·临床与预防·

单核细胞 / 白蛋白比值与糖尿病患者全因死亡率及心血管疾病死亡率的相关性——基于 NHANES 数据库的队列研究

王怡[1],张文俊[1],胡琼[1],李威[2],汪青[2],赵星海[3],李怡梅[3],刘丽燕[3]
1.昆山市第六人民医院内分泌科,江苏 昆山 215300;2.昆山市中医医院中心实验室;
3.昆山市中医医院老年内分泌科,江苏 昆山 215300

摘要:目的　基于美国国家健康与营养调查(National Health and Nutrition Examination Survey,NHANES)数据库,探讨单核细胞 / 白蛋白比值(monocyte-to-albumin ratio,MAR)与糖尿病患者全因死亡率及心血管疾病(cardiovascular disease,CVD)死亡率之间的关系。**方法**　本研究基于 NHANES 数据库 1999—2018 年的糖尿病患者资料及美国国家死亡索引(National Death Index, NDI)数据库的死亡结果进行分析,采用加权 Cox 比例风险回归模型、Kaplan-Meier 生存曲线、限制性立方样条回归分析、亚组分析和交互作用等研究方法探讨了 MAR 与糖尿病患者全因及 CVD 死亡率之间的关系。**结果**　本研究共纳入 4 558 例糖尿病患者,随访过程中,全因死亡患者共 1 250 例,CVD 死亡共 429 例。将 MAR 按三分位数进行分组,在调整多项混杂因素后,与最低三分位组(Q1:MAR<0.011)相比,MAR 最高三分位组(Q3:MAR≥0.015)全因死亡率(*HR*=1.44,95%*CI*:1.21 ~ 1.71)和 CVD 死亡率(*HR*=1.44,95%*CI*:1.01 ~ 2.05)均显著升高。Kaplan-Meier 生存分析显示,MAR 最高三分位组的生存率明显低于最低三分位组,差异有统计学意义(P<0.001)。**结论**　MAR 与糖尿病患者全因死亡率及 CVD 死亡率之间存在正相关关系,是糖尿病患者全因死亡及 CVD 死亡的独立危险因素。

关键词:单核细胞 / 白蛋白比值;糖尿病;全因死亡率;心血管疾病死亡率
中图分类号:R587.1;R181.2　**文献标志码**:A　**文章编号**:1003-8507(2026)03-557-07
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202509189

Correlation between monocyte/albumin ratio and all-cause mortality as well as cardiovascular disease mortality in diabetic patients: a cohort study based on the NHANES database

WANG Yi*, ZHANG Wen-Jun, HU Qiong, LI Wei, WANG Qing, ZHAO Xing-Hai, LI Yi-Mei, LIU Li-Yan
**Endocrinology Department, Kunshan Sixth People's Hospital, Kunshan, Jiangsu 215300, China*

Abstract: Objective Based on the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) database, this study investigates the association between the monocyte-to-albumin ratio (MAR) and all-cause and cardiovascular disease (CVD) mortality among individuals with diabetes mellitus. **Methods** Using NHANES 1999—2018 data linked to mortality outcomes from the National Death Index (NDI), we conducted a study among adults with diabetes mellitus. Weighted Cox proportional-hazards regression, Kaplan-Meier survival curves, restricted cubic spline regression, subgroup analyses, and interaction tests were employed to examine the associations of the monocyte-to-albumin ratio (MAR) with all-cause and CVD mortality among individuals with diabetes mellitus. **Results** A total of 4 558 patients with diabetes mellitus were enrolled in this study. During follow-up, 1 250 all-cause deaths and 429 CVD-specific deaths were documented. MAR was categorized into tertiles. After adjusting for multiple confounding factors, compared with the lowest tertile group (Q1: MAR<0.011), the highest tertile group (Q3: MAR≥0.015) exhibited significantly increased risks of both all-cause mortality (*HR*=1.44, 95% *CI*: 1.21-1.71) and CVD mortality (*HR*=1.44; 95% *CI*: 1.01-2.05). Kaplan-Meier survival analysis demonstrated that the survival probability in the highest MAR tertile was markedly lower than that in the lowest tertile, with a statistically significant difference (P< 0.001). **Conclusion** MAR is positively associated with both all-cause and CVD mortality in patients with diabetes and represents an independent risk factor for these outcomes.

基金项目:苏州市医学重点扶持学科(SZFCXK202115);昆山市高层次卫生人才项目(昆卫[2024]9 号)
作者简介:王怡(1982—),女,硕士,副主任医师,研究方向:糖尿病
通信作者:刘丽燕,E-mail:273423229@qq.com

Keywords: Monocyte-to-albumin ratio; Diabetes mellitus; All-cause mortality; Cardiovascular disease mortality

糖尿病是导致全因死亡及心血管疾病(cardiovascular disease,CVD)死亡的重要危险因素。糖尿病患者的全因死亡率显著高于非糖尿病人群[1],其中约 50%的死亡可归因于 CVD[2]。尽管传统的危险分层模型(如基于糖化血红蛋白、血脂谱及肾功能指标)已广泛应用于临床,但糖尿病患者的死亡风险仍存在显著个体差异,需进一步探索能反映病理生理机制的新型生物学标志物,以实现更精准的风险评估与干预。

近年来,慢性低度炎症与免疫失调[3-5]在糖尿病进展中的作用逐渐被重视。长期高血糖可通过晚期糖基化终产物(advanced glycation end products,AGEs)积累、线粒体功能障碍等机制激活单核 - 巨噬细胞系统,诱发全身性炎症级联反应[6]。单核细胞是先天性免疫的核心组分[7],其数量或比例升高可促进促炎因子(如肿瘤坏死因子 -α、白细胞介素 -1β 等)释放,加速内皮损伤和动脉粥样硬化斑块形成。与此同时,血清白蛋白不仅是营养状态的重要指标,也是关键的抗氧化与抗炎分子[8],低白蛋白血症常伴随氧化应激增强及内皮屏障功能受损,可能进一步放大糖尿病微血管[9]与大血管并发症风险。

近年来,单核细胞 / 白蛋白比值(monocyte-to-albumin ratio, MAR)作为一种新型炎症免疫标志物,受到了广泛关注,MAR 可同时反映机体免疫炎症的激活与机体内环境稳态的失衡。目前,MAR 已用于心脑血管疾病、自身免疫性疾病预后的风险评估,但其对糖尿病预后的预测价值尚不明确。本研究的目的是基于美国国家健康与营养调查(National Health and Nutrition Examination Survey,NHANES)数据库,探索 MAR 与糖尿病患者全因死亡率及 CVD 死亡率之间的关联,从而为糖尿病患者的预后评估和及时干预提供新的方向。

1 材料与方法

1.1 研究对象 研究资料均来自美国 NHANES 数据库(https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/index.htm)。NHANES 是一项由美国疾病预防控制中心与国家卫生统计中心联合发起的具有代表性的横断面调查,内容包括标准化的问卷、体格检查和实验室检测,以评估居民的健康状况。该调查严格遵循伦理规范,并获得美国国家卫生统计中心伦理审查委员会的批准。本研究纳入了 NHANES 数据库 1999—2018 年的糖尿病患者。纳入标准:该期间参与调查的糖尿病患者。糖尿病的诊断标准为:(1)自我报告有糖尿病病史;(2)使用胰岛素、降糖药等糖尿病药物;(3)糖化血红蛋白(glycated hemoglobin,HbA1c)≥6.5%、空腹血糖≥126 mg/dl 或餐后 2 h 血糖≥200 mg/dl,满足以上任意一条[10]。排除标准:(1)年龄<18 周岁;(2)单核细胞和 / 或白蛋白数据缺失;(3)死亡随访数据缺失。最终,4 558 名糖尿病患者被纳入本研究。见图 1。

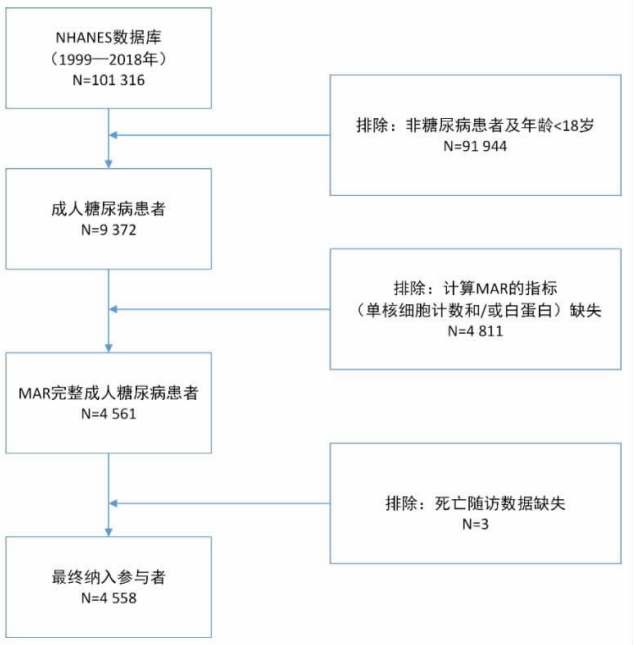


图 1 受试者筛选流程图

Figure 1 Screening process for subjects

1.2 暴露因素及结局变量 本研究的暴露因素为 MAR,其计算公式为:MAR= 单核细胞计数 / 白蛋白浓度。将 MAR 按照三分位数进行分组,分为 Q1(MAR < 0.011)、Q2(0.011 ≤ MAR <0.015)及 Q3(MAR ≥0.015)三组。结局变量包括全因死亡率及 CVD 死亡率,死亡结果来自美国国家死亡索引(National Death Index, NDI)数据库,NDI 数据库由美国国家健康统计中心(National Center for Health Statistics,NCHS)维护,它记录了所有参与者的生存状态数据,包括死亡信息,并与 NHANES 数据库中的信息相匹配。

1.3 协变量 协变量包括年龄、性别、种族(墨西哥裔美国人、其他西班牙裔、非西班牙裔白人、非西班牙裔黑人及其他种族)、身体质量指数(body mass index,BMI)、教育水平(高中以下、高中、高中以上)、婚姻状况(已婚并与配偶生活、其他)、贫困收入比率(poverty-income ratio,PIR)、饮酒状态(饮酒或不饮酒)、吸烟状态(从不吸烟、现在吸烟或以前吸烟)、慢性病病史(高血压及高血脂)及实验室检查[血红蛋白、血肌酐、血糖、HbA1c、总胆固醇、丙氨酸氨基转移酶(alanine aminotransferase,ALT)及天门冬氨酸氨基

转移酶(aspartate aminotransferase,AST)]。

本研究中，满足以下任意一条即诊断为高血压：自我报告有高血压病史;使用降压药物;收缩压≥140 mm Hg;舒张压≥90 mm Hg。满足以下任意一条即诊断为高血脂：总胆固醇≥2 000 mg/L;甘油三酯≥1 500 mg/L;低密度脂蛋白≥1 300 mg/L;男性高密度脂蛋白≤400 mg/L,女性高密度脂蛋白≤500 mg/L;服用降脂药。BMI= 体重 / 身高的二次方(kg/m^2),并分为<25 kg/m^2,25 ~ 29.9 kg/m^2,≥30 kg/m^2 三组。

1.4　统计学分析　本研究采用 SPSS 25.0 及 R (4.4.2)统计软件进行数据分析,所有分析都进行了加权处理。符合正态分布的连续性变量使用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用方差分析;不符合正态分布的连续性变量以［M (P_{25},P_{75})］表示，组间比较采用 Kruskal–waills test。分类变量采用百分比(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。

本研究使用加权 Cox 比例风险回归模型分析 MAR 与糖尿病全因死亡率及 CVD 死亡率的相关性,绘制 Kaplan–Meier 生存曲线,Log–rank 检验比较各组随访过程中生存率的差异。使用限制性立方样条(restricted cubic spline,RCS)拟合 MAR 与糖尿病患者全因及 CVD 死亡率之间的线性关系。检验水准 α=0.05。

2　结　果

2.1　研究人群的基线特征　排除基线非糖尿病患者、年龄<18 周岁、单核细胞计数和 / 或白蛋白数据缺失、死亡随访数据缺失的个体,最终,4 558 名糖尿病患者被纳入研究进行分析。其中，男性 2 344 例(51.43%),女性 2 214 例(48.57%),平均年龄为 59.21 岁。随访中位人年为 8.43 年,中位随访时间为 8.5 年。与 MAR 水平较低的 Q1 组相比,Q3 组年龄更大,非西班牙裔白人占比更大,BMI、血清肌酐、HbA1c 水平更高,吸烟和患有高血压的比例更大(P<0.05)。见表 1。

2.2　全因死亡及 CVD 死亡情况　随访期间,全因死亡共 1 250 例 (27.42%),CVD 死亡共 429 例(9.41%)。与 Q1 组相比,Q3 组全因死亡和 CVD 死亡的占比更高(P<0.05)。见表 1。

表 1　研究人群的一般资料［M(P_{25},P_{75}),($\bar{x} \pm s$),n(%)］

Table 1　General demographic information of the study population［M (P_{25}, P_{75}), ($\bar{x} \pm s$), n(%)］

变量	总数(n=4 558)	Q1 (n=1 593)	Q2 (n=1 528)	Q3 (n=1 437)	χ^2/F/H 值	P 值
ALT(U/L)	23.00 (17.00, 31.00)	23.00 (17.00, 30.00)	23.00 (18.00, 32.00)	23.00 (18.00, 32.00)	2.95	0.236
AST(U/L)	24.00 (20.00, 29.00)	23.00 (20.00, 29.00)	24.00 (20.00, 29.00)	24.00 (20.00, 30.00)	3.12	0.217
血糖(mmol/L)	7.05 (5.88, 9.49)	7.11 (6.00, 10.05)	6.99 (5.83, 9.27)	6.94 (5.77, 9.16)	6.39	0.046
血清肌酐(μmol/L)	79.56 (65.42, 95.47)	76.02 (63.65, 90.17)	79.56 (65.42, 94.59)	79.56 (68.07, 99.89)	31.29	<0.001
HbA1c(%)	6.60 (6.00, 7.60)	6.60 (5.90, 7.80)	6.60 (6.00, 7.40)	6.70 (6.10, 7.70)	10.68	0.007
血红蛋白(g/L)	14.05 ± 0.04	14.01 ± 0.05	14.11 ± 0.07	14.03 ± 0.06	0.04*	0.841
总胆固醇(mmol/L)	4.85 ± 0.02	4.93 ± 0.04	4.89 ± 0.04	4.75 ± 0.05	7.13*	0.009
年龄(岁)	60.00 (50.00, 70.00)	59.00 (49.00, 69.00)	61.00 (50.00, 71.00)	61.00 (51.00, 71.00)	18.04#	<0.001
MAR	0.01 (0.01, 0.02)	0.01 (0.01, 0.01)	0.01 (0.01, 0.01)	0.02 (0.02, 0.02)	18 735.14	<0.001
BMI(kg/m^2)					63.51	<0.001
<25	653 (12.90)	274 (17.03)	204 (12.09)	175 (9.66)		
25 ~ <30	1 353 (27.18)	504 (28.34)	457 (29.59)	392 (23.66)		
≥30	2 552 (59.92)	815 (54.63)	867 (58.32)	870 (66.68)		
性别					16.04	0.023
男	2 344 (50.86)	749 (46.64)	805 (52.69)	790 (53.17)		
女	2 214 (49.14)	844 (53.36)	723 (47.31)	647 (46.83)		
种族					77.57	<0.001
墨西哥裔美国人	831 (9.56)	318 (11.20)	307 (10.41)	206 (7.10)		
其他西班牙裔	443 (5.48)	153 (5.34)	160 (6.26)	130 (4.85)		
非西班牙裔白人	1 762 (63.24)	480 (56.00)	593 (63.96)	689 (69.61)		
非西班牙裔黑人	1 152 (14.52)	484 (18.22)	360 (13.70)	308 (11.71)		
其他种族	370 (7.20)	158 (9.24)	108 (5.68)	104 (6.73)		
PIR					7.83	0.254
≤1	1 079 (16.77)	380 (17.05)	339 (14.83)	360 (18.41)		
>1 ~ <4	2 647 (55.58)	920 (54.83)	903 (57.57)	824 (54.35)		
≥4	832 (27.65)	293 (28.13)	286 (27.59)	253 (27.24)		

（续表）

变量	总数(*n*=4 558)	Q1 (*n*=1 593)	Q2 (*n*=1 528)	Q3 (*n*=1 437)	$\chi^2/F/H$ 值	*P* 值
吸烟状态					35.30	<0.001
从来不吸	2 249 (49.09)	858 (53.09)	768 (49.60)	623 (44.66)		
以前吸烟	1 536 (34.24)	503 (31.82)	528 (35.98)	505 (34.88)		
现在吸烟	773 (16.67)	232 (15.09)	232 (14.41)	309 (20.45)		
教育水平					11.61	0.166
高中以下	1 686 (25.84)	573 (24.23)	592 (26.57)	521 (26.70)		
高中	1 080 (25.79)	388 (27.23)	345 (23.07)	347 (27.09)		
高中以上	1 792 (48.37)	632 (48.54)	591 (50.37)	569 (46.21)		
饮酒					7.46	0.121
不饮酒	1 692 (33.64)	627 (36.35)	564 (32.59)	501 (32.04)		
饮酒	2 866 (66.36)	966 (63.65)	964 (67.41)	936 (67.96)		
运动					10.28	0.053
中强度运动	2 513 (52.43)	835 (49.85)	820 (51.82)	858 (55.57)		
高强度运动	2 045 (47.57)	758 (50.15)	708 (48.18)	579 (44.43)		
高血压					19.96	0.002
无	1 322 (31.07)	509 (34.54)	450 (31.64)	363 (27.10)		
有	3 227 (68.93)	1 081 (65.46)	1 074 (68.36)	1 072 (72.90)		
高脂血症					11.50	0.063
无	549 (10.88)	212 (12.91)	173 (9.08)	164 (10.67)		
有	4 009 (89.12)	1 381 (87.09)	1 355 (90.92)	1 273 (89.33)		
全因死亡					76.75	<0.001
否	3 308 (75.47)	1 258 (81.33)	1 132 (77.22)	918 (67.99)		
是	1 250 (24.53)	335 (18.67)	396 (22.78)	519 (32.01)		
CVD 死亡					26.14	<0.001
否	4 129 (91.76)	1 477 (93.77)	1 387 (92.65)	1 265 (88.90)		
是	429 (8.24)	116 (6.23)	141 (7.35)	172 (11.10)		

注：* 表示 *F* 值；# 表示 *H* 值。

2.3 MAR 与糖尿病全因死亡及 CVD 死亡的关联

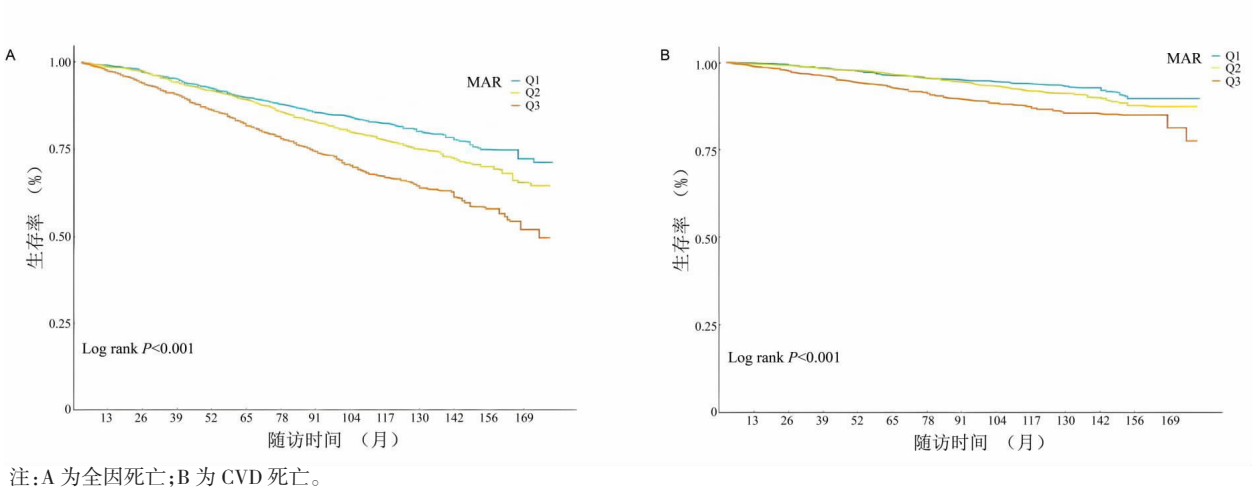
采用加权的 Cox 比例风险回归模型和 Kaplan–Meier 生存曲线进行分析。结果显示，在调整了性别、年龄、BMI、种族等一系列协变量的 Model 3 中，与 MAR 最低三分位组 Q1 组相比，Q3 组全因死亡和 CVD 死亡的发生率增加了 44%（*P* 均 <0.05），见表 2。Kaplan–Meier 生存曲线显示，高水平 MAR 的 Q3 组的生存率明显低于低水平的 Q1 组，差异有统计学意义（*P*<0.001），见图 2。

表 2 多因素 Cox 比例风险回归模型分析 MAR 与糖尿病全因死亡及 CVD 死亡的关联

Table 2 Multivariable Cox proportional hazards regression models were employed to analyze the association between MAR and all–cause as well as CVD mortality in individuals with diabetes

变量	Model 1		Model 2		Model 3	
	HR (95%*CI*)	*P* 值	*HR* (95%*CI*)	*P* 值	*HR* (95%*CI*)	*P* 值
全因死亡						
MAR	1.65(1.45 ~ 1.89)	<0.001	1.56(1.39 ~ 1.77)	<0.001	1.36(1.19 ~ 1.57)	<0.001
MAR 分组						
Q1	1.00 (Reference)		1.00 (Reference)		1.00 (Reference)	
Q2	1.26 (1.08 ~ 1.47)	0.004	1.09 (0.91 ~ 1.29)	0.357	1.05 (0.89 ~ 1.25)	0.570
Q3	1.97 (1.69 ~ 2.29)	<0.001	1.67 (1.41 ~ 1.98)	<0.001	1.44 (1.21 ~ 1.71)	<0.001
Per SD–increase	1.42(1.31 ~ 1.53)	<0.001	1.31(1.20 ~ 1.44)	<0.001	1.21(1.11 ~ 1.33)	<0.001
CVD 死亡						
MAR	1.76 (1.44 ~ 2.14)	<0.001	1.65 (1.36 ~ 2.01)	<0.001	1.43(1.15 ~ 1.78)	<0.001
MAR 分组						
Q1	1.00 (Reference)		1.00 (Reference)		1.00 (Reference)	
Q2	1.22 (0.88 ~ 1.69)	0.244	1.03 (0.73 ~ 1.44)	0.874	0.98 (0.70 ~ 1.39)	0.925
Q3	2.04 (1.49 ~ 2.78)	<0.001	1.67 (1.18 ~ 2.36)	0.003	1.44 (1.01 ~ 2.05)	0.044
Per SD–increase	1.45 (1.23 ~ 1.70)	<0.001	1.32(1.11 ~ 1.58)	0.002	1.22(1.02 ~ 1.47)	0.030

注：Model 1 未校正；Model 2 校正 BMI、性别及年龄；Model 3 校正年龄、BMI、性别、种族、PIR、吸烟状态、教育水平、饮酒、运动、慢性病（高血压、高脂血症）及实验室检查（ALT、AST、血糖、血肌酐、HbA1c、血红蛋白、总胆固醇）。



注：A 为全因死亡；B 为 CVD 死亡。

图 2　不同 MAR 水平糖尿病患者生存率分析

Figure 2　Analysis of survival rates in patients with diabetes stratified by CDAI Levels

亚组分析和交互作用分析结果显示，MAR 与糖尿病患者全因死亡率和 CVD 死亡率之间的正相关关系在各个亚组依然存在，具有稳定性。种族是糖尿病人群 MAR 与全因死亡发生之间的交互因素（*P*–interaction＜0.05）。见图 3、4。

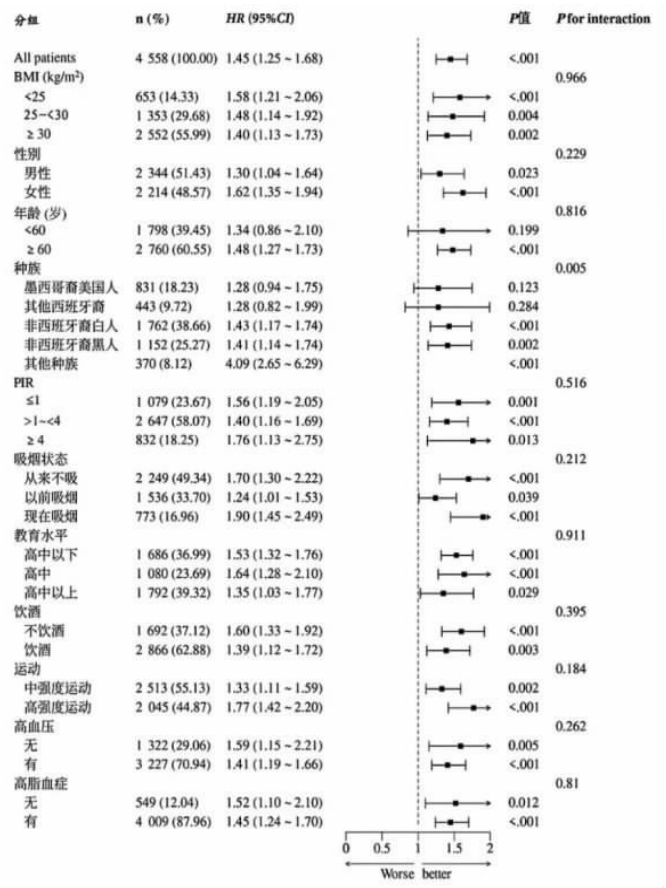


图 3　MAR 与糖尿病全因死亡关系的亚组分析和交互作用分析

Figure 3　Subgroup and interaction analyses of the association between MAR and all–cause mortality in patients with diabetes mellitus

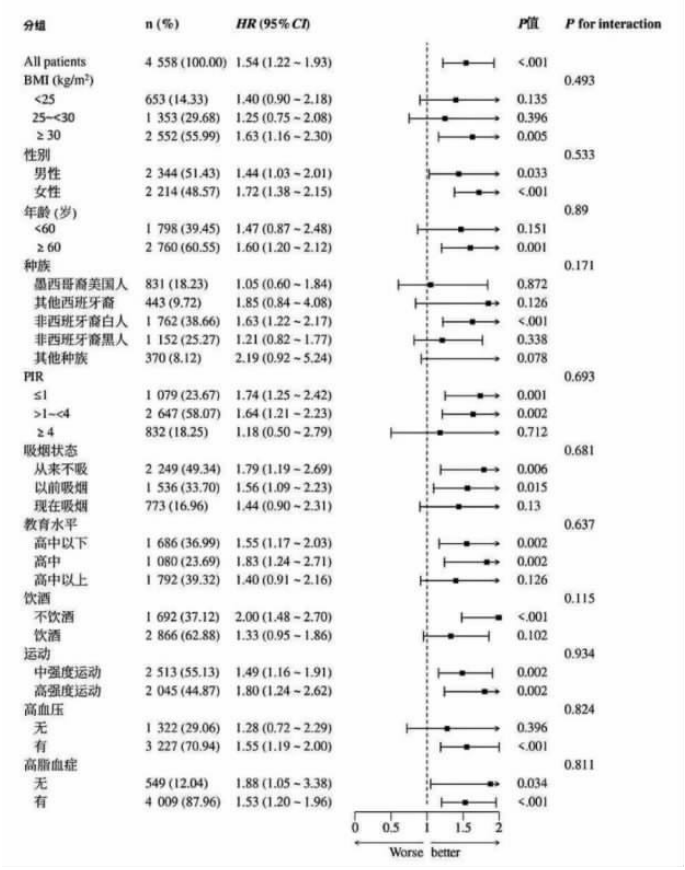
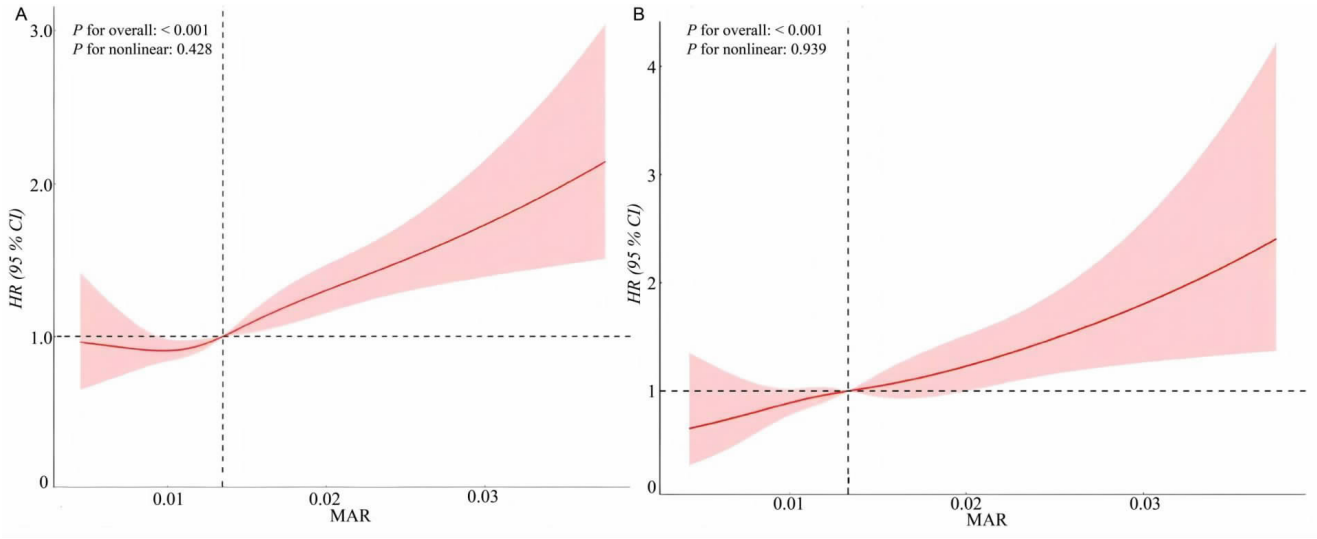


图 4　MAR 与糖尿病 CVD 死亡关系的亚组分析和交互作用分析

Figure 4　Subgroup and interaction analyses of the association between the MAR and CVD mortality in patients with diabetes mellitus

2.4　MAR 与糖尿病患者全因死亡率及 CVD 死亡率之间的剂量－反应关系　RCS 结果显示，MAR 与糖尿病患者全因死亡及 CVD 死亡之间呈正相关关系（*P* 均＜0.001），但不存在非线性关系。见图5。



注：A 为全因死亡；B 为 CVD 死亡。

图 5　MAR 与糖尿病患者全因死亡及 CVD 死亡之间剂量－反应关系

Figure 5　Dose-response relationship between MAR and all-cause and CVD mortality in patients with diabetes

3　讨　论

本研究探讨了 MAR 与糖尿病患者全因死亡及 CVD 死亡率的关系，结果显示，在调整了混杂因素后，MAR 最高三分位组的全因死亡率和 CVD 死亡率是 MAR 最低三分位组的 1.44 倍。

糖尿病是全身性代谢紊乱疾病，可以累及心脏、肾脏、神经、血管等脏器，引发各种合并症[11]。糖尿病合并症是影响患者生存状态的重要因素，既往流行病学显示，糖尿病患者的全因死亡率比非糖尿病患者高 2 倍，CVD 的发生风险是非糖尿病患者的 1.81 倍[12]。因此，探索反映糖尿病预后的生物学标志物对于糖尿病的风险评估和早期干预具有重要意义。

有研究显示，单核细胞能够预测颈总动脉粥样硬化，单核细胞百分比与心血管事件风险有关[13]。一项前瞻性研究发现，单核细胞与 2 型糖尿病患者全因死亡风险增加独立相关[14]。一项横断面研究发现，在 2 型糖尿病患者中，单核细胞计数与颈总动脉内膜中层厚度（common carotid artery intima-media thickness，CCA-IMT）呈正相关[15]，说明单核细胞可以预测大血管并发症发生。因此，在 2 型糖尿病患者中，单核细胞水平升高，提示 CVD 的发生风险更高。有研究发现，低白蛋白血症与动脉粥样硬化的发生和急性冠脉综合征（acute coronary syndrome，ACS）患者院内死亡率增加有关，白蛋白水平降低可以作为 ACS 患者院内死亡率的独立预测因子[16]。在相关研究中，白蛋白作为预测冠脉疾病和心衰患者的全因死亡的重要指标[17-18]，具有重要的临床应用价值。

MAR 是反映机体炎症状态与营养状况的新型生物学标志物，主要由单核细胞计数和白蛋白浓度比值组成。单核细胞作为免疫调节的关键细胞因子，在炎症介质的诱导下进入血液循环，并在分化过程中导致细胞因子水平上升[19]。单核细胞还分泌血管内皮生长因子（vascular endothelial growth factor, VEGF），该因子与糖尿病大血管并发症的发生密切相关[20]。白蛋白反应机体的营养状态，并有抗炎、抗氧化和维持血管内皮功能的作用，低白蛋白状态下机体对炎症因子的中和能力减弱。MAR 与以往用于病情评估的炎症生物标志物如 CRP、IL-6、肿瘤坏死因子等相比，具有低价高效的优势。多项研究显示 MAR 能够预测多种疾病的病情和预后，有研究发现，MAR 与冠心病、脑出血疾病的预后有关[21-22]，MAR 可以预测白塞病活动水平[23]。另外，MAR 与糖尿病患者中风患病率相关[24]，在另一篇关于 MAR 与 ACS 的研究中发现，MAR 与血糖水平正相关、与冠脉 Gensini 评分正相关。

本研究也存在一些局限性，首先，健康人群 MAR 通常为 0.2～0.6（10^9/L·g/L^{-1}），但老年人可能白蛋白水平偏低，导致 MAR 值偏高。其次，特殊情况可能会导致 MAR 假性升高，需在临床分析中校正：如感染或急性炎症时，单核细胞升高，白蛋白短暂降低；营养支持时，肠内 / 肠外营养治疗后白蛋白水平回升可能滞后于单核细胞下降，需结合临床进行综合评判。最后，影响糖尿病患者预后的其他因素，如膳食、睡眠等并未全部纳入。

综上，高 MAR 值可能反映了更活跃的炎症状态和较差的营养状况，这两者都可能促进糖尿病并发症的发展，从而增加死亡风险。MAR 可作为预测糖尿病患者全因死亡和 CVD 死亡风险的临床应用指标。MAR 检验成本低、获取容易，可用于糖尿病患者的预

后风险筛查和早期干预，具有重要的临床应用价值，尤其适用于资源有限的地区。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Raghavan S, Vassy JL, Ho YL, et al. Diabetes Mellitus-Related All-Cause and cardiovascular mortality in a National cohort of adults [J]. Journal of the American Heart Association, 2019, 8(4): e011295.

[2] Chowdhury M, Nevitt S, Eleftheriadou A, et al. Cardiac autonomic neuropathy and risk of cardiovascular disease and mortality in type 1 and type 2 diabetes: a meta-analysis [J]. BMJ Open Diabetes Res Care, 2021, 9(2): e002480.

[3] Mohiuddin SS. Comparative study of degree of low grade chronic inflammatory status in freshly diagnosed type 1 with type 2 diabetic patients[J]. Arch Diabetes Obes, 2018, 1: 201.

[4] Herold KC, Delong T, Perdigoto AL, et al. The immunology of type 1 diabetes[J]. Nature Reviews Immunology, 2024, 24(6): 435-451.

[5] Girard D, Vandiedonck C. How dysregulation of the immune system promotes diabetes mellitus and cardiovascular risk complications[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9: 991716.

[6] Stefano GB, Challenger S, Kream RM. Hyperglycemia-associated alterations in cellular signaling and dysregulated mitochondrial bioenergetics in human metabolic disorders [J]. European Journal of Nutrition, 2016, 55(8): 2339-2345.

[7] 李其华，韦耀达. 单核细胞与高密度脂蛋白胆固醇比值评估中年人群发生冠心病及重度冠状动脉病变的价值研究[J]. 实用心脑肺血管病杂志，2023，31(4)：20-25, 34.
Li QH, Wei YD. Value of monocyte/High-Density lipoprotein cholesterol ratio in evaluating the coronary heart disease and severe coronary artery lesions in Middle-Aged People [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2023, 31 (4): 20-25, 34.(In Chinese)

[8] Maria C, Florina RA, Victoria N, et al. Serum albumin concentration and the risk of cardiovascular disease and acute coronary syndrome-a narrative review [J]. J Cardiovascu Emerg, 2025, 11: 11-19.

[9] Zhang J, Deng YY, Wan Y, et al.Association between serum albumin level and microvascular complications of type 2 diabetes mellitus[J]. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity : Targets and Therapy, 2022, 15: 2173-2182.

[10] Li WH, Xie SY, Zhong SD, et al. The synergistic effect of diabetes mellitus and osteoporosis on the all-cause mortality: a cohort study of an American population [J]. Frontiers in Endocrinology, 2023, 14: 1308574.

[11] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)[J]. 中华糖尿病杂志，2021，13(4)：315-409.
Chinese Diabetes Society. Guideline for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in China (2020 edition) [J]. Chinese Journal of Diabetes Mellitus, 2021, 13(4): 315-409.(In Chinese)

[12] Li S, Wang JX, Zhang B, et al. Diabetes mellitus and Cause-Specific mortality: a Population-Based study [J]. Diabetes & Metabolism Journal, 2019, 43(3): 319-341.

[13] Kim JH, Lee YJ, Park B. Higher monocyte count with normal white blood cell count is positively associated with 10-year cardiovascular disease risk determined by Framingham risk score among community-dwelling Korean individuals[J]. Medicine, 2019, 98(17): e15340.

[14] Yang LN, Hu JB, Wang ZH, et al. Peripheral monocyte count is an Independent predictor of all-cause mortality in type 2 diabetes with macro-vascular complications[J]. Medicine, 2020, 99(4): e18876.

[15] Zhang Z, Gao YN, Li ZJ, et al. Association of carotid atherosclerotic plaque and intima-media thickness with the monocyte to high-density lipoprotein cholesterol ratio among low-income residents of rural China: a population-based cross-sectional study[J]. BMC Public Health, 2023, 23(1): 2541.

[16] Zhu LJ, Chen MM, Lin XP. Serum albumin level for prediction of all-cause mortality in acute coronary syndrome patients: a meta-analysis[J]. Bioscience Reports, 2020, 40(1): BSR20190881.

[17] Jiang J, Miao P, Xin G. Prognostic value of albumin-based indices for mortality after heart failure: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Cardiovascular Disorders, 2024, 24(1): 570.

[18] Huang HZ, Yu YR, Chen LN, et al. Independent and joint effects of high-sensitivity c-reactive protein and hypoalbuminemia on long-term all-cause mortality among coronary artery disease: a prospective and multicenter cohort study [J]. BMC Cardiovascular Disorders, 2021, 21(1): 613.

[19] Ginhoux F, Jung S. Monocytes and macrophages: developmental pathways and tissue homeostasis [J]. Nature Reviews Immunology, 2014, 14(6): 392-404.

[20] 汪慧卉，吴柱国，王颖. 2 型糖尿病心血管并发症早期诊断生物标志物的研究进展[J]. 医学综述，2019，25(20)：4080-4086, 4092.
Wang HH, Wu ZG, Wang Y. Research progress in biomarkers for early diagnosis of cardiovascular complications in type 2 diabetes mellitus[J]. Medical Recapitulate, 2019, 25(20): 4080-4086, 4092. (In Chinese)

[21] Zhang ZL, Guo QQ, Tang JN, et al. Monocyte-to-albumin ratio as a novel predictor of long-term adverse outcomes in patients after percutaneous coronary intervention[J]. Bioscience Reports, 2021, 41 (7): BSR20210154.

[22] Fu J, Xu Y, Chen X, et al. Monocyte-to-Albumin ratio is associated with hematoma expansion in spontaneous intracerebral hemorrhage [J]. Brain and Behavior, 2024, 14(10): e70059.

[23] Sahin M, Karakose CC, Melikoglu MA. Potential biomarkers in Behcet's disease: monocyte, neutrophil, platelet, and C-reactive protein to albumin ratios[J]. Reumatologia, 2024, 62(5): 308-313.

[24] Lv YH, Li QX, Wang XP, et al. Monocyte-to-albumin ratio outperforms triglyceride-glucose index in associating with stroke prevalence among diabetics: an NHANES cross-sectional study[J]. European Journal of Medical Research, 2025, 30(1): 806.

收稿日期：2025-09-13