·流行病与统计方法·

我国老年人心理衰弱指数与新发 2 型糖尿病风险的关联研究

赵家乐[1],江美婷[1],蔡鑫[1],管爱君[1],王知之[1],冀怡阳[1],
何月虹[1],王丹心[2],曾冬阳[1]
1. 海南医科大学护理学院,海南 海口 571199;2. 海南医科大学第一附属医院护理部

摘要:目的 探索心理衰弱指数(PFI)与新发 2 型糖尿病(T2DM)风险之间的关联。**方法** 采用 CHARLS 2018—2020 年的公开数据,根据 PFI 四分位数将研究对象分为 4 组:Q1(PFI < 0.167),Q2(0.167 ≤ PFI < 0.283),Q3(0.283 ≤ PFI < 0.417),Q4(PFI ≥ 0.417)。采用二元 logistic 回归和 RCS 模型探索 PFI 与新发 T2DM 风险之间的关联。此外,通过亚组分析评估该关联在不同人群中的一致性,并利用敏感性分析验证研究结果的可靠性。**结果** 共纳入 7 813 名老年人,其中 358 人新诊断为 T2DM,发病率 4.58%。二元 logistic 回归结果显示,调整所有协变量后,PFI 与新发 T2DM 风险呈正相关关系(OR = 2.24,95% CI:1.06 ~ 4.73,P = 0.034);与 Q1 组相比,Q4 组 PFI(OR = 1.49,95% CI:1.03 ~ 2.16,P = 0.036)与新发 T2DM 风险显著相关。RCS 分析显示,PFI 与新发 T2DM 风险之间存在显著的剂量 - 反应关系(P = 0.001)。亚组分析结果表明该关联在不同社会人口学特征、健康状况及生活方式的老年人中均保持一致($P_{\text{for interaction}}$ > 0.05)。经三次敏感性分析后,PFI 与新发 T2DM 之间的关联依然稳健。**结论** 我国老年人群 PFI 与新发 T2DM 风险呈正相关,早期识别并干预心理衰弱对预防或延缓老年人 T2DM 的发生发展具有重要意义。

关键词:心理衰弱指数;新发 2 型糖尿病;老年人;中国健康与养老追踪调查
中图分类号:R587.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1003 - 8507(2026)18 - 3291 - 08
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202603085

Association between psychological frailty index and risk of new - onset type 2 diabetes mellitus among elderly Chinese

ZHAO Jia - le*, JIANG Mei - ting, CAI Xin, GUAN Ai - jun, WANG Zhi - zhi, JI Yi - yang,
HE Yue - hong, WANG Dan - xin, ZENG Dong - yang
* *School of Nursing, Hainan Medical University, Haikou, Hainan* 571199, *China*

Abstract: Objective To explore the association between psychological frailty index (PFI) and the risk of new - onset diabetes mellitus (T2DM). **Methods** Based on the public data of CHARLS from 2018 to 2020, the subjects were divided into four groups according to the quartile of PFI: Q1 (PFI < 0.167), Q2 (0.167 ≤ PFI < 0.283), Q3 (0.283 ≤ PFI < 0.417), Q4 (PFI ≥ 0.417). Binary Logistic regression and RCS were used to explore the association between PFI and the risk of new - onset T2DM. In addition, subgroup analysis was used to evaluate the consistency of association in different populations, and sensitivity analysis was used to verify the reliability of results. **Results** A total of 7 813 subjects were included in this study, and 358 individuals were diagnosed with T2DM, corresponding to an incidence of 4.58%. Binary Logistic regression showed a positive association between PFI and the risk of new - onset T2DM after adjusting for all covariates (OR = 2.24, 95% CI:1.06 ~ 4.73, P = 0.034). Compared with the Q1, the PFI of Q4 (OR = 1.49, 95% CI:1.03 ~ 2.16, P = 0.036) was associated with high risk of new - onset T2DM. RCS analysis indicated a dose - response relationship between PFI and the risk of new - onset T2DM (P = 0.001). Subgroup analysis showed that the association was consistent among the elderly with different socio - demographic characteristics, health status and lifestyle ($P_{\text{for interaction}}$ > 0.05). After three sensitivity analysis, the association between PFI and the risk of new - onset T2DM remained robust. **Conclusion** In the elderly population in China, PFI is positively correlated with the risk of new - onset T2DM. Early identification and intervention of psychological frailty is of great significance for preventing or delaying the occurrence and development of T2DM.

Keywords: Psychological frailty index; New - onset type 2 diabetes mellitus; Elderly adults; CHARLS

基金项目:海南省哲学社会科学基金资助项目(HNSK(YB)25 - 56)
作者简介:赵家乐(2003—),女,硕士在读,研究方向:慢性病管理
通信作者:曾冬阳,E - mail:892659030@qq.com

2 型糖尿病(Type 2 Diabetes Mellitus, T2DM)是全球最具挑战性的慢性疾病之一[1]。由于其作为与年龄增长呈正相关的疾病,随着我国人口老龄化进程加速,新发 T2DM 发生率及相应疾病负担日益加重[2]。因此,早期识别并干预其危险因素,对于降低疾病负担具有重要意义。衰弱是由于机体多系统功能长期累积衰退,导致生理储备显著下降、对压力源抵抗力降低的一种老年综合征[3]。研究表明,衰弱与 T2DM 的发生发展存在显著关联,可能与慢性低度炎症、胰岛素敏感性下降、糖代谢障碍等机制有关[4-7]。传统上,衰弱评估多侧重于个体的躯体功能和临床疾病[8]。而近年来有研究发现,心理-认知因素对于衰弱的发生发展及预后也发挥了重要作用[9-11]。尽管心理-认知因素的重要性已获认可,但目前关于心理衰弱的测量尚无统一标准,使不同研究对其评估维度也存在显著差异[12]。2025 年,赵金龙等[13]基于中国健康与养老追踪调查(China Health and Retirement Longitudinal Study, CHARLS),整合心理与认知因素构建了心理衰弱指数(Psychological Frailty Index, PFI),涵盖心理困扰、认知衰退、记忆下降与躯体衰弱四个维度,是针对我国中老年人群开发的、经过系统化构建与信效度检验的标准化指标,可对老年群体衰弱状态进行多维量化评估。当前已有研究发现,PFI 与脑卒中风险、全因死亡率、预期寿命缩短、门诊就诊频率增加以及住院率升高等显著相关[13-14]。然而,关于 PFI 与新发 T2DM 之间的关联目前仍缺乏系统、大样本的研究。因此,本研究拟基于 CHARLS 数据库,探索我国老年人 PFI 与新发 T2DM 患病风险之间的关联,旨在为 T2DM 预防和干预策略提供新的参考依据。

1 对象与方法

1.1 资料收集 本研究数据源于 CHARLS 数据库,该项目自 2011 年起每 2 年开展一次全国性调查,旨在收集中国 45 岁及以上中老年人群老龄化问题的高质量数据,至今已完成 5 轮数据采集。研究已获得北京大学生物医学伦理委员会伦理审查批准(IRB00001052-11015),所有参与者均已签署知情同意书。基于数据可得性和时效性,本研究最终选取 2018、2020 年的数据纳入分析。本研究中,2018 年基线调查共有 19 816 名参与者,根据以下情况排除 11 278人:(1)小于 60 岁或缺失年龄信息;(2)基线患有 T2DM;(3)变量缺失大于 20%;(4)2020 年随访调查中失访、死亡或缺失 T2DM 患病信息的,最终共纳入7 813名研究对象。样本具体筛选流程见图 1。

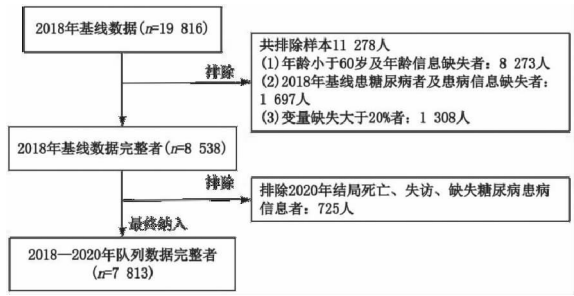

图 1 研究样本纳入流程图

Fig. 1 Research samples included in the flow chart

1.2 研究变量与定义

1.2.1 T2DM 的诊断 T2DM 的诊断基于 CHARLS 数据库中 2018、2020 年关于慢性疾病的调查,通过专业随访人员询问参与者或知情人“您是否被医生诊断为 T2DM”,若被访者回答“是”则认为患有 T2DM。

1.2.2 心理衰弱指数(PFI) PFI 共 4 个维度,15 个条目,量表计分方法如下:二元条目“不正确/正确”分别计 0/1 分;4 级条目(无/很少、偶尔、有时、总是)依次计 0、0.5、0.75、1 分;5 级条目(显著改善、轻度改善、无显著变化、轻度恶化、显著恶化)依次计 0、0.25、0.5、0.75、1 分。PFI 为各条目得分之和除以条目总数,取值范围为 0~1,数值越高表示老年人心理衰弱水平越高。

1.2.3 协变量 通过文献回顾确定本研究的协变量[10,12,13],包括社会人口学资料(年龄、性别、居住地文化程度、婚姻状况)、健康状况(是否高血压、高血脂、心脏疾病、卒中及慢性病数量)和生活方式(是否吸烟、睡眠时长、每周是否至少进行 10 分钟体力活动以及强度:轻度体力活动如走路、散步等;中度体力活动如搬运轻便的东西、常规速度骑自行车、拖地、打太极拳、疾走等引起呼吸加快的活动;高强度体力活动如搬运重物、挖地、耕作、快速骑车、骑车载货等引起呼吸急促的活动)。

1.3 统计学方法 采用 SPSS 27.0 和 R 4.5.2 软件进行统计分析。采用多重插补法对缺失的心理衰弱数据进行插补。不符合正态分布的以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用非参数检验 Kruskal-Wallis H 秩和检验;计数资料以 n(%)表示,组间比较采用卡方检验。采用二元 logistic 回归分析 PFI 对新发 2 型糖尿病发病风险的影响,并构建三个逐步调整的模型:模型 1 未调整任何协变量;模型 2 调整了年龄、性别、居住地、文化程度和婚姻状况;模型 3 则进一步调整了高血压、高血脂、心脏疾病、卒中及慢性病数量、睡眠时长、体力活动、吸烟状况。采用限制性立方样条(Restricted Cubic Spline, RCS)探索 PFI 与新发 T2DM

风险之间的剂量 - 反应关系,通常 RCS 模型中的节点数量建议设置 3 ~ 7 个。根据样条回归系数及赤池信息准则,本研究发现采用 4 个节点的模型拟合效果较好。因此,本研究选取 PFI 第 5、35、65 和 95 分位数作为节点,并以中位数作为参考值,绘制 PFI 与新发 T2DM 风险关联的 RCS 曲线。采用亚组分析验证该关联在不同人群中的一致性。为验证结果的可靠性,本研究进行了三次敏感性分析。所有统计推断均采用双侧检验,检验水准 $\alpha = 0.05$。

2　结　果

2.1　基本特征　本研究共纳入 7 813 名研究对象,其中男性 4 029 人(51.57%),女性 3 784 人(48.43%),中位年龄为 67 岁。按 PFI 四分位数将研究对象分为四组:Q1(PFI < 0.167),Q2(0.167 ≤ PFI < 0.283),Q3(0.283 ≤ PFI < 0.417),Q4(PFI ≥ 0.417),各组人数分别为 1 736、2 168、1 925、1 984 人。研究对象以农村老年人为主(74.75%),文化程度普遍偏低;慢性病负担较重,高血压患病率达 41.11%。结果显示,PFI Q1 ~ Q4 组间年龄、性别、文化程度、婚姻状况、居住地、高血压、高血脂、心脏疾病、卒中患病情况和慢性病数量以及睡眠时长、体力活动状况、吸烟等方面,差异有统计学意义($P < 0.05$)。相比 Q1 组,Q4 组老年人年龄较高,文化程度较低,女性、非在婚及居住地为农村的研究对象较多,高血压、高血脂、心脏疾病、卒中的患病人数和慢性病数量较多,表明 PFI 可能与老年人的社会人口学特征、健康状况和生活方式等均存在潜在关联。详见表 1。

表 1　我国老年人群基本特征(按 PFI 4 分位数进行分组)

Table 1　Basic characteristics of the elderly population in China (grouped by PFI quartiles)

项目	总人数 (n = 7 813)	Q1 (n = 1 736) (PFI < 0.167)	Q2 (n = 2 168) (0.167 ≤ PFI < 0.283)	Q3 (n = 1 925) (0.283 ≤ PFI < 0.417)	Q4 (n = 1 984) (PFI ≥ 0.417)	P
年龄[岁,$M(P_{25}, P_{75})$]	67(63,72)	66(63,70)	67(63,72)	67(63,72.5)	68(64,75)	< 0.001
慢性病数量[种,$M(P_{25}, P_{75})$]	2(1,3)	1(0,2)	2(1,3)	2(1,3)	3(1,4)	< 0.001
性别(%)						< 0.001
男性	4 029(51.57)	1 222(30.33)	1 264(31.37)	928(23.03)	615(15.27)	
女性	3 784(48.43)	514(13.58)	904(23.89)	997(26.35)	1 369(36.18)	
文化程度(%)						< 0.001
文盲	2 154(27.57)	180(8.36)	407(18.90)	550(25.53)	1 017(47.21)	
小学	3 642(46.61)	790(21.69)	1084(29.76)	959(26.33)	809(22.22)	
初中	1 281(16.40)	451(35.21)	429(33.49)	286(22.32)	115(8.98)	
高中/中专	639(8.18)	271(42.41)	214(33.49)	115(18.00)	39(6.10)	
大专及以上	97(1.24)	44(45.36)	34(35.05)	15(15.46)	4(4.13)	
是否在婚(%)						< 0.001
是	6 310(80.76)	1 527(24.20)	1 830(29.00)	1 545(24.49)	1 408(22.31)	
否	1 503(19.24)	209(13.91)	338(22.49)	380(25.28)	576(38.32)	
居住地(%)						< 0.001
城镇	1 973(25.25)	652(33.05)	629(31.88)	432(21.89)	260(13.18)	
农村	5 840(74.75)	1 084(18.56)	1 539(26.35)	1 493(25.57)	1 724(29.52)	
高血压(%)						< 0.001
是	3 212(41.11)	607(18.90)	859(26.74)	814(25.34)	932(29.02)	
否	4 601(58.89)	1 129(24.54)	1 309(28.45)	1 111(24.15)	1 052(22.86)	
高血脂(%)						0.031
是	1 573(20.13)	306(19.45)	454(28.86)	396(25.18)	417(26.51)	
否	6 240(79.87)	1 430(22.92)	1 714(27.47)	1 529(24.50)	1 567(25.11)	
心脏疾病(%)						< 0.001
是	1 735(22.21)	250(14.41)	442(25.48)	468(26.97)	575(33.14)	
否	6 078(77.79)	1 486(24.45)	1 726(28.40)	1 457(23.97)	1 409(23.18)	
卒中(%)						< 0.001
是	603(7.72)	71(11.77)	145(24.05)	151(25.04)	236(39.14)	
否	7 210(92.28)	1 665(23.09)	2 023(28.06)	1 774(24.60)	1 748(24.25)	
睡眠时长[h,(%)]						< 0.001
< 6	2 917(37.34)	431(14.78)	706(24.20)	760(26.05)	1 020(34.97)	
6 ~ 8	4 121(52.74)	1 162(28.20)	1 253(30.40)	970(23.54)	736(17.86)	
> 8	775(9.92)	143(18.45)	209(26.97)	195(25.16)	228(29.42)	
体力活动(%)						< 0.001
无	805(10.30)	109(13.54)	163(20.25)	193(23.97)	340(42.24)	
轻度体力活动	2 531(32.40)	577(22.80)	712(28.13)	600(23.71)	642(25.36)	

（续表）

项目	总人数（n = 7 813）	Q1（n = 1 736）（PFI < 0.167）	Q2（n = 2 168）（0.167 ≤ PFI < 0.283）	Q3（n = 1 925）（0.283 ≤ PFI < 0.417）	Q4（n = 1 984）（PFI ≥ 0.417）	P
中度体力活动	2 227（28.50）	547（24.56）	675（30.31）	551（24.74）	454（20.39）	
高强度体力活动	2 250（28.80）	503（22.35）	618（27.47）	581（25.82）	548（24.36）	
吸烟（%）						< 0.001
是	3 634（46.51）	1 003（27.60）	1 113（30.63）	848（23.33）	670（18.44）	
否	4 179（53.49）	733（17.54）	1 055（25.25）	1 077（25.77）	1 314（31.44）	

2.2 PFI 与新发 T2DM 风险之间的二元 logistic 回归分析 2020 年随访调查的 7 813 名研究对象中，共有 358 人（4.58%）诊断为 T2DM。以 PFI 为自变量，是否患有 T2DM 为因变量进行二元 logistic 回归分析，结果显示 PFI 与新发 T2DM 风险之间存在正相关关系（OR = 2.24，95% CI：1.06 ~ 4.73，P = 0.034），相当于 PFI 每升高 0.1，风险增加 8%（OR = 1.08）。与 Q1 组（PFI < 0.167）相比，Q4 组（PFI ≥ 0.417）的个体在三个模型中均表现出更高的新发 T2DM 风险（模型 3：OR = 1.49，95% CI：1.03 ~ 2.16，P = 0.036）。详见表 2。

表 2 PFI 与新发 T2DM 风险的二元 logistic 回归分析

Table 2 Binary logistic regression analysis of PFI and the risk of new - onset T2DM

暴露	新发病人数	模型 1		模型 2		模型 3	
		OR 值（95% CI）	P	OR 值（95% CI）	P	OR 值（95% CI）	P
PFI	358	2.87（1.58 ~ 5.22）	< 0.001	3.11（1.57 ~ 6.18）	0.001	2.24（1.06 ~ 4.73）	0.034
PFI 4 分位数							
Q1	61						
Q2	89	1.15（0.84 ~ 1.64）	0.338	1.21（0.87 ~ 1.70）	0.225	1.10（0.79 ~ 1.55）	0.566
Q3	91	1.36（0.98 ~ 1.90）	0.066	1.43（1.01 ~ 2.01）	0.042	1.00（0.88 ~ 1.77）	0.223
Q4	117	1.72（1.25 ~ 2.36）	< 0.001	1.80（1.27 ~ 2.56）	0.001	1.49（1.03 ~ 2.16）	0.036

注：模型 1 未调整协变量；模型 2 调整了年龄、性别、文化程度、婚姻状况和居住地；模型 3 进一步调整了高血压、高血脂、心脏疾病、卒中及慢性病数量、睡眠时长、体力活动、吸烟状况。

2.3 PFI 与新发 T2DM 风险关联的限制性立方样条曲线 采用 RCS 进一步探索 PFI 与新发 T2DM 风险之间的剂量 - 反应关系，结果显示，调整协变量的影响后，二者之间存在显著剂量 - 反应关系（$P_{整体}$ < 0.05，$P_{非线性}$ > 0.05），拐点为 0.496。详见图 2。

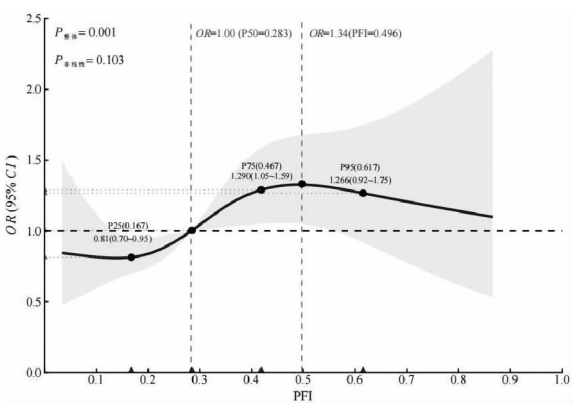

图 2 PFI 与新发 T2DM 风险的剂量 - 反应关系

Fig. 2 Dose - response relationship between PFI and the risk of new - onset T2DM

2.4 亚组分析 为进一步探讨 PFI 和糖尿病在不同人群中的潜在差异，本研究按年龄、性别、文化程度、婚姻状况、居住地、高血压、高血脂、心脏疾病、卒中、慢性病数量及睡眠时长、体力活动和吸烟状况等生活方式对老年人群进行亚组分析。结果显示，交互作用 $P_{\text{for interaction}}$ > 0.05。详见图 3。

2.5 敏感性分析 为确保研究结果的可靠性，本研究进行了三次敏感性分析。首先，采用完全病例分析，使用无缺失值数据进行二元 logistic 回归分析，结果与主分析基本一致（OR = 1.53，95% CI：1.02 ~ 2.31，P = 0.042）。详见表 3；其次，使用 Cox 比例风

表 3 基于完全病例的二元 logistic 回归分析

Table 3 Binary logistic regression analysis based on complete cases

暴露	OR 值（95% CI）	P
PFI	2.76（1.06 ~ 7.21）	0.038
PFI 4 分位数		
Q1		
Q2	1.26（0.85 ~ 1.86）	0.251
Q3	1.26（0.84 ~ 1.90）	0.260
Q4	1.53（1.02 ~ 2.31）	0.042

注：模型调整了年龄、性别、文化程度、婚姻状况、居住地、高血压、高血脂、心脏疾病、卒中及慢性病数量、睡眠时长、体力活动、吸烟状况。

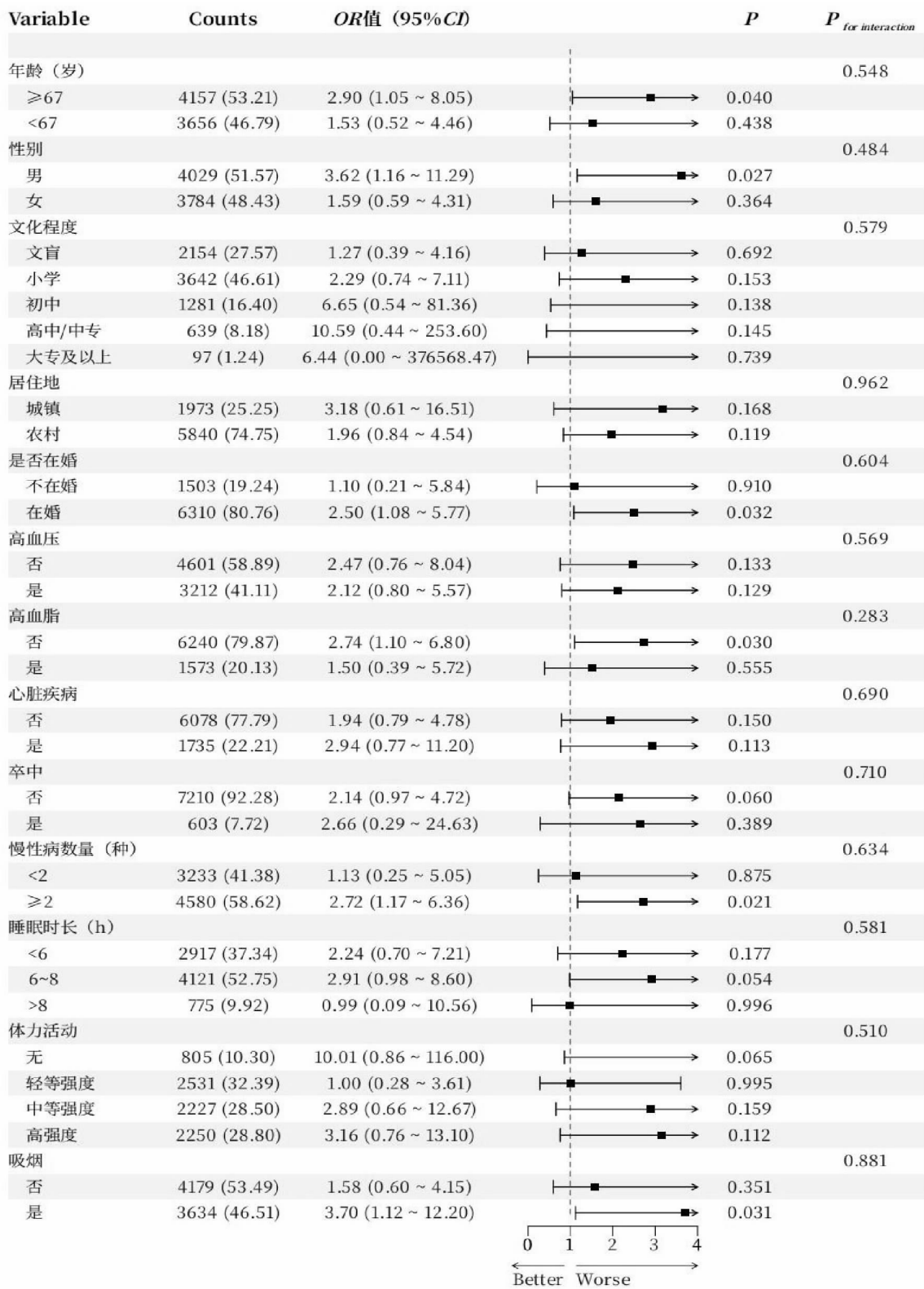

图 3　PFI 与新发 T2DM 风险之间关联的亚组分析

Fig. 3　Subgroup analysis of the association between PFI and the risk of new – onset T2DM

险回归分析 PFI 与新发 T2DM 风险之间的关系。此外，考虑到死亡事件与 T2DM 之间的竞争风险关系，使用了竞争风险模型进行分析。两次分析结果显示，相比 Q1 组，Q4 组与新发 T2DM 高风险显著相关（*HR* = 1.48，95% *CI*：1.06 ~ 2.07，*P* = 0.020）（*HR* = 1.47，95% *CI*：1.06 ~ 2.40，*P* = 0.021）。详见表 4。

3　讨　论

PFI 是一种多维度评估个体衰弱状态的新指标，近年来发现其在预测老年人的长期健康和不良预后

表 4 Cox 比例风险回归分析与竞争风险模型分析结果

Table 4 Results of cox proportional hazards regression analysis and competing – risk model analysis

暴露	Cox 比例风险回归模型		竞争风险模型	
	HR 值(95% *CI*)	*P*	*HR* 值(95% *CI*)	*P*
PFI 4 分位数				
Q1				
Q2	1.11(0.79 ~ 1.54)	0.550	1.10(0.79 ~ 1.54)	0.562
Q3	1.24(0.86 ~ 1.80)	0.248	1.24(0.85 ~ 1.80)	0.263
Q4	1.48(1.06 ~ 2.07)	0.020	1.47(1.06 ~ 2.40)	0.021

注:模型调整了年龄、性别、文化程度、婚姻状况、居住地、高血压、高血脂、心脏疾病、卒中及慢性病数量、睡眠时长、体力活动、吸烟状况。

展现出良好的潜在应用价值。赵金龙等[13]的研究表明,PFI 升高与较低预期寿命(*OR* = 1.98)、更高的门诊就诊频率(*OR* = 1.25)及住院风险增加(*OR* = 1.45)显著相关。一项基于中国中老年人群的队列研究发现,PFI 与脑卒中的发病风险呈正相关,PFI 每增加一个四分位数,脑卒中发生风险升高 87%(*HR* = 1.87)[14]。上述证据表明 PFI 可能是中老年人多种不良健康结局的重要危险因素。尽管传统衰弱指数(如 Fried 表型)已被广泛用于预测慢性病风险,但其主要侧重于体重下降、步速减慢、握力减弱等躯体功能指标,对个体的情绪、认知等关注不足[4,15]。而 PFI 不仅涵盖躯体衰弱指标,还包括心理 – 认知维度,可更全面地反映老年人衰弱的多维特征。

本研究基于 CHARLS 数据库,探讨了我国老年人 PFI 与新发 T2DM 风险之间的关联。结果表明,PFI 与新发 T2DM 风险呈正相关(*OR* = 2.24,95% *CI*:1.06 ~ 4.73,*P* < 0.05),PFI 每升高 0.1,风险增加 8%(*OR* = 1.08),并且两者间存在显著的剂量 – 反应关系,潜在拐点为 0.496。Q4 组相比 Q1 组,其新发 T2DM 风险显著升高 49%(*OR* = 1.49,95% *CI*:1.03 ~ 2.16,*P* = 0.036)。尽管目前关于 PFI 与 T2DM 的直接证据有限,但多项研究已证实广义衰弱状态与新发 T2DM 之间存在紧密联系[4 – 5,16]。韩国一项队列研究发现,衰弱指数(Frailty Index,FI)与多种不良健康结局(如 T2DM、心血管疾病、卒中、肿瘤等)的风险升高相关[16]。一项基于 CHARLS 的研究报告,相较于健康中老年人,衰弱个体的糖尿病发病风险上升 72.10%(*HR* = 1.721)[5];另一项对 11 044 名中老年人的调查亦显示,衰弱者 T2DM 发病风险是健康者的 2.07 倍(*HR* = 2.07)[4]。值得注意的是,PFI 在传统 FI 基础上进一步整合了心理困扰、认知障碍、记忆力下降等心理 – 认知维度因素,这些因素已被证实与胰岛素抵抗密切相关[4,17 – 18]。因此,本研究结果提示心理与认知层面的衰弱可能在 T2DM 发生发展中发挥重要作用。此外,在本研究中 T2DM 发病率为 4.58%,略低于 ZHANG L 等[5] CHARLS 数据库同类研究报道的发病率 6.07%。这一差异可能源于后者纳入的研究人群虽涵盖中老年人,但随访时间更长,从而累积了更高的发病事件数有关。

尽管 PFI 与 T2DM 之间的关联机制尚未完全阐明,但现有证据提示二者可能通过神经内分泌失调、慢性炎症激活以及不良健康行为等多重路径相互交织[4,14,19]。PFI 所反映的心理衰弱状态常伴随慢性心理压力,可能导致下丘脑 – 垂体 – 肾上腺轴功能亢进,促使皮质醇过度分泌,直接干扰胰岛素信号传导,诱导胰岛素抵抗[19 – 20]。其次,PFI 与慢性低度炎症状态密切相关[14]。研究表明,心理衰弱个体常伴有 IL – 6、TNF – α 等促炎因子水平升高,可能通过干扰胰岛素信号传导,损害胰岛素敏感性促进糖代谢紊乱,增加 T2DM 的发生风险[5,21]。PFI 还可通过行为中介路径间接升高 T2DM 发病风险[14]。认知功能受损会削弱老年人的执行功能与信息处理能力,进而导致个体自我管理能力下降(如无法有效规划膳食和运动、难以遵循用药指导等)[14]。同时,心理困扰(焦虑、抑郁等)引发的社交退缩及健康动机减弱,则进一步加剧了久坐不动、吸烟等不良生活方式的聚集[22 – 23]。而既往研究也证实,不良健康行为可促进 T2DM 的发生发展[24 – 25]。因此,PFI 与新发 T2DM 风险的关联可能是生物学与行为学通路共同作用的结果。未来的研究需结合生物学指标与中介变量分析,以进一步验证这些潜在路径。

本研究亚组分析结果显示,PFI 与新发 T2DM 风险之间的关联不受社会人口学特征、健康状况及生活方式的影响,各组间无统计学差异($P_{\text{for interaction}} > 0.05$),表明 PFI 对老年人新发 T2DM 风险的影响可能在不同人群中普遍存在,而非仅限于特定群体。尽管既往研究多关注躯体衰弱,但本研究结果显示,即便在躯体共病负荷不同或生活方式各异的情况下,心理衰弱依然是驱动 T2DM 发生的关键因素。因此,心理衰弱可被视为老年人群糖尿病的危险因素。此外,本研究在采用完全病例分析后,PFI 与新发 T2DM 风险之间的正相关关系依然显著,表明缺失数据不影响 PFI 与新发 T2DM 风险之间的关联。考虑到全因死亡可能作为竞争性事件影响 T2DM 发病风险的估计,本

研究进一步采用了 Fine – Gray 竞争风险模型将全因死亡纳入竞争事件,结果显示,PFI 与新发 T2DM 风险之间的关联在调整死亡竞争风险后仍然具有统计学意义,表明该关联并非由生存偏倚所驱动,也进一步增强了结果的可靠性。未来可在更多元的人群中检验其外部适用性,评估其在个体化 T2DM 风险早期预防和干预中的潜在价值。

然而本研究仍存在一定局限:第一,T2DM 依据参与者或知情人自报的医生诊断,因 CHARLS 2018—2020 年未进行血糖检测,缺乏客观验证,可能存在诊断偏倚;且研究变量均为主观报告,测量过程中可能存在主观性与误差。第二,尽管本研究在分析过程中已调整混杂因素,但无法完全排除所有潜在混杂因素的影响。第三,样本仅涵盖我国老年人群,研究结论推广至其他人群时需谨慎。第四,受限于心理衰弱相关变量的可获得性,本研究选取 2018 年数据作为基线,仅纳入了 2 年内的新发糖尿病病例,随访期较短,结果解读需保持审慎。未来研究可采用更客观的诊断指标、延长随访时间并扩大样本代表性,以进一步验证本研究结论。

综上,本研究结果表明,我国老年人 PFI 与新发 T2DM 风险呈正相关,早期识别并干预高危个体,对预防或延缓 T2DM 的发生发展具有重要意义。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Soler – Climent E, Román – Marroquí J, Cuadrado – Zaplana RM, et al. Integrative biomarker analysis in diabetic foot: lipids, cellular integrity, and hydration balance [J]. Diabetology & Metabolic Syndrome, 2025, 17(1): 288.

[2] Zhou YC, Liu JM, Zhao ZP, et al. The national and provincial prevalence and non – fatal burdens of diabetes in China from 2005 to 2023 with projections of prevalence to 2050[J]. Mil Med Res, 2025, 12(1): 28.

[3] 荆晓欢,付梓煊,徐晓芳,等. 中国中老年人昼夜节律综合征与衰弱的关联性研究[J]. 现代预防医学,2025,52(17):3080 – 3085, 3092.
Jing XH, Fu ZX, Xu XF, et al. Association between circadian syndrome and frailty in middle – aged and older Chinese adults[J]. Modern Preventive Medicine, 2025, 52(17): 3080 – 3085, 3092. (In Chinese)

[4] Gu Y, Han X, Liu J, et al. Frailty and incident diabetes among middle – aged and older adults: evidence from a large prospective cohort in China[J]. Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases, 2025, 35(10): 104114.

[5] Zhang LS, Chu C, Zhang Y, et al. Association of frailty index with new – onset diabetes: from the China health and retirement longitudinal study (CHARLS)[J]. Acta Diabetologica, 2025, 62(8): 1213 – 1219.

[6] Cao X, Li X, Zhang J, et al. Associations between frailty and the increased risk of adverse outcomes among 38,950 UK biobank participants with prediabetes: prospective cohort study[J]. JMIR Public Health Surveill, 2023, 9(1): e45502.

[7] 王楠,蒋冠华,韩向东,等. 中老年人虚弱指数与新发 2 型糖尿病风险的相关性[J]. 海军军医大学学报,2025,46(12):1638 – 1643.
Wang N, Jiang GH, Han XD, et al. Association between frailty index and risk of incident type 2 diabetes mellitus in middle – aged and elderly individuals [J]. Academic Journal of Naval MedicalUniversity, 2025, 46(12): 1638 – 1643. (In Chinese)

[8] 万莹,申雪花. 老年患者衰弱评估的研究进展[J]. 中国老年学杂志,2024,44(17):4349 – 4351.
Wan Y, Shen XH. Research progress of frailty assessment in elderly patients[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2024, 44(17): 4349 – 4351. (In Chinese)

[9] 中华医学会糖尿病学分会. 中国糖尿病防治指南(2024 版)[J]. 中华糖尿病杂志,2025,17(1):16 – 139.
Chinese Diabetes Society. Guideline for the prevention and treatment of diabetes mellitus in China (2024 edition)[J]. Chinese Journal of Diabetes Mellitus, 2025, 17(1): 16 – 139. (In Chinese)

[10] 肖心怡,牟明军,曾文倩,等. 基于 g – formula 的中国中老年人抑郁症状对 2 型糖尿病发病风险的影响研究[J]. 现代预防医学,2025,52(14):2658 – 2663.
Xiao XY, Mu MJ, Zeng WQ, et al. A g – formula – based study of the effect of depressive symptoms on the risk of developing type 2 diabetes mellitus in Chinese middle – aged and elderly people[J]. Modern Preventive Medicine, 2025, 52(14): 2658 – 2663. (In Chinese)

[11] 汪世秀,王云琼,朱世琼,等. 基于 CHARLS 的中老年糖尿病患者抑郁现状及影响因素分析[J]. 护理学杂志,2025,40(11):86 – 89.
Wang SX, Wang YQ, Zhu SQ, et al. Depression status and its influencing factors in middle – aged and elderly diabetic patients based on CHARLS[J]. Journal of Nursing Science, 2025, 40(11): 86 – 89. (In Chinese)

[12] Zhao J, Liu YWJ, Tyrovolas S, et al. Exploring the concept of psychological frailty in older adults: a systematic scoping review [J]. J Clin Epidemiol, 2023, 159(1): 300 – 308.

[13] Zhao J, Liu JYW, Fernández D, et al. Development of a psychological frailty index: results from the China health and retirement longitudinal study[J]. Front Psychol, 2025, 16(2): 1495733.

[14] Guo MX, Zhang ZF, Dong HQ, et al. Association between the psychological frailty index and stroke: a cohort study from CHARLS [J]. Scientific Reports, 2025, 15(1): 29756.

[15] Ma LL, Chen N, Zhang Y, et al. Association of phenotypic frailty and frailty index with type 2 diabetes and dyslipidemia in middle – aged and elderly Chinese: a longitudinal cohort study[J]. Arch Gerontol Geriatr, 2024, 119(1): 105311.

[16] Jang J, Jung H, Shin J, et al. Assessment of frailty index at 66 years of age and association with age – related diseases, disability, and death over 10 years in Korea[J]. JAMA Netw Open, 2023, 6(3): e2248995.

(下转第 3343 页)

(2022)[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2022. (In Chinese)

[26] Gao A, Peng B, Gao YN, et al. Evaluation and comparison of inflammatory and insulin resistance indicators on recurrent cardiovascular events in patients undergoing percutaneous coronary intervention: a single center retrospective observational study[J]. Diabetology & Metabolic Syndrome, 2025, 17(1): 157.

[27] Shan YQ, Liu QY, Gao TS. Application of the C-reactive protein-triglyceride glucose index in predicting the risk of new-onset diabetes in the general population aged 45 years and older: a national prospective cohort study[J]. BMC Endocrine Disorders, 2025, 25(1): 126.

[28] Cui CC, Liu L, Qi YT, et al. Joint association of TyG index and high sensitivity C-reactive protein with cardiovascular disease: a National cohort study[J]. Cardiovascular Diabetology, 2024, 23(1): 156.

[29] Yang Y, Huang XT, Wang YG, etal. The impact of triglyceride-glucose index on ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Cardiovascular Diabetology, 2023, 22(1): 2.

[30] Zhou H, Ding X, Lan YL, et al. Dual-trajectory of TyG levels and lifestyle scores and their associations with ischemic stroke in a non-diabetic population: a cohort study[J]. Cardiovascular Diabetology, 2024, 23(1): 225.

[31] Huo RR, Liao Q, Zhai L, et al. Interacting and joint effects of triglyceride-glucose index (TyG) and body mass index on stroke risk and the mediating role of TyG in middle-aged and older Chinese adults: a nationwide prospective cohort study[J]. Cardiovascular Diabetology, 2024, 23(1): 30.

[32] Huang Z, Ding X, Yue Q, et al. Triglyceride-glucose index trajectory and stroke incidence in patients with hypertension: a prospective cohort study[J]. Cardiovascular Diabetology, 2022, 21(1): 141.

[33] Yang T, Xie WJ, Hu FW, et al. Causal relationship between C-reactive protein and ischemic stroke caused by atherosclerosis: a Mendelian randomization study[J]. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases, 2024, 33(9): 107873.

[34] Zhang L, Li S, Liu D, et al. The relationship between C-reactive protein-triglyceride-glucose index and cardiovascular disease: insights from the China health and retirement longitudinal study (CHARLS)[J]. Cardiovascular Diabetology, 2025, 24(1): 410.

[35] Sun Y, Guo Y, Ma SY, et al. Association of C-reactive protein-triglyceride glucose index with the incidence and mortality of cardiovascular disease: a retrospective cohort study[J]. Cardiovascular Diabetology, 2025, 24(1): 313.

[36] Tang N, Chen XJ, Li HR, et al. Association of C reactive protein triglyceride glucose index with mortality in coronary heart disease and type 2 diabetes from NHANES data[J]. Scientific Reports, 2025, 15(1): 24687.

[37] Ruan GT, Deng L, Xie HL, et al. Systemic inflammation and insulin resistance-related indicator predicts poor outcome in patients with cancer cachexia[J]. Cancer & Metabolism, 2024, 12(1): 3.

[38] Hierons SJ, Marsh JS, Wu DM,et al. The interplay between non-esterified fatty acids and plasma zinc and its influence on thrombotic risk in obesity and type 2 diabetes[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2021, 22(18): 10140.

[39] Rolver MG, Emanuelsson F, Nordestgaard BG, et al. C-reactive protein and prospective cardiometabolic risk: observational and Mendelian randomization study of ischemic stroke and all-cause death[J]. Cardiovascular Diabetology, 2025, 25(1): 11.

[40] Cipolla MJ, Liebeskind DS, Chan SL. The importance of comorbidities in ischemic stroke: Impact of hypertension on the cerebral circulation[J]. J Cereb Blood Flow Metab, 2018, 38(12): 2129-2149.

[41] Vieira-Potter VJ, Mishra G, Townsend KL. Health of adipose tissue: oestrogen matters[J]. Nature Reviews Endocrinology, 2026, 22(2): 76-91.

[42] Schulze MB, Stefan N. Metabolically healthy obesity: from epidemiology and mechanisms to clinical implications[J]. Nature Reviews Endocrinology, 2024, 20(11): 633-646.

收稿日期:2026-04-13

(上接第 3297 页)

[17] Kelly SJ, Ismail M. Stress and type 2 diabetes: a review of how stress contributes to the development of type 2 diabetes[J]. Annu Rev Public Health, 2015, 36(1):441-462.

[18] Uranga RM, Keller JN. The complex interactions between obesity, metabolism and the brain[J]. Front Neurosci, 2019, 13(2): 513.

[19] Hackett RA, Steptoe A. Type 2 diabetes mellitus and psychological stress - a modifiable risk factor[J]. Nature Reviews Endocrinology, 2017, 13(9): 547-560.

[20] Liu JY, Yao C, Wang YT, et al. Non-drug interventions of traditional Chinese medicine in preventing type 2 diabetes: a review[J]. Chinese Medicine, 2023, 18(1): 151.

[21] Ferrucci L, Fabbri E. Inflammageing: chronic inflammation in ageing, cardiovascular disease, and frailty[J]. Nature Reviews Cardiology, 2018, 15(9): 505-522.

[22] Strain JJ. The psychobiology of stress, depression, adjustment disorders and resilience[J]. World J Biol Psychiatry, 2018, 19(sup1): S14-S20.

[23] Wu M, Zhang Y, Mawditt C, et al. Bidirectional association between clustering of health-related behaviours and depression in mid- and older-aged adults: a longitudinal study in China and Japan[J]. Journal of Affective Disorders, 2025, 376(1): 294-301.

[24] Jang JH, Kim W, Moon JS, et al. Association between sleep duration and incident diabetes mellitus in healthy subjects: a 14-year longitudinal cohort study[J]. J Clin Med, 2023, 12(8): 2899.

[25] Xu Y, Lu JL, Li M, et al. Diabetes in China part 1: epidemiology and risk factors[J]. Lancet Public Health, 2024, 9(12): e1089-e1097.

收稿日期:2026-03-05