

基于随机森林模型的老年 2 型糖尿病患者 低血糖恐惧的现状和影响因素分析

苏思慧¹, 唐琦², 夏颖², 蔚萌², 王佳琳²

1. 四川省医学科学院·四川省人民医院 重症医学中心, 四川 成都 610072;

2. 成都中医药大学 护理学院, 四川 成都 611137

摘要:目的 探究老年 2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)患者低血糖恐惧现状并分析其影响因素, 为促进老年 T2DM 患者血糖管理和心理健康提供依据。方法 2022 年 3 月—2023 年 1 月, 选取成都市某 3 所三级甲等医院 302 例老年 T2DM 患者为研究对象, 采用一般资料问卷、低血糖恐惧感调查-忧虑量表、社会支持量表以及心理弹性量表开展调查研究。结果 受访者对低血糖恐惧的现状得分为(33.009 ± 11.243)分, 提示整体恐惧水平较高。基于随机森林模型的变量筛选结果显示, 当正则化参数 λ 为 0.779 25 时, 模型预测精度最优, 共提取出 7 项核心影响因素, 按重要性降序依次为心理弹性水平、社会支持度、主观支持、客观支持、对支持的利用度、低血糖类型及受教育程度。多元线性回归分析显示, 有效阻碍老年 T2DM 患者对低血糖恐惧程度的因子有心理弹性水平($\beta=-0.315$, 95%CI: -0.455 ~ -0.246)、主观支持度($\beta=-0.260$, 95%CI: -0.845 ~ -0.374)、客观支持度($\beta=-0.176$, 95%CI: -0.895 ~ -0.256)、对支持的利用度($\beta=-0.145$, 95%CI: -1.327 ~ -0.226), 而低血糖类型($\beta=0.314$, 95%CI: 2.227 ~ 3.873)及发生频率($\beta=0.296$, 95%CI: 2.632 ~ 4.719)均对老年 T2DM 患者产生低血糖恐惧起促进作用。结论 本研究中, 老年 T2DM 患者对低血糖恐惧程度的水平较高, 现状受多因子影响。医护人员可通过提高老年 T2DM 患者的心理弹性水平, 提高社会支持力度以改善对低血糖的恐惧程度, 重点关注低血糖发生程度重、频率高的患者。

关键词:老年人; 低血糖恐惧; 2 型糖尿病; 随机森林; 影响因素

中图分类号: R587.1 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)13-2444-07

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202502060

Current status and influencing factors of fear of hypoglycemia in elderly patients with type 2 diabetes based on random forest model

SU Si-hui*, TANG Qi, XIA Ying, WEI Meng, WANG Jia-lin

*Critical Care Medicine Center, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu, Sichuan 610072, China

Abstract: Objective To investigate the status and influencing factors of fear of hypoglycemia (FoH) in elderly patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM), providing evidence for improving glycemic management and psychological health. **Methods** From March 2022 to January 2023, 302 elderly T2DM patients from three tertiary hospitals in Chengdu were assessed using general information questionnaires, Hypoglycemia Fear Survey-Worry Scale, Social Support Rating Scale, and Connor-Davidson Resilience Scale. **Results** The mean FoH score was 33.009 ± 11.243, indicating high overall fear levels. Random forest model screening (optimal $\lambda=0.77925$) identified seven key factors in descending importance: psychological resilience, social support, subjective support, objective support, support utilization, hypoglycemia type, and education level. Multiple linear regression showed psychological resilience ($\beta=-0.315$, 95%CI: -0.455 to -0.246), subjective support ($\beta=-0.260$, 95%CI: -0.845 to -0.374), objective support ($\beta=-0.176$, 95%CI: -0.895 to -0.256), and support utilization ($\beta=-0.145$, 95%CI: -1.327 to -0.226) negatively influenced FoH, while hypoglycemia type ($\beta=0.314$, 95%CI: 2.227 to 3.873) and frequency ($\beta=0.296$, 95%CI: 2.632 to 4.719) were positive contributors. **Conclusion** Elderly T2DM patients exhibit high FoH levels influenced by multiple factors. Healthcare providers should enhance psychological resilience and social support, with particular attention to patients experiencing severe or frequent hypoglycemic episodes.

Keywords: Aged; Fear of hypoglycemia; Type 2 diabetes mellitus; Random forest; Influencing factors

基金项目: 健康人文研究中心重点项目(JKRWZ23-02)

作者简介: 苏思慧(1996—), 女, 硕士, 护师, 研究方向: 临床专科护理; 唐琦(1998—), 女, 硕士在读, 研究方向: 临床专科护理; 苏思慧与唐琦为共同第一作者

通信作者: 王佳琳, E-mail: wangjialin@cdutcm.edu.cn

2 型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)在全球糖尿病病例中占比高达 90%^[1],其治疗过程中频发的急性并发症低血糖已成为临床管理的关键挑战^[2]。现有数据显示,T2DM 患者低血糖发生率为 21.7%~95.3%^[3-4],相关症状及潜在危害易引发患者对低血糖的过度担忧,即低血糖恐惧(fear of hypoglycemia, FOH)^[5]。FOH 被定义为患者因低血糖经历或风险而产生的持续性心理应激反应^[5],其患病率在糖尿病患者中达 17.4%~50%^[6-7]。此类心理状态不仅与睡眠障碍^[8-10]、焦虑情绪^[11]及抑郁加重^[5]显著关联,还会降低患者对饮食与运动的依从性^[12],并干扰胰岛素治疗方案的制定与执行^[13],从而加剧血糖控制难度。因此,早期识别并干预 FOH 对改善患者预后具有重要临床价值。

尽管目前国外对糖尿病患者 FOH 的研究越来越多,但先前研究多集中于依赖胰岛素治疗的 I 型糖尿病患者,近期证据表明,低血糖造成的严重后果可能对 T2DM 患者更显著,特别是对心血管系统的影响^[4]。此外,我国糖尿病发病率高,且多为老年 T2DM 患者,因此,关注我国 T2DM 老年人的低血糖恐惧感,有助于促进他们的身心健康,提高其幸福感,推动我国健康老龄化的发展。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选择符合纳入排除标准的老年 T2DM 患者,对成都市三家三级甲等医院采用方便抽样的方式,于 2022 年 3 月—2023 年 1 月进行调查。纳入标准:(1)年龄 ≥ 60 岁且经 WHO 临床诊断指南确诊为 T2DM 老年患者;(2)最近 6 个月出现低血糖史;(3)无沟通障碍,对答切题,且自愿参加本研究。排除标准:有严重合并症(如癌症)或有精神病史(或正在服用精神药物)或参加过其他研究的受试者。研究员剔除无效问卷,最终纳入老年 T2DM 患者 302 例。成都中医药大学伦理委员会已批准本研究的进行(审批号:2022KL-033-01)。

1.2 研究工具

1.2.1 一般资料问卷 该问卷包含性别(男/女)、年龄(≥ 60 岁)、教育程度、婚姻状况等人口学因素和糖尿病病程及家族史等疾病现况,共计 10 项指标。

1.2.2 低血糖恐惧感调查-忧虑量表(CHFSII-WS) 目前评估 FOH 的标准化工具^[14],共计 13 项题目综合评估受试者近 6 个月对低血糖的担忧畏惧和尴尬情绪二维度的主观体验。采用 5 级 Likert 评分(0~4 分),总分范围为 0~52 分,得分与恐惧程度呈正相关。该量表的内部一致性信度是 0.904。

1.2.3 社会支持评定量表(SSRS) 1994 年沿用,从

客观支持(3 项)、主观支持(4 项)、支持利用度(3 项)三方面全面评估受试者的社会支持状况^[16],使用 Likert 4 级评分法,累积 10 个条目(12~66 分)。社会支持程度越高则得分越高,其中总分 ≤ 22 分、22~44 分以及 >44 分分别对应低、中、高支持水平^[17]。SSRS 具有较高的信度(Cronbach $\alpha=0.8936$),现已成为社会支持研究领域的广泛应用工具。

1.2.4 心理弹性量表简化版(CD-RISC-10) 由原始 25 条目 Connor-Davidson 心理弹性量表精简为 10 条目版本,用于评估个体在压力事件中的综合适应能力。量表总分范围为 0~40 分,得分与心理弹性水平呈正相关^[18],其内部一致性信度是 0.910。

1.3 过程性质量控制 本研究形式以现场填答纸质问卷+线上问卷的方式进行,但以纸质问卷填写为主要方式。正式开展研究前召开组会并对三名研究生进行统一培训,开展过程中由研究对象自行完成问卷,若有困难则由研究员如实填写受访者回答,结束后复查问卷,确保内容的完整性和逻辑性。

1.4 统计学方法 数据分析通过 SPSS 25.0 与 R Studio 完成。分别采用(均数 \pm 标准差)、频数和百分比表示连续型变量和分类变量。一般资料组间差异比较采用 *t* 检验或方差分析(ANOVA)检验进行。关联性分析采用 Pearson 相关系数进行评估。基于 R Studio 的 Random Forest 包构建随机森林模型,通过计算平均基尼系数下降值确定老年 T2DM 患者 FOH 影响因素的优先级^[19],其中基尼系数降幅越大提示变量重要性越高^[20]。此外,通过 LASSO 回归筛选关键变量后,进一步采用多元线性回归模型进行多因素分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 研究对象基本状况 参与者的社会人口学特征和疾病相关信息见表 1。302 例老年 T2DM 患者中,以男性(53.3%)、60~79 岁(73.5%)、已婚(55.3%)、小学及以下文化程度(53.0%)为主。在疾病相关特征方面,有糖尿病家族史的有 145 人(48.0%),仅有 78 例(25.8%)患者对低血糖“非常了解”。

2.2 相关性分析 如表 2 所示,老年 T2DM 患者的 FOH 感、心理弹性和社会支持得分分别为(33.009 \pm 11.243)、(22.368 \pm 10.109)和(39.570 \pm 8.310)分,社会支持各维度得分由高到低依次为主观支持(24.364 \pm 4.784)分、客观支持(8.036 \pm 3.431)分、支持利用(7.169 \pm 2.098)分。相关性结果表明,在心理弹性与 FOH 间为负相关关系($r=-0.435, P<0.01$)。同样,FOH 与社会支持间也呈现显著的负相关($r=-0.501, P<0.01$)。但 $r=0.455$ 表明正相关关系存在于

社会支持和心理弹性之间($P < 0.01$)。

表 1 老年 T2DM 患者 FOH 的单因素分析 [$n=302, n(\%), (\bar{x} \pm s)$]

Table 1 Univariate analysis of FOH in elderly with T2DM [$n=302, n(\%), (\bar{x} \pm s)$]

变量	分类	总数	FOH 得分	统计值	P 值
性别	男	161(53.30)	32.702 ± 11.979	$t=-0.508$	0.611
	女	141(46.70)	33.362 ± 10.369		
年龄(岁)	60~69	110(36.40)	31.064 ± 11.532	$F=3.306$	0.026 [*]
	70~79	112(37.10)	32.670 ± 11.511		
	80~89	73(24.20)	36.140 ± 9.918		
	≥90	7(2.30)	36.429 ± 9.449		
教育程度	文盲	60(19.90)	36.767 ± 10.577	$F=4.040$	0.008 ^{**}
	小学	100(33.10)	31.970 ± 10.907		
	中学	112(37.10)	33.054 ± 11.480		
	大专及以上	30(9.90)	28.800 ± 11.068		
婚姻状况	单身	54(17.90)	33.833 ± 11.663	$F=0.026$	0.974
	已婚	167(55.30)	33.143 ± 10.862		
	离异或分居	81(26.80)	32.852 ± 11.854		
工作状况	全职	30(9.90)	33.400 ± 12.661	$F=1.263$	0.285
	兼职	71(23.50)	33.803 ± 10.778		
	务农	86(28.50)	34.570 ± 10.427		
	退休	106(35.10)	31.123 ± 11.617		
	其他	9(3.00)	32.778 ± 12.327		
糖尿病病程(年)	≤5	65(21.50)	34.154 ± 11.55	$F=1.054$	0.369
	6~10	86(28.50)	32.035 ± 10.384		
	11~15	92(30.50)	34.065 ± 10.967		
	≥16	59(19.50)	31.525 ± 12.345		
糖尿病家族史	有	145(48.00)	33.503 ± 11.374	$t=0.732$	0.464
	无	163(52.00)	32.554 ± 11.137		
低血糖发生频率(半年内,次)	1	43(14.20)	27.651 ± 10.661	$F=4.950$	0.002 ^{**}
	2	106(35.10)	32.698 ± 11.845		
	3	110(36.40)	34.209 ± 10.995		
	4及以上	43(14.20)	36.070 ± 9.200		
	对低血糖的了解程度	非常了解	78(25.80)		
比较了解	150(49.70)	32.593 ± 11.518			
很少了解	74(24.50)	34.040 ± 10.380			
低血糖类型	假性低血糖	26(8.60)	26.231 ± 11.570	$F=3.642$	0.007 ^{**}
	无症状低血糖	55(18.20)	33.163 ± 10.614		
	可疑症状性低血糖	95(31.50)	33.189 ± 10.856		
	症状性低血糖	82(27.20)	32.902 ± 11.226		
	严重低血糖	44(14.60)	36.636 ± 11.885		

注:^{*} $P < 0.01$; ^{**} $P < 0.05$ 。

表 2 老年 T2DM 患者 FOH 得分与心理弹性、社会支持的相关性(r 值, $n=302$)

Table 2 The correlation between FOH and psychological resilience and social support in elderly with T2DM (r value, $n = 302$)

变量	1	2	3	4	5	6
均值	33.009	22.368	39.570	24.364	8.036	7.169
标准差	11.243	10.109	8.310	4.784	3.431	2.098
1.FOH 得分	1					
2.心理弹性水平	-0.435 ^{**}	1				
3.社会支持水平	-0.501 ^{**}	0.455 ^{**}	1			
4.主观支持	-0.409 ^{**}	0.371 ^{**}	0.868 ^{**}	1		
5.客观支持	-0.380 ^{**}	0.336 ^{**}	0.769 ^{**}	0.413 ^{**}	1	
6.对支持的利用度	-0.429 ^{**}	0.407 ^{**}	0.724 ^{**}	0.482 ^{**}	0.471 ^{**}	1

注:^{**} $P < 0.011$ 。

2.3 老年 T2DM 患者低血糖恐惧感影响因素的筛选

2.3.1 基于随机森林的老年 T2DM 患者 FOH 影响因素的重要性排序 单因素及相关性分析显示,病人年龄、教育、低血糖发生频率、低血糖类型、社会支持水平、主观支持、客观支持、支持利用度、心理弹性水平对老年 T2DM 患者 FOH 有重要影响。模型测试显示,当 $mtry=3, ntree=500$ 时模型趋于稳定。据表 3 和图 1 的随机森林分析结果,本次研究纳入的 9 个影响因素重要性排序依次为患者的心理弹性、社会支持及各维度、低血糖类型、低血糖发生频率、受教育程度、年龄分组。

表 3 基于随机森林的老年 T2DM 患者 FOH 影响因素的重要性排序

Table 3 The importance ranking of influencing factors of FOH in elderly with T2DM based on random forest

重要性排序	变量名称	平均基尼系数
1	心理弹性水平	51.676
2	社会支持水平	46.166
3	主观支持	42.945
4	客观支持	40.135
5	对支持的利用度	34.866
6	低血糖类型	30.443
7	低血糖发生频率	25.239
8	受教育程度	24.957
9	年龄分组	22.689

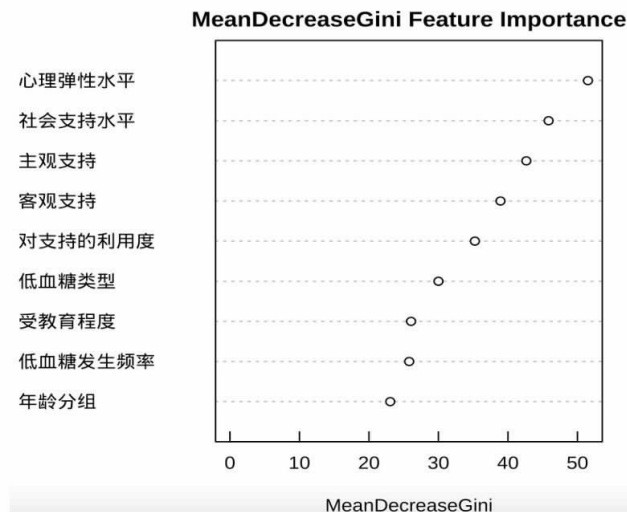


图 1 影响因素重要性度量结果

Figure 1 Measurement results of the importance of influencing factors

2.3.2 变量筛选 根据随机森林影响因素重要性度量结果,采用 glmnet 程序包对单因素分析中筛选出的 9 个显著性变量构建 LASSO 回归模型。通过交叉验证确定最优正则化参数 $\lambda(0.779\ 25)$,该值对应模

型预测误差最小,见图 2,最终筛选出 7 项核心影响因素,分别为心理弹性、社会支持度、主观支持、客观支持、对支持的利用度、低血糖类型及发生频率,并将其纳入多元线性回归模型以量化效应强度^[18]。

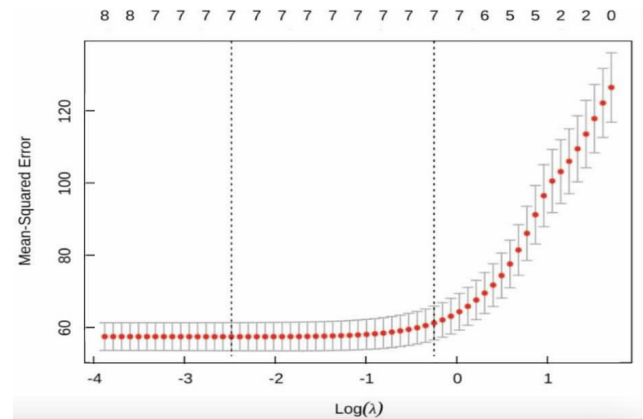


图 2 基于 LASSO 分析的特征性变量筛选

Figure 2 Characteristic variable screening based on LASSO analysis

2.4 老年 T2DM 患者 FOH 影响因素的多元线性回归分析 变量赋值情况如表 4 所示。多元线性回归分析显示,心理弹性水平、主观支持、客观支持、对支持的利用度等因子均能阻碍老年 T2DM 患者产生 FOH ($P<0.05$),而低血糖类型及发生频率等因子均能促进老年 T2DM 患者对低血糖产生恐惧($P<0.05$)。见表 5。

表 4 变量赋值表

Table 4 Variable assignment table

变量名	赋值
低血糖发生频率(半年内,次)	1=0, 2=1, 3=2, 4 及以上 =3
低血糖类型	假性低血糖 =0, 无症状低血糖 =1, 可疑症状性低血糖 =2, 症状性低血糖 =3, 严重低血糖 =4

3 讨论

本研究结果显示,老年 T2DM 患者 FOH 平均得分为 (33.009 ± 11.243) 分,提示老年 T2DM 患者对低血糖具有较高恐惧程度。但本研究数据分析结果源自单一地区的医院样本,对比重庆地区医院样本的 $(38.15 \pm 10.57)^{[21]}$ 、江苏省医院人群的 $(35.0 [27.8, 47.0])^{[22-23]}$ 及南充市医养结合机构老年群体的 $(48.91 \pm 10.44)^{[24]}$,发现本研究结论与前人一致,均提示老年 T2DM 患者具有较高程度的 FOH。低血糖本身给患者带来的一系列不适症状和不良临床结局,使得患者对低血糖的发生感到恐惧是产生此现状的原因。因此,医护人员在工作中不仅需关注低血糖发作时给患者带来的影响,还需关注患者低血糖发作间歇期时的情绪状态,行人

院即时评估,并告知有关低血糖的相应诊疗方法及注意事项,以达到减轻低血糖的恐惧心理。

表 5 老年 T2DM 患者 FOH 的多元线性回归分析($n=302$)

Table 5 Multiple linear regression analysis of FOH in elderly with T2DM ($n=302$)

参数	B	s_x	β	95%CI	t 值	P 值
(常量)	46.898	2.799		41.389 ~ 52.407	16.754	<0.001
心理弹性水平	-0.350	0.053	-0.315	-0.455 ~ -0.246	-6.589	<0.001
主观支持	-0.610	0.120	-0.260	-0.845 ~ -0.374	-5.096	<0.001
客观支持	-0.576	0.162	-0.176	-0.895 ~ -0.256	-3.547	<0.001
对支持的利用度	-0.777	0.280	-0.145	-1.327 ~ -0.226	-2.777	0.006
低血糖类型	3.050	0.418	0.314	2.227 ~ 3.873	7.291	<0.001
低血糖发生频率(半年内)	3.675	0.530	0.296	2.632 ~ 4.719	6.932	<0.001

注: $R^2=0.485$;调整后 $R^2=0.475$, $F=46.301$, $P<0.001$ 。

本研究表明,影响老年 T2DM 患者对 FOH 程度的主要因素为心理弹性水平、主观支持、客观支持、对支持的利用度、低血糖类型及发生频率。其中,心理弹性水平对缓解老年 T2DM 患者 FOH 的影响最为重要。前人的研究也强调了心理弹性对改善糖尿病患者不良心理状况和预后的重要性^[25],且心理弹性已被发现与焦虑、疲劳、糖尿病困扰和认知功能障碍呈负相关^[26-28]。可能的原因是,心理弹性较高的老年人,为了维持身体内部的稳定,更善于感受积极的情绪,并能积极地面对因低血糖事件而产生的消极影响所遇到的困难和挫折。因此,可通过提高 T2DM 老人的心理弹性以助其理解和感知低血糖经历引起的心理恐惧,并提高低血糖事件的应对能力。

另外,在我们的研究中,社会支持的各维度在影响因素中仅次于心理弹性,且患者的社会支持水平与 FOH 呈负相关,这与李思悦等人^[29]认为良好的社会支持可以改善患者的幸福感和身心健康的观点一致。不仅如此,我们的研究发现,老年 T2DM 患者的社会支持得分为(39.57 ± 8.10)分,较以往研究更低^[30],提示该群体的社会支持程度仍需改善。并且在社会支持的各维度中,主观支持得分最高,对患者 FOH 程度的影响排序也更重要。患者在社会中体验尊重、支持和理解并获得满足,这些都关联于个体的主观感受^[16]。随年龄增长,老年人的健康储备不断下降,而糖尿病具有病程长、并发症多的特点,长期的患病状态可加重老年人的社会衰弱^[31],使老年人抵御疾病的信心减弱。因此,医护人员应重视老年人的社会支持水平,尊重和理解老年人并主动给予关怀,加强心理慰藉,为其提供糖尿病管理的信息和低血糖控制的知识,增强老年人战胜疾病的信心。

前人的研究已经探索了对低血糖产生恐惧心理与发生低血糖间的相关关系。首先,研究显示 T2DM 患者发生严重低血糖与产生对低血糖的恐惧心理间具有显著相关(Wu 等人)^[32]。其次,Vexiau^[33]通过研究证实低血糖症状发作越严重,由此产生的恐惧心理程

度也越高。本研究发现 6 个月内低血糖 ≥ 3 次和低血糖发生程度更重的老年 T2DM 患者 FOH 水平更高,这可能是由于低血糖的频繁发生使得个人的自我调节和应对能力受限,从而加重 FOH^[34],而此现象尤其容易发生在老年群体中。

本研究具有一定的局限性:首先,本研究存在未测量混杂因素(如经济状况、用药依从性等),结论中的影响因素可能并不全面;其次,采用方便抽样的方法,样本范围限于成都市,使得研究结论推广性有限,后续可行大范围多中心调查进一步验证本研究结论。基于此,建议后续可通过纵向研究了解患者 FOH 水平的变化轨迹以明确其中的因果关系,质性研究深入了解病人对于 FOH 的切实体验,为提升其心理健康状况提供更多依据。未来 30 年内,老年人将成为 T2DM 患者的主要群体^[35]。FOH 可造成或加重老年 T2DM 患者的负面情绪,甚至成为血糖控制水平和治疗方案选择的阻碍因素。本研究通过整合随机森林模型的变量筛选与多元线性回归的效应量分析,兼顾变量重要性排序与具体效应值解析,在定性评估与实证量化实现了互补融合。研究结果表明 T2DM 老人的 FOH 受多种因素的影响,加强对患者 FOH 水平的评估,为后续的心理护理提供依据。此外,可采取针对性的干预措施提高其心理弹性,并鼓励患者充分利用社会支持,从而帮助其保持心理健康,减轻 FOH。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Mlynarska E, Czarnik W, Dzieza N, et al. Type 2 diabetes mellitus: new pathogenetic mechanisms, treatment and the most important complications [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2025, 26(3): 1094.
- [2] Gómez-Guijarro MD, Álvarez-Bueno C, Saz-Lara A, et al. Association between severe hypoglycaemia and risk of dementia in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis [J]. Diabetes-Metabolism: Research and Reviews, 2023, 39(3): e3610.

- [3] Al-Azayzih A, Kanaan RJ, Altawalbeh SM, et al. Prevalence and predictors of hypoglycemia in older outpatients with type 2 diabetes mellitus[J]. PLOS One, 2024, 19(8): e0309618.
- [4] Li XN, Kan YS, Liu HY, et al. Prevalence and contributing factors of impaired awareness of hypoglycemia in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis[J]. Acta Diabetologica, 2023, 60(9): 1155-1169.
- [5] Fariba A, Amerzadeh M, Banazadeh M, et al. Fear of hypoglycemia and illness perception in type II diabetes patients[J]. BMC Endocrine Disorders, 2024, 24(1): 24.
- [6] Zhang Y, Li S, Zou Y, et al. Fear of hypoglycemia in patients with type 1 and 2 diabetes: a systematic review [J]. J Clin Nurs, 2020, 30: 72-82.
- [7] Huang J, Peng W, Ding SL, et al. Fear of hypoglycemia and associated factors in hospitalized patients with type 2 diabetes: a cross-sectional study[J]. Scientific Reports, 2022, 12(1): 20338.
- [8] 陈丽霞,施慧,朱德政,等. 成人低血糖恐惧评估工具的质量评价[J]. 中华护理杂志,2024,59(9):1072-1079.
Chen LX, Shi H, Zhu DZ, et al. Quality appraisal of hypoglycemia fear assessment tools for adults[J]. Chinese Journal of Nursing, 2024, 59(9): 1072-1079.(In Chinese)
- [9] 徐崑嫻,孙宏玉,徐天梦,等. 糖尿病病人低血糖恐惧发生率及危险因素 Meta 分析[J]. 护理研究,2023,37(3):405-413.
Xu YX, Sun HY, Xu TM, et al. Incidence and risk factors of fear of hypoglycemia in patients with diabetes: a Meta-analysis [J]. Chinese Nursing Research, 2023, 37(3): 405-413.(In Chinese)
- [10] Xu JX, Xiao SH, Xie XY, et al. Latent profile analysis of fear of hypoglycemia in Middle-Aged and elderly hospitalized patients with type 2 diabetes and its relationship with sleep quality [J]. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity : Targets and Therapy, 2023, 16: 3641-3654.
- [11] Zeitoun MH, Abdel Reheem AA, Kharboush IF, et al. Relationship between depressive and anxiety symptoms and fear of hypoglycemia among adolescents and adults with type 1 diabetes mellitus [J]. Primary Care Diabetes, 2023, 17(3): 255-259.
- [12] 黄璐璐,韦伟,李瑞玲,等. 基于动态葡萄糖监测系统的体验式膳食干预对 2 型糖尿病患者低血糖恐惧的影响[J]. 军事护理, 2023,40(12):22-25.
Huang LL, Wei W, Li RL, et al. Effect of experiential dietary intervention based on dynamic glucose monitoring system on hypoglycemia phobia in type 2 diabetics [J]. Military Nursing, 2023, 40(12): 22-25.(In Chinese)
- [13] Alhagawy AJ, Yafei S, Hummadi A, et al. Barriers and attitudes of primary healthcare physicians to insulin initiation and intensification in Saudi Arabia [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(24): 16794.
- [14] Heller SR, Peyrot M, Oates SK, et al. Hypoglycemia in patient with type 2 diabetes treated with insulin: it can happen [J]. BMJ Open Diabetes Res Care, 2020, 8(1): e001194.
- [15] 穆纯. 中文版低血糖恐惧调查表的修订及在 2 型糖尿病患者中的应用[D]. 天津:天津医科大学,2015.
Mu C. The application of Chinese version hypoglycemia fear survey in type 2 diabetes patients [D]. Tianjin: Tianjin Medical University, 2015.(In Chinese)
- [16] 肖水源. 《社会支持评定量表》的理论基础与研究应用[J]. 临床精神医学杂志,1994,(2):98-100.
Xiao SY. Theoretical basis and research application of social support rating scale[J]. Journal of Clinical Psychiatry, 1994, (2): 98-100.(In Chinese)
- [17] 冯子航,祝亚宁,孙颖,等. 社区慢性病老年人认知功能潜在类别分析及影响因素研究 [J]. 中国全科医学,2024,27(26): 3289-3296.
Feng ZH, Zhu YN, Sun Y, et al. Latent class analysis and influence factors study of cognitive function among older People with chronic diseases in community [J]. Chinese General Practice, 2024, 27(26): 3289-3296.(In Chinese)
- [18] Gao XL, Chen Y. Comparison of resilience measures in Chinese adolescents: based on item response theory [J]. Journal of Personality Assessment, 2025, 1: 1-10.
- [19] 任茜格,者炜,张艺,等. 基于随机森林模型的新疆成人慢性病共病影响因素分析[J]. 实用预防医学,2025,32(2):181-185.
Ren QG, Zhe W, Zhang Y, et al. Factors influencing multimorbidity among adults in Xinjiang based on random forest model [J]. Practical Preventive Medicine, 2025, 32(2): 181-185.(In Chinese)
- [20] 马春芳,汤榕,杨晓花,等. 基于生命历程理论的中老年人自评健康影响因素重要性分析 [J]. 现代预防医学,2024,51(9): 1671-1676.
Ma CF, Tang R, Yang XH, et al. Analysis on the importance of influencing factors of self-rated health of the middle-aged and elderly based on the theory of Life course [J]. Modern Preventive Medicine, 2024, 51(9): 1671-1676.(In Chinese)
- [21] Wang YH, Zeng ZH, Ding J, et al. Fear of hypoglycaemia among patients with type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study[J]. Scientific Reports, 2021, 11(1): 7971.
- [22] Pang J, Zhang L, Li XN, et al. Identification of factors associated with fear of hypoglycemia using the capability, opportunity, motivation and behavior model in People with type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study [J]. Acta Diabetologica, 2023, 60 (10): 1405-1415.
- [23] 李双,陈雨晴,胡旭,等. 2 型糖尿病患者低血糖恐惧感发生情况及其影响因素分析 [J]. 中国全科医学,2021,24(21): 2661-2668.
Li S, Chen YQ, Hu X, et al. Prevalence and influencing factors of fear of hypoglycemia in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Chinese General Practice, 2021, 24(21): 2661-2668.(In Chinese)
- [24] 孙琪媛. 南充市医养结合机构老年 2 型糖尿病患者低血糖恐惧现状及影响因素研究[D]. 南充:川北医学院,2023.
Sun QY. Fear of hypoglycemia and its influencing factors among elderly patients with type 2 diabetes mellitus living in medical-nursing integrated institutions in Nanchong city [D]. Nanchong: North Sichuan Medical College, 2023.(In Chinese)
- [25] Wu Y, Zhang YY, Zhang YT, et al. Effectiveness of resilience-promoting interventions in adolescents with diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis[J]. World Journal of Pediatrics, 2023, 19(4): 323-339.
- [26] Akil H, Nestler EJ. The neurobiology of stress: Vulnerability, resilience, and major depression [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2023, 120(49): e2312662120.
- [27] Dai HH, Qin JJ, Huang R, et al. The serial mediating effects of social isolation and resilience on the relationship between fear of dementia

- [7] Wood DE, Lu J, Langmead B. Improved metagenomic analysis with Kraken 2[J]. *Genome Biology*, 2019, 20(1): 257.
- [8] Franzosa EA, McIver LJ, Rahnavard G, et al. Species-level functional profiling of metagenomes and metatranscriptomes [J]. *Nature Methods*, 2018, 15(11): 962–968.
- [9] Qin JJ, Li YR, Cai ZM, et al. A metagenome-wide association study of gut microbiota in type 2 diabetes [J]. *Nature*, 2012, 490(7418): 55–60.
- [10] Karlsson FH, Tremaroli V, Nookaew I, et al. Gut metagenome in European women with normal, impaired and diabetic glucose control [J]. *Nature*, 2013, 498(7452): 99–103.
- [11] Integrative HMP (iHMP) Research Network Consortium. The integrative human microbiome project [J]. *Nature*, 2019, 569(7758): 641–648.
- [12] Cao C, Fan B, Zhu J, et al. Association of gut microbiota and biochemical features in a Chinese population with renal uric acid stone[J]. *Frontiers in Pharmacology*, 2022, 13: 888883.
- [13] Guo Z, Zhang JC, Wang ZL, et al. Intestinal microbiota distinguish gout patients from healthy humans [J]. *Scientific Reports*, 2016, 6: 20602.
- [14] Shao TJ, Shao L, Li HC, et al. Combined signature of the fecal microbiome and metabolome in patients with gout [J]. *Frontiers in Microbiology*, 2017, 8: 268.
- [15] Liu P, Yang JL, Jin MP, et al. Alterations in the gut microbiome and metabolism profiles reveal the possible molecular mechanism of renal injury induced by hyperuricemia in a mouse model of renal insufficiency[J]. *Renal Failure*, 2024, 46(2): 2387429.
- [16] Louis P, Flint HJ. Diversity, metabolism and microbial ecology of butyrate-producing bacteria from the human large intestine[J]. *FEMS Microbiology Letters*, 2009, 294(1): 1–8.
- [17] Zhao LP, Zhang F, Ding XY, et al. Gut bacteria selectively promoted by dietary fibers alleviate type 2 diabetes [J]. *Science*, 2018, 359(6380): 1151–1156.
- [18] Mann ER, Lam YK, Uhlig HH. Short-chain fatty acids: linking diet, the microbiome and immunity[J]. *Nature Reviews Immunology*, 2024, 24(8): 577–595.
- [19] Wang J, Chen Y, Zhong H, et al. The gut microbiota as a target to control hyperuricemia pathogenesis: Potential mechanisms and therapeutic strategies [J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2022, 62(14): 3979–3989.
- [20] Yan JL, Pan YB, Shao WM, et al. Beneficial effect of the short-chain fatty acid propionate on vascular calcification through intestinal microbiota remodelling[J]. *Microbiome*, 2022, 10(1): 195.
- [21] Niu C, Hu XL, Yuan ZW, et al. Pulsatilla decoction improves DSS-induced colitis via modulation of fecal-bacteria-related short-chain fatty acids and intestinal barrier integrity [J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2023, 300: 115741.
- [22] Cao ZB, Wang XZ, Liu HJ, et al. Gut microbiota mediate the alleviation effect of Xiehuo-Guzheng granules on β cell dedifferentiation in type 2 diabetes mellitus[J]. *Phytomedicine*, 2024, 135: 156151.

收稿日期:2025-01-02

(上接第 2449 页)

- and insomnia in community-dwelling older adults [J]. *Journal of Advanced Nursing*, 2023, 79(5): 1994–2003.
- [28] Yao M, Chen D, Meng LJ, et al. Mediating effects of resilience on frailty and depression among older Chinese People living with HIV/AIDS: a cross-sectional study in Hunan [J]. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 2023, 117(3): 229–236.
- [29] 李思悦, 雷思涵, 余成雨, 等. 朋辈亦可亲: 数字鸿沟中社会支持对老年人主观幸福感的影响[J]. *国际新闻界*, 2023, 45(11): 81–104.
- Li SY, Lei SH, She CY, et al. Friend support matters in bridging digital divide: the impact of social support on the subjective well-being in older adults [J]. *Chinese Journal of Journalism & Communication*, 2023, 45(11): 81–104. (In Chinese)
- [30] 杜思怡, 郭清, 李海霞. 觉知压力在社区老年人社会支持与心理健康间的中介效应研究[J]. *解放军护理杂志*, 2022, 39(2): 17–20.
- Du SY, Guo Q, Li HX. Mediating effects of perceived stress between social support and mental health of the elderly in the community[J]. *Nursing Journal of Chinese People's Liberation Army*, 2022, 39(2): 17–20. (In Chinese)
- [31] 孙明楠, 孙晓峰, 王海涛, 等. 老年糖尿病病人衰弱现状及影响因素[J]. *护理研究*, 2024, 38(2): 280–286.
- Sun MN, Sun XF, Wang HT, et al. Status quo and influencing factors of frailty in elderly diabetic patients [J]. *Chinese Nursing Research*, 2024, 38(2): 280–286. (In Chinese)
- [32] Wu C, Wang WW, Cheng SZ, et al. The relationship between components of hypoglycemia worries and avoiding hypoglycemia behavior in type 2 diabetes mellitus with hypoglycemia: a network analysis[J]. *BMC Psychiatry*, 2023, 23(1): 204.
- [33] Tang Q, Wang JL, Su SH, et al. Prevalence and factors of fear of hypoglycemia among Chinese older adults with type 2 diabetes mellitus: A cross-sectional study [J]. *Geriatric Nursing*, 2025, 63: 1–7.
- [34] Mangas N, Mateu-Salat M, Martínez MJ, et al. Hybrid closed-loop systems can help patients with extreme fear of hypoglycemia or hyperglycemia[J]. *Hormones*, 2023, 22(3): 453–456.
- [35] Gadó K, Tabák G, Vingender I, et al. Treatment of type 2 diabetes mellitus in the elderly—Special considerations [J]. *Physiol Int*, 2024, 111(2): 143–164.

收稿日期:2025-02-06