

代谢相关脂肪性肝病与脑卒中的相关性——基于美国NHANES数据库和中国单中心队列的研究

李倩¹, 刘伟¹, 纪永健¹, 陈巍^{2*}

¹山东大学齐鲁医院德州医院老年医学科, 山东德州 253000; ²山东大学齐鲁医院德州医院神经内科, 山东德州 253000

[中图分类号] R575.5; R743.3

[文献标志码] A

[DOI] 10.11855/j.issn.0577-7402.2098.2026.0513

[声明] 本文所有作者声明无利益冲突

[引用本文] 李倩, 刘伟, 纪永健等. 代谢相关脂肪性肝病与脑卒中的相关性——基于美国NHANES数据库和中国单中心队列的研究[J]. 解放军医学杂志, DOI:10.11855/j.issn.0577-7402.2098.2026.0513.

[收稿日期] 2025-10-10

[录用日期] 2026-01-06

[上线日期] 2026-05-13

[摘要] **目的** 探究代谢相关脂肪性肝病(MAFLD)与成人脑卒中风险的关联性, 为脑卒中一级预防提供流行病学证据。**方法** 基于2017—2023年美国国家健康与营养调查(NHANES)数据, 选取年龄 ≥ 20 岁的参与者作为发现集, 其中脑卒中患者793例; 采用1:1倾向性评分匹配从参与者中选取非脑卒中对象793例。MAFLD的诊断依据为2020年国际专家共识标准, 脑卒中的诊断来源于患者上报。采用单因素和多因素logistic回归模型分析MAFLD与脑卒中风险的相关性。另选取2025年1—12月于山东大学齐鲁医院德州医院健康管理中心接受体检的成人326例作为验证集, 其中脑卒中患者79例(24.2%); 验证MAFLD与脑卒中风险的相关性。**结果** 基于发现集队列的多因素回归分析显示, 在校正年龄、性别、种族、文化程度、家庭收入、吸烟史、饮酒史及高尿酸血症后, MAFLD仍为脑卒中的独立危险因素($OR=1.68$, 95%CI 1.26~2.24, $P<0.001$)。在验证集中, 调整相同协变量后, MAFLD与脑卒中风险仍明显相关($OR=1.97$, 95%CI 1.09~3.63, $P=0.027$)。对发现集队列进行的亚组分析显示, 在 <65 岁人群中, MAFLD与脑卒中风险明显相关($OR=2.66$, 95%CI 1.77~3.58, $P<0.001$)。**结论** MAFLD与脑卒中风险增加明显相关, 且在年轻人群中关联性更强。应将MAFLD, 尤其是中青年MAFLD患者视为脑卒中一级预防的重要干预对象。

[关键词] 代谢相关脂肪性肝病; 脑卒中; 倾向性评分匹配; 美国国家健康与营养调查

Association between metabolic associated fatty liver disease and stroke: a cross-sectional study based on the NHANES database and Chinese single-center cohort

Li Qian¹, Liu Wei¹, Ji Yong-Jian¹, Chen Wei^{2*}

¹Department of Geriatrics, ²Department of Neurology, Dezhou Hospital, Qilu Hospital, Shandong University, Dezhou, Shandong 253000, China

*Corresponding author, E-mail: mdjsw@126.com

[Abstract] **Objective** To investigate the association between metabolic associated fatty liver disease (MAFLD) and stroke risk in adults, providing epidemiological evidence for primary prevention of stroke. **Methods** Participants aged ≥ 20 years were selected from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) database (2017 - 2023) as the discovery dataset, including 793 stroke patients. A 1:1 propensity score matching was performed to select 793 non-stroke controls. MAFLD was diagnosed according to the 2020 international expert consensus criteria, and stroke status was determined by self-report. Univariate and multivariate logistic regression models were used to analyze the association between MAFLD and stroke risk. Additionally, 326 adults who underwent physical examinations at the Health Management Center of Qilu Hospital of Shandong University Dezhou Hospital from January to December 2025 were enrolled as a validation dataset, including 79 (24.2%) stroke patients, to verify the association between MAFLD and stroke risk. **Results** Multivariate regression analysis based on the discovery dataset showed that

[作者简介] 李倩, 医学硕士, 主治医师, 主要从事消化系统疾病方面的研究

[通信作者] 陈巍, E-mail: mdjsw@126.com

after adjusting for age, sex, race, education level, family income, smoking history, alcohol consumption, and hyperuricemia, MAFLD remained an independent risk factor for stroke ($OR=1.68$, 95%CI 1.26-2.24, $P<0.001$). In the validation dataset, after adjusting for the same covariates, MAFLD was still significantly associated with stroke risk ($OR=1.97$, 95%CI 1.09-3.63, $P=0.027$). Subgroup analysis of the discovery dataset revealed a significant association between MAFLD and stroke risk in individuals aged <65 years ($OR=2.66$, 95%CI 1.77-3.58, $P<0.001$). **Conclusions** MAFLD is significantly associated with an increased risk of stroke, with a stronger association observed in younger populations. MAFLD, especially in young and middle-aged patients, should be considered an important intervention target for primary stroke prevention.

[Key words] metabolic associated fatty liver disease; stroke; propensity score matching; NHANES

脑卒中作为一种急性脑血管疾病,是全球范围内导致死亡和长期残疾的主要原因之一,给社会和家庭带来沉重的经济和健康负担^[1]。随着人口老龄化和生活方式的改变,脑卒中发病率呈上升趋势,因此,识别并干预其可控的危险因素对于制定有效的预防策略至关重要^[2]。代谢相关脂肪性肝病(metabolic associated fatty liver disease, MAFLD)是一种常见的慢性肝脏疾病,其诊断标准基于肝脏脂肪变性并伴有超重/肥胖、2型糖尿病或代谢功能障碍的证据^[3]。MAFLD不仅表现为肝脏损害,更被视为一种影响多器官系统的全身性疾病,尤其与心血管疾病风险增加密切相关^[4]。近年来,业界开始关注MAFLD与脑卒中之间的关联。MAFLD患者体内普遍存在的慢性低度炎症状态、内皮功能障碍、胰岛素抵抗及氧化应激等病理生理过程,被认为是促进动脉粥样硬化和血栓形成,进而增加脑卒中风险的关键机制^[5-6]。多项观察性研究和荟萃分析显示,MAFLD是脑卒中的独立危险及预后影响因素^[7-9]。然而,这些研究多集中于特定人群,需要更多来自不同大型队列的数据来验证这一关联的普遍性和稳定性。美国国家健康与营养检查调查(National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES)拥有来自美国的大规模、多民族、具有全国代表性的人群样本,可为研究复杂疾病之间的关联提供重要的数据资源。本研究利用NHANES数据库(<https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/index.htm>),采用倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM)的方法控制混杂因素,探讨MAFLD与脑卒中发病风险之间的关联性,同时采集山东大学齐鲁医院德州医院的体检队列数据进行验证,以期为MAFLD人群的脑卒中一级预防提供新的流行病学证据。

1 资料与方法

1.1 研究设计 本研究采用分别来自于美国和中国的双数据集——发现集和验证集。(1)将源自美国NHANES数据库的队列数据作为发现集,用于探索MAFLD与脑卒中风险之间的关联。NHANES是由美国国家卫生统计中心(NCHS)进行的一项持续性、全

国性调查,采用复杂的多阶段分层抽样设计,旨在收集能代表美国平民人口的健康和营养状况信息。(2)将我国山东大学齐鲁医院德州医院的体检队列数据作为验证集,用于验证发现数据集中观察到的关联是否稳定。

1.2 研究对象 选取美国NHANES数据库2017—2023年调查对象17 588名,其中脑卒中患者793例,采用1:1 PSM从调查对象中选取非脑卒中对象793例,作为发现集。同时,纳入2025年1—12月于山东大学齐鲁医院德州医院健康管理中心接受体检的成人326例,作为验证集,其中脑卒中患者79例(24.2%)。验证集信息均来源于医院电子体检系统,经脱敏处理后用于统计分析。通过询问参与者是否曾由医师或其他医疗专业人员诊断为脑卒中,依据其回答将研究对象划分为脑卒中组($n=79$)与非脑卒中组($n=247$)。本研究获山东大学齐鲁医院德州医院伦理审查委员会审批(202601221530000539269)。

纳入标准: 年龄 ≥ 20 岁的参与者。排除标准:

(1)脑卒中结局变量数据缺失;(2)用于诊断MAFLD的关键变量数据缺失,如腰围、肝脏影像学检查、糖尿病史、血脂水平等;(3)其他重要协变量(如年龄、性别、种族、吸烟饮酒史等)数据缺失。

1.3 MAFLD的定义 根据2020年国际专家共识进行定义^[3]。MAFLD确诊需满足以下条件:首先,基于肝脏脂肪积聚的组织学(肝活检)、影像学及血液生物标志物证据证实存在肝脂肪变性。在此基础上,还需符合以下三项条件之一:超重或肥胖,2型糖尿病(T2DM),代谢功能障碍。其中代谢功能障碍的判定需满足至少两项代谢风险异常指标:(1)腰围 $\geq 102/88$ cm(高加索裔男/女)或 $\geq 90/80$ cm(亚裔男/女);(2)血压 $\geq 130/85$ mmHg或接受降压治疗;(3)血浆甘油三酯(TG) ≥ 150 mg/dL(1.70 mmol/L)或接受降脂治疗;(4)高密度脂蛋白胆固醇(HDL),男性 <40 mg/dL(1.0 mmol/L)、女性 <50 mg/dL(1.3 mmol/L)或接受相应治疗;(5)糖尿病前期状态(即空腹血糖5.6~6.9 mmol/L,餐后2 h血糖7.8~11.0 mmol/L或糖化血红蛋白5.7%~6.4%);(6)胰岛素抵抗稳态模型评估(HOMA-IR)评分 ≥ 2.5 ;(7)高敏C反应蛋白(hs-CRP) $>$

2 mg/L。肝脂肪变的诊断采用受控衰减参数(CAP) 248 dB/m 作为临界值, 该标准诊断敏感度为 68.8%, 特异度为 82.2%, 且具有最大约登指数^[10]。

1.4 协变量评估 收集纳入 NHANES 研究对象的人口统计学特征、生活方式行为及相关并发症信息作为协变量, 主要有: (1) 人口统计学特征, 包括年龄(岁)、性别(男/女)、种族(分为亚裔及非亚裔)、文化程度(划分为高中以下、高中或同等学历、大学及以上)及家庭收入(家庭贫困收入比); (2) 生活方式因素, 包括吸烟史(是/否)和饮酒史(是/否); (3) 体格检查指标, 身高、体重和腰围, 据此计算体重指数(BMI, kg/m²); (4) 合并疾病情况, 通过问卷调查“您是否曾被医生告知患有以下疾病?” 收集高血压、高脂血症及糖尿病等患病情况及用药情况。高尿酸血症的定义依据血清尿酸水平, 男性>420 μmol/L、女性>360 μmol/L 即为确诊。

1.5 MAFLD 与脑卒中的关联分析与验证 本研究采用独立数据集验证策略。验证集采用与发现集相同的纳入与排除标准, MAFLD 诊断统一参照 2020 年国际专家共识^[10]。其余协变量(包括年龄、性别、BMI、文化程度、吸烟史、饮酒史、高血压史、高尿酸血症、甘油三酯、高密度脂蛋白胆固醇、hs-CRP, 以及降压、降脂、降糖药物使用情况)均采用一致的归类与分组方式, 以确保不同数据源间的可比性。

为了控制选择偏倚和混杂因素, 采用 PSM 方法对发现数据集的脑卒中组和非脑卒中组的基线特征进行 1:1 匹配。匹配变量包括年龄、性别、文化程度、家庭收入、吸烟史、饮酒史和种族。采用最近邻匹配法, 卡尺值为 0.02。因验证集样本量较小($n=326$), 未进行 PSM。PSM 匹配前后, 使用标准化均数差(SMD)评估匹配效果, $SMD<0.1$ 提示组间基线特征均衡。采用多因素 logistic 回归模型分析 MAFLD 与脑卒中风险的关联性, 并计算比值比(OR)及其 95% 置信区间(CI)。

构建三个逐步调整的 logistic 回归模型(模型 1—3), 评估 MAFLD 与脑卒中的关联, 模型 1 为未进行任何校正的粗模型; 模型 2 校正年龄、性别和种族; 模型 3 在模型 2 的基础上, 进一步校正 BMI、文化程度、家庭收入、吸烟史、饮酒史及高尿酸血症。

采用验证数据集对上述模型的结论进行稳健性验证。并在发现数据集中按年龄、性别、高血压史、血脂异常等分层进行亚组分析, 同时检验 MAFLD 与年龄的交互作用。

1.6 统计学处理 使用 R 软件(4.3.0 版)进行统计分析。符合正态分布的计量数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验; 非正态分布的计量数据以 M

(Q_1 , Q_3)表示, 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数数据以例(%)表示, 组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher's 精确概率法。采用双侧检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 研究对象基本特征 依据纳入标准查询 NHANES 平台 2017—2023 年的数据, 初步提取 36747 例参与者进行筛选, 选取 17 588 例参与者, 其中脑卒中患者 793 例(4.5%); 采用 1:1 PSM 匹配选取非脑卒中参与者 793 例作为发现集的对照组。验证集共纳入研究对象 326 例, 其中脑卒中患者 79 例(24.2%)。参与者筛选过程见图 1。

经过 PSM 匹配后, 发现集的脑卒中组与非脑卒中组在高血压史、TG 血脂异常、HDL 血脂异常、HS-CRP 异常、服用降压药及 MAFLD 等变量上仍存在明显差异($P<0.05$), 其余特征均实现均衡; 而体检队列未经过匹配, 两组间在年龄、性别、高血压史、TG 血脂异常、服用降压药及 MAFLD 等方面存在明显差异($P<0.05$, 表 1、图 2)。

2.2 MAFLD 与脑卒中风险的 logistic 回归分析与验证 在发现集中, 单因素与多因素 logistic 回归分析结果显示, 未校正模型(模型 1)中, MAFLD 与脑卒中明显相关($OR=1.74$, 95%CI 1.41~2.15, $P<0.001$); 校正年龄、性别和种族的模型 2 中, MAFLD 与脑卒中的关联仍具有统计学意义($OR=1.72$, 95%CI 1.40~2.13, $P<0.001$); 进一步校正 BMI、文化程度、家庭收入、吸烟史、饮酒史及高尿酸血症的模型 3 中, MAFLD 仍为脑卒中的独立危险因素($OR=1.68$, 95%CI 1.26~2.24, $P<0.001$)(表 2)。

在验证集中, 采用相同的协变量调整方案, 模型 1—3 均显示 MAFLD 与脑卒中明显相关($P<0.05$)。其中, 模型 3 的分析结果显示, MAFLD 与脑卒中风险显著相关($OR=1.97$, 95%CI 1.09~3.63, $P=0.027$), 与发现数据集的结果一致。

2.3 亚组分析 对发现集进行亚组分析, 校正表 2 中模型 3 混杂因素后的分析结果显示, 在大多数分组中, MAFLD 与脑卒中风险升高相关, 但仅在部分亚组中该关联具有统计学差异($P<0.05$)。其中, 年龄亚组分析呈现明显差异, 并检测到明显的交互作用($P_{交互}=0.016$)。在<65 岁的人群中, MAFLD 与脑卒中风险显著相关($OR=2.66$, 95%CI 1.77~3.58, $P<0.001$); 然而, 在≥65 岁的人群中, 这一关联不具有统计学意义($OR=1.28$, 95%CI 0.83~1.96, $P=0.189$)(图 3)。这表明 MAFLD 对脑卒中风险的影响在较年轻人群中更为显著。

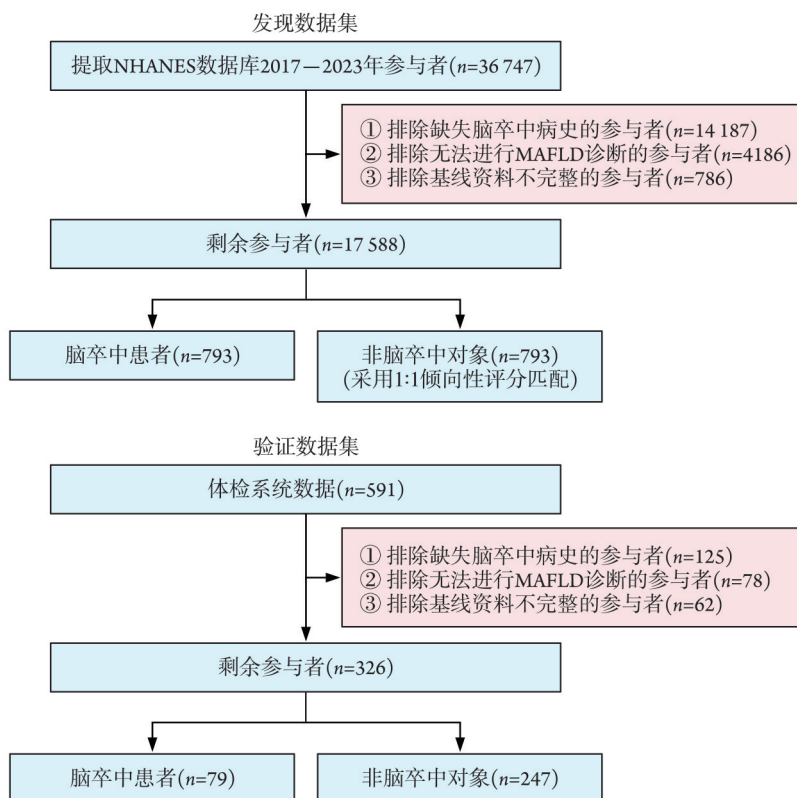


图1 研究对象筛选流程图

Fig.1 The flowchart of screening on research subject

NHANES. 美国国家健康与营养调查; MAFLD. 代谢相关脂肪性肝病

3 讨 论

脑卒中作为全球主要的致死和致残原因,其一级预防至关重要。本研究基于NHANES数据库的发现集及本院体检队列的验证集结果均显示,MAFLD与成人脑卒中风险存在显著的正向关联。在全面校正年龄、性别、种族、文化程度、家庭收入、吸烟饮酒史及高尿酸血症等多种混杂因素后,MAFLD仍被确认为脑卒中的独立危险因素。Yang等^[1]的Meta分析结果显示,肝纤维化显著增加急性缺血性脑卒中患者的死亡风险($OR=2.22$)和功能依赖风险($OR=1.89$)。与既往研究结论基本一致,本研究结果进一步支持MAFLD相较于传统的非酒精性脂肪性肝病(NAFLD)定义在心血管疾病风险评估中的优势。

MAFLD的诊断标准更强调其与代谢异常的紧密联系,这使得MAFLD的诊断能够更精准地识别出具有全身性代谢紊乱的高危人群,为脑卒中的风险评估和一级预防提供更具针对性的流行病学证据。Chen等^[12]基于英国生物样本库的大规模前瞻性队列研究显示,MAFLD患者发生脑卒中的风险显著增加($HR=1.26$),且这种风险在糖尿病型、超重伴代谢异常型及瘦型等MAFLD亚型中尤为突出。这些结果强调了代谢异常在MAFLD与脑卒中关联中的核心作

用,也表明MAFLD亚型分层对于精准识别高危人群具有重要意义。相比之下,Wang等^[13]的系统评价显示,NAFLD与脑卒中风险仅轻度相关($OR=1.18$),进一步凸显MAFLD新诊断标准在脑卒中风险评估方面的优势。

MAFLD与脑卒中的关联并非由单一路径所致,而是通过多重病理生理机制的协同作用。这些机制在本研究结果中得到了间接支持。首先,MAFLD患者普遍存在慢性低度炎症状态,炎症因子水平升高可加速动脉粥样硬化的形成,增加斑块的不稳定性和破裂风险,成为缺血性脑卒中的主要病因^[14]。其次,胰岛素抵抗是MAFLD的核心病理机制之一,它通过损害血管内皮功能、加重氧化应激和促进血小板活化等途径,直接增加脑卒中的风险^[15]。此外,MAFLD的诊断标准本身就涵盖了致动脉粥样硬化性血脂异常(如高甘油三酯血症和低高密度脂蛋白胆固醇血症)或其对调脂治疗的需求,这些因素是心脑血管疾病的经典危险因素。本研究的亚组分析显示,无论血脂水平在诊断标准上是否被判定为“异常”,MAFLD与脑卒中风险均显著相关。这表明,MAFLD对脑卒中风险的影响机制复杂,其风险信号并非仅由当前定义的“血脂异常”所驱动,而是MAFLD所代表的全身性代谢紊乱整体作用的结果,

表 1 纳入人群的基线特征比较
Fig.1 Comparison of baseline characteristics of people included

项目	发现集			验证集		
	非脑卒中组(n=793)	脑卒中组(n=793)	P	非脑卒中组(n=247)	脑卒中组(n=79)	P
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	65.5 $\pm$ 11.7	65.3 $\pm$ 11.6	0.521	45.9 $\pm$ 11.6	55.8 $\pm$ 11.9	<0.001
性别[例(%)]			0.291			0.002
男	385(48.5)	406(51.2)		148(59.9)	63(79.7)	
女	408(51.5)	387(48.8)		99(40.1)	16(20.3)	
BMI(kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	29.7 $\pm$ 6.6	30.1 $\pm$ 7.1	0.366	25.2 $\pm$ 3.8	26.0 $\pm$ 3.5	0.105
文化程度[例(%)]			0.461			0.052
高中以下	126(15.9)	139(17.5)		30(12.1)	15(19.0)	
高中或同等学历	296(37.5)	308(38.8)		144(58.3)	34(43.0)	
大学及以上	368(46.6)	346(43.6)		73(29.6)	30(38.0)	
种族[例(%)]			0.298			-
墨西哥裔	81(10.2)	95(12)		-	-	
白人	356(44.9)	348(43.9)		-	-	
黑人	236(29.8)	251(31.7)		-	-	
其他种族	120(15.1)	99(12.5)		-	-	
家庭收入[例(%)]			0.795			0.151
低	266(34.8)	279(36.5)		40(16.2)	20(25.3)	
中	316(41.4)	309(40.4)		140(56.7)	37(46.8)	
高	182(23.8)	177(23.1)		67(27.1)	22(27.8)	
吸烟史[例(%)]	480(60.5)	495(62.6)	0.402	11(4.5)	1(1.3)	0.334
饮酒史	71(13.3)	99(18.3)	0.025	15(6.1)	2(2.5)	0.346
高血压史	523(66.0)	644(81.2)	<0.001	38(15.4)	28(35.4)	<0.001
高尿酸血症	174(23.8)	209(28.9)	0.032	12(4.9)	5(6.3)	0.825
TG血脂异常	209(26.4)	289(36.4)	<0.001	68(27.5)	36(45.6)	0.004
HDL血脂异常	456(57.5)	606(76.4)	<0.001	90(36.4)	30(38.0)	0.910
hs-CRP异常	366(46.2)	447(56.4)	<0.001	144(58.3)	40(50.6)	0.287
服用降血压药	63(7.9)	118(14.9)	<0.001	35(14.2)	24(30.4)	0.002
服用降血脂药	57(7.2)	83(10.5)	0.027	26(10.5)	10(12.7)	0.749
服用降糖药	36(4.5)	40(5.1)	0.724	17(6.9)	11(13.9)	0.087
MAFLD	472(59.5)	570(72.5)	<0.001	104(42.1)	49(62.0)	0.003

BMI. 体重指数; TG. 甘油三脂; HDL. 高密度脂蛋白胆固醇; hs-CRP. 高敏C反应蛋白; MAFLD. 代谢相关脂肪性肝病

其中包含血脂异常的贡献,但也存在胰岛素抵抗、慢性炎症等独立的病理生理机制共同参与。从公共卫生角度看,MAFLD作为可干预的慢性疾病,其早期筛查与干预有助于降低脑卒中的总体负担。临床上,应对MAFLD患者进行系统的心脑血管疾病风险评估,尤其关注代谢紊乱程度较高的个体。干预措施可包括生活方式改善、优化血糖和血脂管理等。对于高危人群,早期的影像学筛查与药物干预可能有助于延缓或预防脑卒中发生。

对NHANES数据的亚组分析进一步深化了本研究的结论,揭示了在不同人群中这种关联的强度差异。具体而言,<65岁的MAFLD人群脑卒中风险的关联性尤为突出(OR=2.66, 95%CI 1.77~3.58, $P<0.001$)。这提示在相对年轻的人群中,MAFLD可能

代表着一种更具侵袭性的、早期发生的代谢紊乱状态,其作为独立危险因素的信号更强,对年轻成人心脑血管疾病的预警具有重要价值。这种年龄差异的可能原因包括,首先,早发性MAFLD通常与更显著的胰岛素抵抗、致动脉粥样硬化性血脂异常和内脏脂肪堆积相关,这些因素共同构成了更强的血管损伤风险^[16];其次,有研究显示,相较于老年患者,年轻卒中患者的代谢性危险因素(如肥胖、脂代谢紊乱)所占的病因权重更大,这也与本研究的结果相呼应^[17]。这些发现共同强调了将MAFLD纳入中青年人群脑卒中一级预防风险评估的重要性。

本研究的优势在于:(1)同时使用NHANES的美国代表性数据与中国本院体检队列数据,兼顾大样本代表性与临床真实场景验证;(2)在NHANES数据

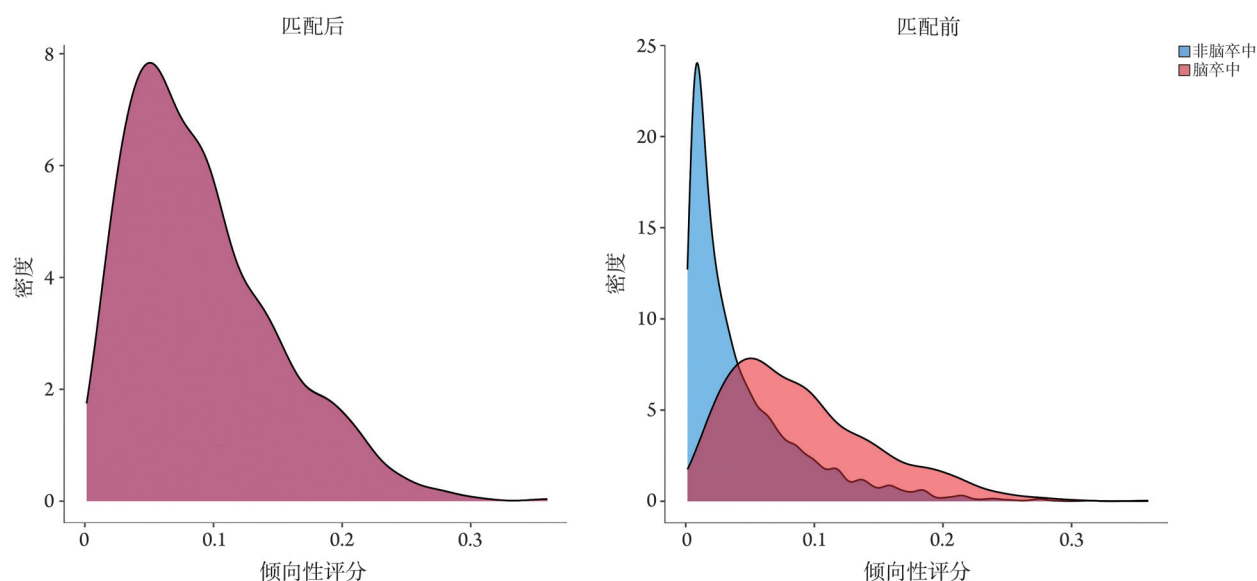


图2 基于NHANES数据库的发现集在匹配前后脑卒中组与非脑卒中组倾向性得分分布

Fig.2 Distribution of propensity scores of stroke group and non- stroke group in the discover dataset from NHANES before and after propensity score matching

NHANES. 美国国家健康与营养调查

表2 MAFLD与脑卒中风险关联的单因素与多因素 logistic 回归分析结果

Tab.2 Single-factor and multivariate logistic regressive analysis on MAFLD and stroke

	发现集		验证集	
	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P
模型1	1.74(1.41~2.15)	<0.001	2.25(1.34~3.81)	0.002
模型2	1.72(1.40~2.13)	<0.001	1.96(1.09~3.61)	0.027
模型3	1.68(1.26~2.24)	<0.001	1.97(1.09~3.63)	0.027

模型1. 未调整协变量；模型2. 调整性别、年龄、种族(仅发现数据集)；模型3. 模型2+调整BMI、文化程度、家庭收入、吸烟史、饮酒史及高尿酸血症。代谢相关脂肪性肝病

中采用PSM平衡基线差异，可减少混杂偏倚；(3)通过多模型调整、双源数据一致性验证及亚组分析，共同支持研究结果的稳健性。然而，本研究仍存在局限性：(1)横断面设计无法确定因果关系，仅能提示关联；(2)脑卒中的诊断主要依据参与者的自我报告，可能引入回忆偏倚和诊断误差；(3)MAFLD诊断基于非侵入性指标，可能存在一定程度的误分类偏倚；(4)未对脑卒中亚型(如缺血性/出血性)及MAFLD不同临床亚型进行分层分析，无法探讨其间的风险异质性；(5)NHANES数据源于美国人群，本院体检队列数据样本量有限且来自单中心，结论在中国人人群中的推广需谨慎。未来有必要开展前瞻性、多中心队列研究，结合中国本土人群数据，进一步验证MAFLD对脑卒中亚型的预测作用，并深入分析不同MAFLD表型间的风险差异，从而为临床分层干预提供更具针对性的依据。

【参考文献】

- [1] Feigin VL, Brainin M, Norrving B, *et al.* World Stroke Organization (WSO): Global Stroke Fact Sheet 2022[J]. *Int J Stroke*, 2022, 17 (1): 18-29.
- [2] GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Lancet Neurol*, 2021, 20(10): 795-820.
- [3] Eslam M, Newsome PN, Sarin S K, *et al.* A new definition for metabolic dysfunction-associated fatty liver disease: An international expert consensus statement[J]. *J Hepatol*, 2020, 73 (1): 202-209.
- [4] Kaya E, Yilmaz Y. Metabolic-associated fatty liver disease (MAFLD): a multi-systemic disease beyond the liver[J]. *J Clin Transl Hepatol*, 2022, 10(2): 329-338.
- [5] Schuster S, Cabrera D, Arrese M, *et al.* Triggering and resolution of inflammation in NASH[J]. *JHEP Rep*, 2021, 3(4): 100305.
- [6] 崔翔宇, 曹海涛, 刘斌达, 等. 膳食 ω -3/ ω -6不饱和脂肪酸摄入与成年人群脑卒中的关联[J]. *实用预防医学*, 2025, 32(8): 959-964.
- [7] Lee HH, Lee HA, Kim EJ, *et al.* Metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease and risk of cardiovascular disease[J]. *Gut*, 2024, 73 (3): 533-540.
- [8] Chen S, Xue H, Huang R, *et al.* Associations of MAFLD and MAFLD subtypes with the risk of the incident myocardial infarction and stroke[J]. *Diabetes Metab*, 2023, 49(5): 101468.
- [9] Wang M, Zhou BG, Zhang Y, *et al.* Association between non-alcoholic fatty liver disease and risk of stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 812030.
- [10] Karlas T, Petroff D, Sasso M, *et al.* Individual patient data meta-analysis of controlled attenuation parameter (CAP) technology for assessing steatosis[J]. *J Hepatol*, 2017, 66(5): 1022-1030.
- [11] Yang L, Han J, Qin C, *et al.* Impact of non-alcoholic fatty liver

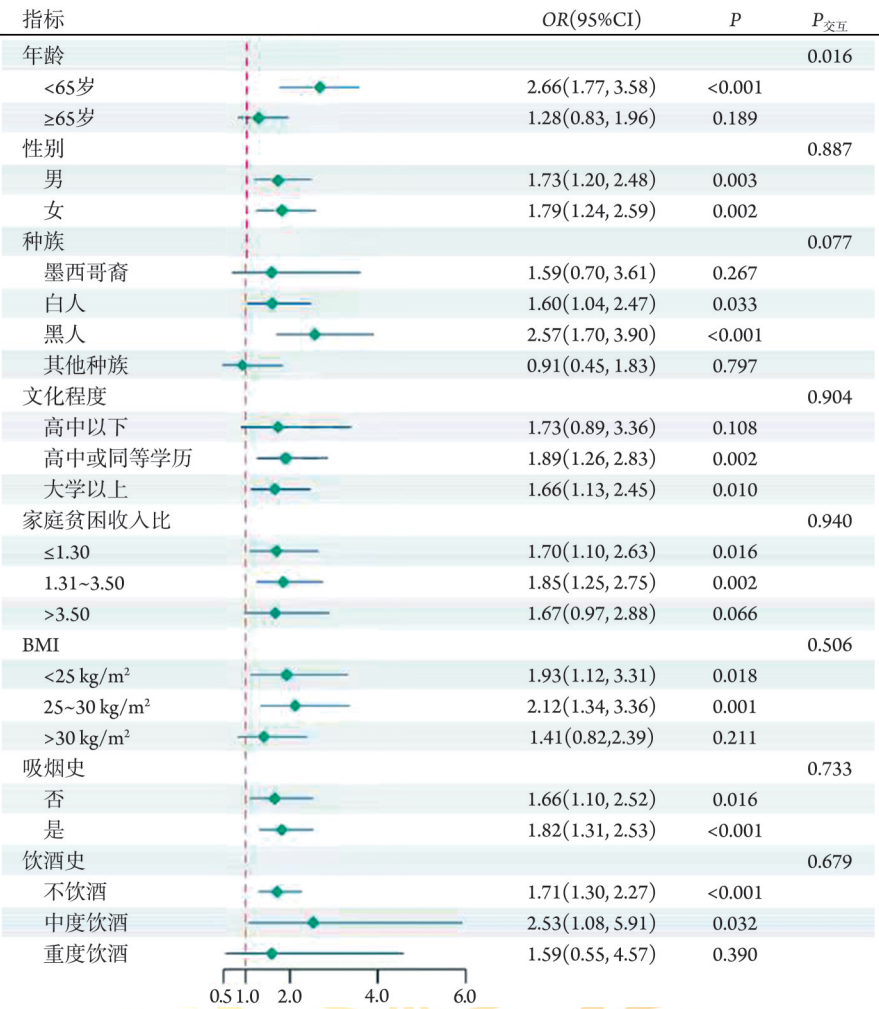


图3 代谢相关脂肪性肝病与脑卒中风险关联的亚组分析

Fig.3 Subgroup analysis on the association between metabolic associated fatty liver disease and stroke

BMI. 体重指数; OR. 比值比; CI. 置信区间

disease and liver fibrosis on outcomes of acute ischemic stroke: A systematic review and meta-analysis[J]. Pak J Med Sci, 2025, 41(2): 630-636.

[12] Chen S, Xue H, Huang R, *et al.* Associations of MAFLD and MAFLD subtypes with the risk of the incident myocardial infarction and stroke[J]. Diabetes Metab, 2023, 49(5): 101468.

[13] Wang M, Zhou BG, Zhang Y, *et al.* Association between non-alcoholic fatty liver disease and risk of stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9: 812030.

[14] 杨风刚, 姚红为, 白银, 等. 膳食炎症指数与老年人群脑卒中后衰弱的关联性研究——基于 NHANES 数据库的横断面研究[J]. 实用预防医学, 2025, 32(8): 938-943.

[15] Ding PF, Zhang HS, Wang J, *et al.* Insulin resistance in ischemic stroke: mechanisms and therapeutic approaches[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 1092431.

[16] Ciardullo S, Perseghin G. Prevalence of NAFLD, MAFLD and associated advanced fibrosis in the contemporary United States population[J]. Liver International, 2021, 41(6): 1290-1293.

[17] Ekker MS, Verhoeven JI, Vaartjes I, *et al.* Stroke incidence in young adults according to age, subtype, sex, and time trends[J]. Neurology, 2019, 92(21): e2444-e2454.

(责任编辑: 蒋铭敏)