DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240683

·短篇论著·

中老年人虚弱指数与新发 2 型糖尿病风险的相关性

王　楠[1]，蒋冠华[1]，韩向东[2]，陈月英[3*]
1. 中国人民解放军南部战区总医院特勤科，广州 510180
2. 宁夏医科大学附属银川市中医医院，银川 750002
3. 中国人民解放军南部战区空军医院内分泌科，广州 510180

［摘要］ **目的**　探讨中国中老年人虚弱状态对 2 型糖尿病（T2DM）发生风险的影响。**方法**　研究数据来源于 2011 年至 2015 年的中国健康与养老追踪调查（CHARLS）项目。采用虚弱指数评估研究对象的虚弱状态，通过 logistic 回归模型分析虚弱指数与新发 T2DM 的关联强度，运用限制性三次样条回归分析两者间可能存在的非线性关系，同时采用 ROC 曲线评估虚弱指数对新发 T2DM 的预测效能。**结果**　共纳入 8 144 名研究对象，经过 4 年随访，新发 T2DM 患者 821 例（10.08%）。logistic 回归分析结果显示，在校正年龄、性别、睡眠时间及 BMI 等混杂因素后，虚弱指数每升高 1 个四分位数，新发 T2DM 的发生风险增加 29%（*OR*＝1.29，95%*CI* 1.19～1.41）。限制性三次样条回归分析结果表明，虚弱指数与新发 T2DM 风险存在非线性剂量－反应关系（$P_{非线性}$＝0.004）；当虚弱指数＞10.192 时，T2DM 发病风险随虚弱指数升高呈逐步累积趋势。ROC 曲线分析显示，虚弱指数对新发 T2DM 有一定的预测价值（AUC 值为 0.570）。**结论**　虚弱指数与 T2DM 的发生密切相关，对中老年人开展常规虚弱筛查、动态监测及针对性干预可能有助于预防 T2DM 的发生。

［关键词］ 虚弱指数；2 型糖尿病；中老年人；前瞻性队列研究；剂量反应关系
［引用本文］ 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. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240683

Association between frailty index and risk of incident type 2 diabetes mellitus in middle-aged and elderly individuals

WANG Nan[1], JIANG Guanhua[1], HAN Xiangdong[2], CHEN Yueying[3*]
1. Department of Special Services, General Hospital of Southern Theater Command of PLA, Guangzhou 510180, Guangdong, China
2. Yinchuan Hospital of Traditional Chinese Medicine Affiliated to Ningxia Medical University, Yinchuan 750002, Ningxia Hui Autonomous Region, China
3. Department of Endocrinology, Air Force Hospital of Southern Theater Command of PLA, Guangzhou 510180, Guangdong, China

［**Abstract**］ **Objective**　To explore the impact of frailty on the risk of type 2 diabetes mellitus (T2DM) in middle-aged and elderly Chinese individuals. **Methods**　Data were obtained from the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) from 2011 to 2015, and frailty was evaluated with frailty index. Logistic regression was employed to investigate the association between the frailty index and incident T2DM. Restricted cubic spline (RCS) regression analysis was used to explore possible non-linear associations. The predictive performance of the frailty index for incident T2DM was evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results**　A total of 8 144 participants were enrolled, with 821 (10.08%) incident T2DM cases over the 4-year follow-up period. Logistic regression analysis results indicated that for each quartile increase in the frailty index, the probability of developing T2DM increased by 29% (odds ratio＝1.29, 95% confidence interval 1.19-1.41) after adjusting for confounding factors such as age, gender, sleep duration, and body mass index. RCS regression analysis results showed a non-linear dose-response relationship between the frailty index and incident T2DM ($P_{non\text{-}linearity}$＝0.004). When the frailty index exceeded 10.192, the risk of developing T2DM showed a gradually cumulative trend with an increase in the frailty index. The ROC curve analysis showed that the frailty index has certain predictive value for incident T2DM (area under curve＝0.570). **Conclusion**　The frailty index is associated with incident T2DM. Routine screening, dynamic monitoring, and targeted interventions for frailty may reduce the incidence of T2DM in middle-aged and elderly individuals.

［**Key words**］ frailty index; type 2 diabetes mellitus; middle-aged and elderly population; prospective cohort study; dose-response relationship

［收稿日期］ 2024-10-09　　［接受日期］ 2025-08-25
［基金项目］ 省级重点攻关项目（2024-NWSY-A016）. Supported by Provincial Key Research Project (2024-NWSY-A016).
［作者简介］ 王　楠，硕士生，主治医师. E-mail: wang0901nan@163.com
*通信作者（Corresponding author）. E-mail: 756979580@qq.com

［**Citation**］ WANG N, JIANG G, HAN X, et al. Association between frailty index and risk of incident type 2 diabetes mellitus in middle-aged and elderly individuals[J]. Acad J Naval Med Univ, 2025, 46(12): 1638-1643. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240683.

2 型糖尿病（type 2 diabetes mellitus，T2DM）目前已经成为全球最具挑战性的慢性疾病之一，其可引发心血管疾病、视网膜病变、肾功能衰竭和外周血管疾病等并发症，对中老年人生存能力和生活质量构成严重威胁[1]。随着全球人口老龄化进程的加速，T2DM 的公共卫生负担将会进一步加剧[2]。流行病学数据显示，2021 年中国 T2DM 患病人数已超 1.4 亿，预计到 2045 年将增至 1.75 亿[3]。

全球人口老龄化带来的另一重大公共卫生挑战是虚弱。虚弱作为重要的老年综合征之一[4]，是指机体生理储备功能下降、对内外环境应激的易感性增加的一种生理状态。尽管早期虚弱无明显临床症状，但随着病情进展，可累及神经、内分泌、代谢等多个系统，导致机体功能衰退，成为老年人群不良预后的重要决定因素。

作为与年龄密切相关的两个重要健康问题，虚弱和 T2DM 往往伴随发生，并导致更高的死亡率、残疾率和再入院率以及日常活动显著减少等严重的不良结果。已有研究证实，患有 T2DM 的老年人虚弱患病率及虚弱指数均高于任何年龄的非糖尿病人群[5]。此外，虚弱与 T2DM 患者的血糖及糖尿病并发症控制不佳有关[6]。虚弱状态往往涉及葡萄糖、脂质及氨基酸和胰岛素代谢改变，引起的代谢综合征可能导致 T2DM；反之，改善中老年人的虚弱状态可能有益于降低糖尿病的发病率。因此，早期识别非糖尿病人群的虚弱并及时干预对于避免或延迟糖尿病的发生非常重要。

然而，目前大多数研究集中于虚弱对已确诊糖尿病患者的影响，而关于虚弱对非糖尿病人群 T2DM 患病风险的证据有限，虚弱对非糖尿病进展为糖尿病的影响仍有待阐明。本研究基于中国健康与养老追踪调查（China Health and Retirement Longitudinal Study，CHARLS）的大规模纵向队列数据，探究虚弱对非糖尿病中老年人发生 T2DM 的影响，旨在为制定糖尿病的卫生防控政策、优化预防管理策略提供科学依据。

1　资料和方法

1.1　*研究资料*　数据来源于北京大学主持开展的 CHARLS 项目。该调查为全国性纵向队列研究，覆盖全国 28 个省（自治区、直辖市）的 450 个村庄 / 社区，调查对象为 45 岁及以上中老年人群，每 2～3 年进行 1 次随访。调查内容涵盖研究对象的社会人口学特征、家庭结构、健康状况、医疗保障、经济收支、实验室检查等多维度信息，是研究中国中老年人群健康状况的公开数据库[7]。根据以下标准纳入研究对象：（1）年龄≥45 岁；（2）具备完整的人口统计学数据（包括性别、教育程度、饮酒和吸烟情况）及血糖和血压等信息；（3）基线（2011 年）调查时无 T2DM 病史；（4）完成 2015 年随访调查且随访数据完整。

1.2　*研究指标*　糖尿病诊断参照《中国 2 型糖尿病防治指南（2020 年版）》[8]：空腹血糖≥7.0 mmol/L，或糖化血红蛋白≥6.5%，或餐后 2 h 血糖≥11.1 mmol/L，或自我报告已被乡镇（社区）级以上医疗机构确诊 T2DM。选取 32 个健康测评项目，包括合并症、身体功能、残疾、抑郁和认知等（表 1），计算虚弱指数：将 32 个项目得分的总和除以 32 再乘以 100，即为虚弱指数；衰弱定义为虚弱指数≥25，虚弱指数越高表示虚弱越严重[9-10]。

1.3　*统计学处理*　采用 R 4.3.2 软件进行统计学分析。计量资料若符合正态分布以 $\bar{x}\pm s$ 表示，采用独立样本 t 检验进行组间比较；若不符合正态分布以 M（Q_1，Q_3）表示，采用秩和检验进行组间比较。计数资料以例数和百分数描述，采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法进行组间比较。将虚弱指数作为连续型变量（按四分位数增量）或分类变量（按是否虚弱）构建 logistic 回归模型，分析结果以 *OR* 及 95%*CI* 描述。使用单因素和多因素 logistic 模型探讨虚弱指数与新发 T2DM 之间的关系，单因素 logistic 回归不纳入协变量，多因素 logistic 回归纳入了基线特征中所有 $P<0.1$ 的变量，同时将年龄纳入分析。采用限制性三次样条回归分析潜在的非线性关系，并可视化虚弱指数与新发 T2DM 之间的剂量－反应关系。利用 ROC 曲线分析虚弱指数对结局的预测价值。检验水准（α）为 0.05（双侧检验）。

表 1　构建虚弱指数的 32 个项目及判定标准

项目组分	项目描述	判定标准及赋值
自我报告的疾病	医生诊断高血压	有＝1, 无＝0
	医生诊断糖尿病	有＝1, 无＝0
	医生诊断心脏病	有＝1, 无＝0
	医生诊断脑卒中	有＝1, 无＝0
	医生诊断恶性肿瘤	有＝1, 无＝0
	医生诊断关节炎	有＝1, 无＝0
	医生诊断慢性肺病	有＝1, 无＝0
	医生诊断哮喘	有＝1, 无＝0
	医生诊断任何情绪、神经或精神问题	有＝1, 无＝0
	医生诊断记忆相关疾病	有＝1, 无＝0
自我报告的视力和听力问题	视力问题	有＝1, 无＝0
	听力问题	有＝1, 无＝0
自我报告的一般和心理健康状况	一般健康状况	差或一般＝1, 极好、非常好或良好＝0
	抑郁状况	CESD-10 得分超过10 分＝1, CESD-10 得分不超过10 分＝0
	认知状况[（记忆成绩＋定向能力成绩）/14]	连续型变量，取值 0～1
日常生活活动能力	穿衣困难	有＝1, 无＝0
	洗澡或淋浴困难	有＝1, 无＝0
	进食困难	有＝1, 无＝0
	上下床困难	有＝1, 无＝0
	上厕所困难	有＝1, 无＝0
工具性日常活动能力	管理金钱有困难	有＝1, 无＝0
	服药困难	有＝1, 无＝0
	买杂货有困难	有＝1, 无＝0
	做饭困难	有＝1, 无＝0
	做家务困难	有＝1, 无＝0
活动能力状态	行走 100 m有困难	有＝1, 无＝0
	长时间坐着后难以从椅子上站起来	有＝1, 无＝0
	在不休息的情况下爬几层楼梯有困难	有＝1, 无＝0
	难以举起或携带超过 10 斤的重物	有＝1, 无＝0
	难以从桌上捡起硬币	有＝1, 无＝0
	弯腰、跪下或蹲下有困难	有＝1, 无＝0
	难以将手臂伸到肩膀以上	有＝1, 无＝0

心脏病包括心绞痛、冠心病、充血性心力衰竭或其他心脏问题；记忆相关疾病包括阿尔茨海默病、痴呆、器质性脑衰老或其他严重的记忆障碍；采用流行病学研究中心抑郁量表（CESD-10）评估抑郁状况（总分 0～30 分）；记忆成绩是在即时和延迟的单词回忆任务中没有被回忆起来的单词数量的平均值（总分 0～10 分）；定向能力测试包括 4 个问题，分别是回答星期几、月份、日期和年份，答错 1 次得 1 分，总分为 0～4 分.

2　结　果

2.1　*研究对象基本特征*　纳入研究对象共 8 144 人，平均年龄为（57.23±8.31）岁，男 3 952 人（48.53%）、女 4 192 人（51.47%），新发 T2DM 患者 821 例（10.08%）。基线虚弱指数为 10.27（4.88，16.52），新发 T2DM 患者的虚弱指数高于无 T2DM 者（$P<0.001$）。与无 T2DM 者相比，新发 T2DM 患者的家庭人均消费水平更高、睡眠时间更短、BMI 更高（均 $P<0.05$）。两组间年龄、性别、受教育程度、婚姻状态等差异均无统计学意义（均 $P>0.05$）。见表 2。

2.2　*虚弱指数与新发 T2DM 关系的 logistic 回归分析*　将虚弱指数作为连续型变量，单因素 logistic 回归分析结果显示，虚弱指数每上升 1 个四分位数，新发 T2DM 的概率增加 28%（*OR*＝1.28，95%*CI* 1.18～1.38）；调整了年龄、性别、家庭人均消费水平、睡眠时间和 BMI 后进行多因素 logistic 回归分析，结果提示虚弱指数每上升 1 个四分位数，新发 T2DM 的概率增加 29%（*OR*＝1.29，95%*CI* 1.19～1.41）。将虚弱状况作为分类变量，单因素 logistic 回归分析结果显示，相较于没有虚弱的个体，虚弱个体新发 T2DM 的概率增加 60%（*OR*＝1.60，95%*CI* 1.28～2.00）；调整了年龄、性别、家庭人均消费水平、睡眠时间和 BMI 后进行多因素 logistic 回归分析，结果提示虚弱个体新发 T2DM 的概率比没有虚弱者增加 58%（*OR*＝1.58，95%*CI* 1.25～1.99）。见表 3。

表 2　纳入研究对象的基线特征

指标	总人群 N=8 144	无T2DM组 N=7 323	新发T2DM组 N=821	统计值	P值
年龄/岁，$\bar{x}\pm s$	57.23±8.31	57.24±8.37	57.14±7.75	t=0.33	0.742
家庭人均消费/元，M (Q_1, Q_3)	5 112.92 (3 000.00, 8 875.25)	5 060.00 (2 987.00, 8 831.67)	5 525.71 (3 190.00, 9 206.67)	Z=−2.69	0.007
睡眠时间/h，M (Q_1, Q_3)	7.00 (5.00, 8.00)	7.00 (5.00, 8.00)	6.00 (5.00, 8.00)	Z=−2.25	0.024
BMI/(kg•m^{-2})，M (Q_1, Q_3)	23.09 (20.94, 25.59)	22.91 (20.81, 25.36)	24.85 (22.50, 27.38)	Z=−14.10	<0.001
虚弱指数，M (Q_1, Q_3)	10.27 (4.88, 16.52)	9.04 (4.80, 14.96)	11.16 (7.37, 17.86)	Z=−6.55	<0.001
虚弱，n (%)	700 (8.60)	598 (8.17)	102 (12.42)	χ^2=17.03	<0.001
性别，n (%)				χ^2=3.23	0.072
女	4 192 (51.47)	3 745 (51.14)	447 (54.45)		
男	3 952 (48.53)	3 578 (48.86)	374 (45.55)		
受教育程度，n (%)				χ^2=2.18	0.535
小学以下	3 264 (40.08)	2 942 (40.17)	322 (39.22)		
小学	1 830 (22.47)	1 643 (22.44)	187 (22.78)		
中学	1 936 (23.77)	1 749 (23.88)	187 (22.78)		
高中及以上	1 114 (13.68)	989 (13.51)	125 (15.23)		
婚姻状态，n (%)				χ^2=8.95	0.111
已婚	7 018 (86.17)	6 299 (86.02)	719 (87.58)		
分居	390 (4.79)	364 (4.97)	26 (3.17)		
离异	71 (0.87)	66 (0.90)	5 (0.61)		
丧偶	605 (7.43)	537 (7.33)	68 (8.28)		
从未结婚	60 (0.74)	57 (0.78)	3 (0.37)		

T2DM：2 型糖尿病；BMI：体重指数.

表 3　虚弱指数与新发 2 型糖尿病关系的 logistic 回归分析结果

变量	单因素分析				多因素分析			
	β	SE	P值	OR (95%CI)	β	SE	P值	OR (95%CI)
年龄	0.00	0.00	0.757	1.00 (0.99, 1.01)	−0.01	0.00	0.129	0.99 (0.98, 1.00)
性别(男vs女)	0.13	0.07	0.072	0.88 (0.76, 1.01)	−0.05	0.08	0.477	0.95 (0.82, 1.10)
体重指数	0.00	0.00	0.057	1.00 (1.00, 1.00)	0.00	0.00	0.059	1.00 (1.00, 1.00)
睡眠时间	0.03	0.02	0.121	0.97 (0.93, 1.01)	0.00	0.02	0.851	1.00 (0.96, 1.04)
家庭人均消费	0.00	0.00	0.251	1.00 (1.00, 1.00)	0.00	0.00	0.188	1.00 (1.00, 1.00)
虚弱指数	0.02	0.00	<0.001	1.28 (1.18, 1.38)	0.02	0.00	<0.001	1.29 (1.19, 1.41)
虚弱(是vs否)	0.47	0.11	<0.001	1.60 (1.28, 2.00)	0.46	0.12	<0.001	1.58 (1.25, 1.99)

β：标准化回归系数；SE：标准误；OR：比值比；95%CI：95%置信区间.

2.3　*虚弱指数与新发T2DM之间的剂量-反应关系*　调整年龄、性别、受教育程度、家庭人均消费、婚姻状态、BMI和睡眠时间后，限制性三次样条回归分析结果显示虚弱指数与T2DM发病率之间存在剂量-反应关系（P<0.001），且为非线性关系（$P_{非线性}$=0.004），当虚弱指数>10.192时新发T2DM的累积发病风险增加。见图1。

2.4　*虚弱指数对新发T2DM的预测价值*　以新发T2DM患者为阳性样本，以未发生T2DM者为阴性样本，采用ROC曲线分析虚弱指数对新发T2DM的预测价值。结果显示，虚弱指数预测新发T2DM的AUC值为0.570（P<0.001），灵敏度为0.605，特异度为0.501（图2）。

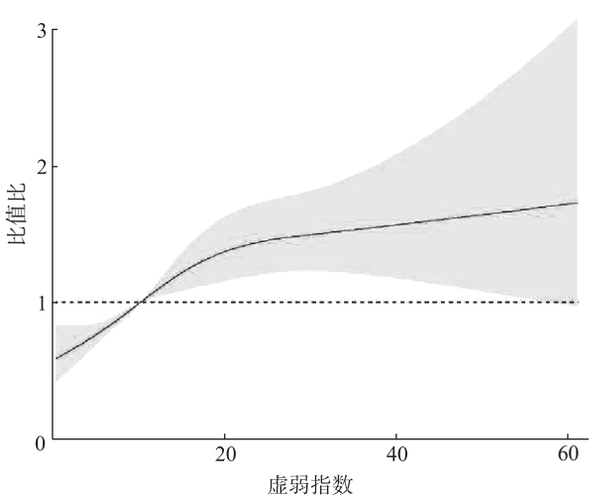

图 1　虚弱指数与新发 2 型糖尿病之间的剂量-反应关系

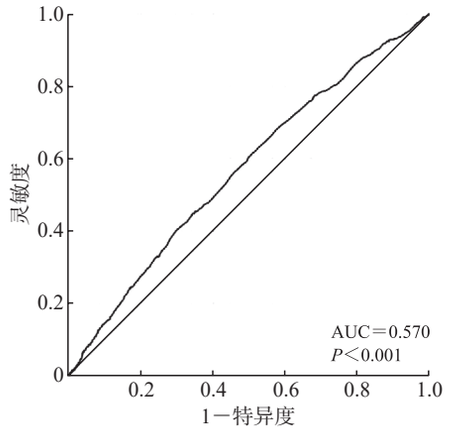

图 2　虚弱指数预测新发 2 型糖尿病的 ROC 曲线

ROC：受试者操作特征；AUC：曲线下面积.

3　讨　论

在这项观察性纵向队列研究中，虚弱指数与 T2DM 发病率之间存在非线性剂量－反应关系，当虚弱指数＞10.192 时新发 T2DM 的累积发病风险增加；同时 ROC 曲线表明，虚弱指数对新发 T2DM 具有一定的诊断价值。本研究创新性地探讨了虚弱对中老年人新发 T2DM 风险的影响，并评估了虚弱指数在 T2DM 诊断中的潜在价值。

虚弱会增加 T2DM 发生的风险并不意外，有研究表明虚弱通常伴有的代谢和内分泌失调可能进一步导致普通人群 T2DM 的发生[11]。虚弱对 T2DM 的影响可能是由于存在共同的决定因素和病理生理途径。近年来，在蛋白质分子、细胞、组织器官等不同层面对糖尿病与虚弱共同机制的探索取得了一些成果，主要包括器官在高血糖状态下的过早衰老、慢性炎症、氧化应激增加、线粒体功能障碍、晚期糖基化终产物积累、胰岛素抵抗及葡萄糖、脂质和氨基酸代谢紊乱等[12-16]。还有研究表明，虚弱与肥胖、高血压、高脂血症、久坐不动的生活方式和不良饮食习惯等代谢危险因素有关，而这些因素已知在 T2DM 的发病中发挥重要作用。此外，肌肉减少症作为虚弱的一个重要组成部分，也被视为是老年人群的糖尿病并发症之一[17]。肌肉减少症可能因为低肌肉质量引起的葡萄糖代谢异常，以及由于肌肉间和肌肉内脂肪组织堆积而导致的局部炎症，促进 T2DM 的发生和发展[18]。

了解上述机制有助于指导虚弱和 T2DM 的预防与管理。鉴于 T2DM 晚期不良结局难以逆转，利用潜在的干预机会成功延缓或逆转虚弱对 T2DM 的影响具有公共卫生和临床实践意义。本研究结果表明，作为 T2DM 的危险因素，虚弱指数可能有助于识别糖尿病高危人群。但本研究中虚弱指数判断 T2DM 的 AUC 值略大于 0.5，提示其单独应用诊断能力有限。尽管如此，虚弱指数作为一种简单、易于实施且不依赖于实验室检查的指标，在新发 T2DM 的预测中依然具有一定的临床意义，综合虚弱指数、血糖和糖化血红蛋白对个体进行全面评估将有助于更准确地判断 T2DM 的发生风险。

本研究结果还表明，与无 T2DM 中老年人群相比，新发 T2DM 中老年人群的家庭人均消费水平更高、睡眠时间更短、BMI 更高。关于家庭人均消费水平与糖尿病和虚弱关系的研究少见，但更高的消费水平可能因为涉及相对不健康的饮食习惯而引发 T2DM 和虚弱。有研究表明，失眠或失眠的遗传易感性与虚弱风险显著增加有关[19-20]，从而导致糖尿病发生。因此，应充分重视中老年人群睡眠问题的干预。关于 BMI，先前的观察性研究发现肥胖可能与较高的虚弱风险有关[21]，肥胖和虚弱可共同促进 T2DM 发展。

虚弱是影响中老年人 T2DM 发生的重要因素，并有潜力成为糖尿病诊断指标之一，后续可考虑将虚弱纳入糖尿病的常规筛查。同时应使用多维方法来预防或延缓糖尿病的发生，包括改善虚弱的生理状态、干预代谢合并症和管理风险因素，以及培养健康的生活方式。

本研究存在以下局限性，首先，本研究受试者来源于公开数据库，在一定程度上可能影响研究结果的普适性。其次，由于存在失访患者，这可能引发生存偏倚和选择偏倚，从而影响研究结果的外部效度和准确性。最后，本研究中虚弱指数的定义阈值是基于西方人群的研究设定的，尚缺乏针对中国人群的验证研究。因此，未来的研究有必要在中国人群中进行验证，以确定是否需要调整虚弱的定义阈值，从而更好地适应中国人群的特点。

综上所述，虚弱与中老年人 T2DM 的发生相关，当虚弱指数＞10.192 时 T2DM 的累积发病风险增加并对新发 T2DM 具有一定的诊断价值。对中老年人进行常规的虚弱筛查、监测、预防和干预管理可能有助于预防 T2DM 的发生。

［参 考 文 献］

［1］　WANG L, LI X, WANG Z, et al. Trends in prevalence of diabetes and control of risk factors in diabetes among

US adults, 1999-2018[J]. JAMA, 2021, 326(8): 1-13. DOI: 10.1001/jama.2021.9883.

[2] SINCLAIR A, SAEEDI P, KAUNDAL A, et al. Diabetes and global ageing among 65-99-year-old adults: findings from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2020, 162: 108078. DOI: 10.1016/j.diabres.2020.108078.

[3] 全球 5.37 亿成人糖尿病中国有 1.4 亿[N]. 医师报，2021-12-09(B03). DOI: 10.44211/n.cnki.nysbz.2021.001216.

[4] YOON S J, KIM K I. Frailty and disability in diabetes[J]. Ann Geriatr Med Res, 2019, 23(4): 165-169. DOI: 10.4235/agmr.19.0036.

[5] SHI J, TAO Y, WANG L, et al. Combined effect of diabetes and frailty on mortality among Chinese older adults: a follow-up study[J]. Front Endocrinol, 2022, 13: 1105957. DOI: 10.3389/fendo.2022.1105957.

[6] AKAN S, AKTAS G. Relationship between frailty, according to three frail scores, and clinical and laboratory parameters of the geriatric patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Rev Assoc Med Bras, 2022, 68(8): 1073-1077. DOI: 10.1590/1806-9282.20220271.

[7] ZHAO Y, HU Y, SMITH J P, 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.

[8] 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)(上)[J]. 中国实用内科杂志，2021，41(8)：668-695. DOI: 10.19538/j.nk2021080106.

[9] 巫锡炜，刘慧. 中国老年人虚弱变化轨迹及其分化：基于虚弱指数的考察[J]. 人口研究，2019，43(4)：70-84.

[10] HE D, QIU Y, YAN M, et al. Associations of metabolic heterogeneity of obesity with frailty progression: results from two prospective cohorts[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2023, 14(1): 632-641. DOI: 10.1002/jcsm.13169.

[11] HANLON P, FAURÉ I, CORCORAN N, et al. Frailty measurement, prevalence, incidence, and clinical implications in people with diabetes: a systematic review and study-level meta-analysis[J]. Lancet Healthy Longev, 2020, 1(3): e106-e116. DOI: 10.1016/S2666-7568(20)30014-3.

[12] STEWART R. Cardiovascular disease and frailty: what are the mechanistic links?[J]. Clin Chem, 2019, 65(1): 80-86. DOI: 10.1373/clinchem.2018.287318.

[13] CHAO C T, WANG J, CHIEN K L. Both pre-frailty and frailty increase healthcare utilization and adverse health outcomes in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Cardiovasc Diabetol, 2018, 17(1): 130. DOI: 10.1186/s12933-018-0772-2.

[14] MARCOS-PÉREZ D, SÁNCHEZ-FLORES M, PROIETTI S, et al. Association of inflammatory mediators with frailty status in older adults: results from a systematic review and meta-analysis[J]. Geroscience, 2020, 42(6): 1451-1473. DOI: 10.1007/s11357-020-00247-4.

[15] XU Y, LIU X, LIU X, et al. The roles of the gut microbiota and chronic low-grade inflammation in older adults with frailty[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2021, 11: 675414. DOI: 10.3389/fcimb.2021.675414.

[16] AGUAYO G A, HULMAN A, VAILLANT M T, et al. Prospective association among diabetes diagnosis, HbA_{1c}, glycemia, and frailty trajectories in an elderly population[J]. Diabetes Care, 2019, 42(10): 1903-1911. DOI: 10.2337/dc19-0497.

[17] IZZO A, MASSIMINO E, RICCARDI G, et al. A narrative review on sarcopenia in type 2 diabetes mellitus: prevalence and associated factors[J]. Nutrients, 2021, 13(1): 183. DOI: 10.3390/nu13010183.

[18] MESINOVIC J, ZENGIN A, DE COURTEN B, et al. Sarcopenia and type 2 diabetes mellitus: a bidirectional relationship[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2019, 12: 1057-1072. DOI: 10.2147/DMSO.S186600.

[19] MORENO-TAMAYO K, MANRIQUE-ESPINOZA B, MORALES-CARMONA E, et al. Sleep duration and incident frailty: the rural frailty study[J]. BMC Geriatr, 2021, 21(1): 368. DOI: 10.1186/s12877-021-02272-0.

[20] ZHANG N, JIA Z, GU T, et al. Associations between modifiable risk factors and frailty: a Mendelian randomisation study[J]. J Epidemiol Community Health, 2023, 77(12): 782-790. DOI: 10.1136/jech-2023-220882.

[21] YUAN L, CHANG M, WANG J. Abdominal obesity, body mass index and the risk of frailty in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. Age Ageing, 2021, 50(4): 1118-1128. DOI: 10.1093/ageing/afab039.

［本文编辑］　杨亚红