系
Figure 1. Nonlinear relationship between NHHR and all-cause mortality in individuals with abnormal glucose metabolism

素（模型 2）后，当 $NHHR < 3.03$ 时，NHHR 每增加一个单位，全因死亡风险降低 21% [$HR=0.79$, 95%CI (0.65, 0.95)]；而当 $NHHR \geq 3.03$ 时，NHHR 每增加一个单位，全因死亡风险增加 5% [$HR=1.05$, 95%CI (1.01, 1.08)]，见表 2。

2.4 敏感性分析

排除患有高血压、心脏病、脑卒中的研究对象 ($n=2\ 290$) 以进行敏感性分析。结果显示，在调整所有潜在混杂因素（模型 2）后，当 $NHHR < 3.03$ 时，每增加一个单位，全因死亡风险降低 24% [$HR=0.76$, 95%CI (0.59, 0.97)]；而当 $NHHR \geq 3.03$ 时，每增加一个单位，全因死亡风险增加 6% [$HR=1.06$, 95%CI (1.03, 1.09)]，见表 3。

2.5 NHHR三分位数和糖代谢异常人群全因死亡风险的关系

采用 Cox 比例风险回归模型分析不同 NHHR 分组与糖代谢异常人群全因死亡风险的关系，以 Tertile 2 组作为参考组。多元 Cox 比例风险回归模型显示，在调整所有潜在混杂因素（模型 2）后，与 Tertile 2 组相比，Tertile 1 组 [$HR=1.26$, 95%CI (1.05, 1.52)]、Tertile 3 组 [$HR=1.23$, 95%CI (1.01, 1.49)] 均会增加糖代谢异常患者的全因死亡风险，见表 4。

表2 NHHR与糖代谢异常人群全因死亡关联的分段回归分析结果

Table 2. Segmented regression analysis results of the association between NHHR and all-cause mortality in individuals with abnormal glucose metabolism

NHHR	模型1			模型2		
	HR (95%CI)	P值	AIC	HR (95%CI)	P值	AIC
<3.03	0.81 (0.67, 0.97)	0.025	5 498	0.79 (0.65, 0.95)	0.013	5 461
≥3.03	1.05 (1.01, 1.08)	0.006	4 925	1.05 (1.01, 1.08)	0.007	4 895

注：模型1调整了性别、年龄；模型2调整了性别、年龄、婚姻状况、学历、户口类型、吸烟、饮酒、高血压、心脏病、脑卒中。

表3 NHHR与糖代谢异常人群全因死亡关联的敏感性分析结果

Table 3. Sensitivity analysis results of the association between NHHR and all-cause mortality in individuals with abnormal glucose metabolism

NHHR	模型1		模型2	
	HR (95%CI)	P值	HR (95%CI)	P值
<3.03	0.78 (0.61, 0.99)	0.047	0.76 (0.59, 0.97)	0.027
≥3.03	1.06 (1.03, 1.09)	<0.001	1.06 (1.03, 1.09)	<0.001

注：模型1调整了性别、年龄；模型2调整了性别、年龄、婚姻状况、学历、户口类型、吸烟、饮酒。

表4 不同NHHR分组与糖代谢异常人群全因死亡率的关联

Table 4. Association between different NHHR groups and all-cause mortality in individuals with abnormal glucose metabolism

NHHR	死亡人数/总人数	模型1		模型2	
		HR (95%CI)	P值	HR (95%CI)	P值
Tertile 1	268/2 100	1.22 (1.01, 1.46)	0.039	1.26 (1.05, 1.52)	0.014
Tertile 2	194/2 099	Ref.		Ref.	
Tertile 3	223/2 101	1.26 (1.04, 1.53)	0.020	1.23 (1.01, 1.49)	0.041

注：模型1调整了性别、年龄；模型2调整了性别、年龄、婚姻状况、学历、户口类型、吸烟、饮酒、高血压、心脏病、脑卒中。

3 讨论

研究发现，non-HDL-C 水平升高（包括低密度脂蛋白胆固醇和极低密度脂蛋白胆固醇）会导致动脉壁形成泡沫细胞并引发斑块积聚，诱发动脉粥样硬化^[17]。与之相反，HDL-C 的抗动脉粥样硬化的作用（如通过逆向胆固醇转运机制）在降低心血管疾病发病率中起到关键作用^[18]。而 NHHR 作为一种新型脂质比率指标，不仅成本低、易于获取，且相比单独研究低密度脂蛋白胆固醇或 HDL-C，可更全面地评估体内血脂状况^[6-7]。

本研究发现 NHHR 与糖代谢异常人群全因死亡风险之间存在显著的 U 形关系。这与 Yu 等^[11]的研究结果（NHHR 与糖尿病或糖尿病前期患者全因死亡率之间存在 U 形关联，拐点为 2.72）基本一致。此外有研究显示，NHHR 与肥胖成人及高血压人群的全因死亡风险之间也均呈 U 型关联^[12, 19]。值得注意的是，NHHR 的临床价值不仅限于全因死亡风险评估，其还被证实是冠状动脉疾病及主要不良心血管事件的独立预测因素，尤

其在非 ST 段抬高型心肌梗死患者中的预测效能较为显著^[20]，提示 NHHR 不仅能反映基础脂质代谢状态，更能通过整合多种脂质成分的动态平衡，提前预警器质性病变风险。

本研究结果显示，NHHR 处于中间三分位数（Tertile 2）的糖代谢异常患者全因死亡风险最低，而处于低三分位数（Tertile 1）和高三分位数（Tertile 3）的患者全因死亡风险均有所增加。该结果与 NHHR 与全因死亡风险的 U 形关系相呼应，进一步强调了维持 NHHR 在适宜范围内的重要性。提示在临床实践中，可通过监测 NHHR 水平，对糖代谢异常患者进行风险分层，制定个性化的血脂管理策略。

在糖代谢异常人群中，NHHR 异常（过高或过低）会扰乱脂质代谢、放大炎症反应并加剧靶器官损伤，进而与糖代谢紊乱形成协同效应，共同提升死亡风险。non-HDL-C 水平上升和 HDL-C 水平下降都会导致 NHHR 升高，前者通过胆固醇结晶激活 NLRP3 炎症小体，释放 IL-1β、IL-18 等促炎因子，同时通过 TLR4/ NF-κB 通路

放大炎症级联反应^[21]；后者则因 HDL-C 功能受损（如逆向胆固醇转运能力下降、抗氧化活性减弱），无法有效抑制上述炎症过程及低密度脂蛋白胆固醇氧化，导致血管内皮功能障碍、泡沫细胞形成及动脉粥样硬化进程加速^[22]。该过程可能还会叠加糖代谢异常状态下的胰岛素抵抗与高血糖，进一步通过脂质毒性损伤胰岛 β 细胞、触发氧化应激，形成“脂质紊乱 – 炎症激活 – 糖代谢恶化”的恶性循环，最终增加大血管事件（如心肌梗死、脑卒中）及微血管并发症（如糖尿病肾病、视网膜病变）的发病风险^[23–24]。NHHR 过低可能反映脂质代谢的另一重失衡，如 non-HDL-C 过度降低可能影响细胞膜结构稳定性及激素合成，或 HDL-C 功能异常（如糖基化修饰导致其抗炎活性受损），在糖代谢异常背景下反而削弱机体对代谢紊乱的代偿能力，间接增加感染、恶病质等非心血管死亡风险^[25]。

本研究也存在一定的局限性。首先，本研究为观察性研究，无法确定 NHHR 与全因死亡风险之间的因果关系。未来可通过随机对照试验进一步验证 NHHR 与全因死亡风险之间的因果关系，并探索其潜在的生物学机制。其次，本研究仅关注了 NHHR 与全因死亡风险的关系，未进一步探讨其与具体死因的关系。最后，尽管本研究已经纳入了多种潜在的混杂因素，但由于 CHARLS 研究和样本收集本身的局限性等原因，还存在一些其他的混杂因素。例如，饮食因素和体力活动的低应答率等，未来的研究可以进一步完善这些方面的数据收集和分析，以更全面地评估 NHHR 与全因死亡风险之间的关系。

综上所述，本研究发现 NHHR 与糖代谢异常人群全因死亡风险之间存在显著的 U 形非线性关系。本研究为糖代谢异常患者的血脂管理提供了新的视角，并提示临床实践中应更加关注 NHHR 水平，将其纳入综合评估体系，以优化患者的血脂管理策略，降低全因死亡风险。

附件见《医学新知》官网附录（<https://yxxz.whuznhmedj.com/futureApi/storage/appendix/202503066.pdf>）

伦理声明：CHARLS 各轮调查均获得了北京大学生物医学伦理委员会批准（批号：IRB00001052–

11015），且所有研究对象均已签署知情同意书
作者贡献：研究设计、论文撰写：张洁；统计分析：方奎；论文指导：陈红艳
数据获取：本研究中使用和（或）分析的数据可在 CHARLS 数据库获取（<http://charls.pku.edu.cn/>）
利益冲突声明：无
致谢：不适用

参考文献

- 1 Janić M, Janež A, El-Tanani M, et al. Diabetes: recent advances and future perspectives[J]. *Biomedicines*, 2024, 12(12): 2875. DOI: [10.3390/biomedicines12122875](https://doi.org/10.3390/biomedicines12122875).
- 2 International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th edition[M]. Brussels: IDF, 2021.
- 3 Yu W, Yang B, Xu S, et al. Diabetic retinopathy and cardiovascular disease: a literature review[J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2023, 16: 4247–4261. DOI: [10.2147/DMSO.S438111](https://doi.org/10.2147/DMSO.S438111).
- 4 Strain WD, Paldanius PM. Diabetes, cardiovascular disease and the microcirculation[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2018, 17(1): 57. DOI: [10.1186/s12933-018-0703-2](https://doi.org/10.1186/s12933-018-0703-2).
- 5 Tian Y, Qiu Z, Wang F, et al. Associations of diabetes and prediabetes with mortality and life expectancy in China: a national study[J]. *Diabetes Care*, 2024, 47(11): 1969–1977. DOI: [10.2337/dca24-0012](https://doi.org/10.2337/dca24-0012).
- 6 Hong S, Han K, Park JH, et al. Higher non-high-density lipoprotein cholesterol was higher associated with cardiovascular disease comparing higher LDL-C in nine years follow up: cohort study[J]. *J Lipid Atheroscler*, 2023, 12(2): 164–174. DOI: [10.12997/jla.2023.12.2.164](https://doi.org/10.12997/jla.2023.12.2.164).
- 7 Wu J, Guo J. Non-high-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio (NHHR) and hypertension in American adults: a NHANES cross-sectional study[J]. *Front Physiol*, 2024, 15: 1398793. DOI: [10.3389/fphys.2024.1398793](https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1398793).
- 8 Liu C, Zhang Z, Meng T, et al. Cross-sectional analysis of non-HDL/HDL cholesterol ratio as a marker for cardiovascular disease risk in middle-aged and older adults: evidence from the CHARLS study[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2025, 34(1): 108168. DOI: [10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2024.108168](https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2024.108168).
- 9 Zhang Y, Zheng X. Association of 28-day mortality with non-high-density lipoprotein cholesterol and the high-density lipoprotein cholesterol ratio (NHHR) in patients with sepsis: results of MIMIC-IV database analysis[J]. *Lipids Health Dis*, 2024, 23(1): 255. DOI: [10.1186/s12944-024-02219-5](https://doi.org/10.1186/s12944-024-02219-5).
- 10 Sheng G, Liu D, Kuang M, et al. Utility of non-high-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio in evaluating incident diabetes risk[J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2022, 15: 1677–1686. DOI: [10.2147/DMSO.S355980](https://doi.org/10.2147/DMSO.S355980).
- 11 Yu B, Li M, Yu Z, et al. The non-high-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio (NHHR)

- as a predictor of all-cause and cardiovascular mortality in US adults with diabetes or prediabetes: NHANES 1999–2018[J]. BMC Med, 2024, 22(1): 317. DOI: [10.1186/s12916-024-03536-3](https://doi.org/10.1186/s12916-024-03536-3).
- 12 Lin Z, Yi T, Hu F, et al. U-shaped association between the non-high-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio and mortality risk in obese adults: evidence from NHANES 1999–2018[J]. Front Cardiovasc Med, 2024, 11: 1524465. DOI: [10.3389/fcvm.2024.1524465](https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1524465).
- 13 Zhao Y, Hu Y, Smith JP, et al. Cohort profile: the China health and retirement longitudinal study (CHARLS)[J]. Int J Epidemiol, 2014, 43(1): 61–68. DOI: [10.1093/ije/dys203](https://doi.org/10.1093/ije/dys203).
- 14 Wang Z, Wu M, Du R, et al. The relationship between non-high-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio (NHHR) and hyperuricaemia[J]. Lipids Health Dis, 2024, 23(1): 187. DOI: [10.1186/s12944-024-02171-4](https://doi.org/10.1186/s12944-024-02171-4).
- 15 American Diabetes Association. 2. Classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes–2018[J]. Diabetes Care, 2018, 41(Suppl 1): S13–S27. DOI: [10.2337/dc18-S002](https://doi.org/10.2337/dc18-S002).
- 16 Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH guidelines for the management of arterial hypertension[J]. Eur Heart J, 2018, 39(33): 3021–3104. DOI: [10.1093/eurheartj/ehy339](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339).
- 17 Wu W, Chen Y, Wu K, et al. Accumulated exposure to high non-high-density lipoprotein cholesterol increases the risk of cardiovascular diseases in hypertensive individuals: an 11-year prospective cohort study[J]. Clin Exp Hypertens, 2023, 45(1): 2264540. DOI: [10.1080/10641963.2023.2264540](https://doi.org/10.1080/10641963.2023.2264540).
- 18 Jung E, Kong SY, Ro YS, et al. Serum cholesterol levels and risk of cardiovascular death: a systematic review and a dose-response Meta-analysis of prospective cohort studies[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(14): 8272. DOI: [10.3390/ijerph19148272](https://doi.org/10.3390/ijerph19148272).
- 19 Su X, Rao H, Zhao C, et al. Association between the non-high-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio and mortality among hypertension patients[J]. Sci Rep, 2025, 15(1): 6012. DOI: [10.1038/s41598-025-88539-7](https://doi.org/10.1038/s41598-025-88539-7).
- 20 Mao Q, Zhao J, Zhao X. Association of non-HDL-C-to-HDL-C ratio with coronary lesions and its prognostic performance in first-onset NSTEMI[J]. Biomark Med, 2023, 17(1): 29–39. DOI: [10.2217/bmm-2022-0548](https://doi.org/10.2217/bmm-2022-0548).
- 21 Duewell P, Kono H, Rayner KJ, et al. NLRP3 inflammasomes are required for atherogenesis and activated by cholesterol crystals[J]. Nature, 2010, 464(7293): 1357–1361. DOI: [10.1038/nature08938](https://doi.org/10.1038/nature08938).
- 22 Raja V, Aguiar C, Alsayed N, et al. Non-HDL-cholesterol in dyslipidemia: review of the state-of-the-art literature and outlook[J]. Atherosclerosis, 2023, 383: 117312. DOI: [10.1016/j.atherosclerosis.2023.117312](https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2023.117312).
- 23 Sebková E, Klimes I, Stolba P. Cellular and molecular mechanisms of insulin resistance[J]. Vnitr Lek, 1995, 41(2): 76–83. <https://link.springer.com/article/10.1007/s43152-024-00056-3>
- 24 Kim S, Subramanian S. Approach to lipid management in the patient with diabetes[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2025, 110(6): 1740–1755. DOI: [10.1210/clinem/dgaf018](https://doi.org/10.1210/clinem/dgaf018).
- 25 Qin S. LDL and HDL oxidative modification and atherosclerosis[J]. Adv Exp Med Biol, 2020, 1276: 157–169. DOI: [10.1007/978-981-15-6082-8_10](https://doi.org/10.1007/978-981-15-6082-8_10).
- 收稿日期: 2025 年 03 月 10 日 修回日期: 2025 年 06 月 11 日
本文编辑: 桂裕亮 曹 越

引用本文: 张洁, 方奎, 陈红艳. Non-HDL-C/HDL-C比值与糖代谢异常人群全因死亡风险关系: 基于CHARLS数据库[J]. 医学新知, 2025, 35(8): 878–884. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202503066](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202503066).
Zhang J, Fang K, Chen HY. Relationship between the ratio of non-HDL-C and HDL-C and the risk of all-cause mortality in a population with abnormal glucose metabolism: base on CHARLS database[J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2025, 35(8): 878–884. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202503066](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202503066).