

引用格式:刘 静,朱武飞,周高生.中老年人握力和甘油三酯-葡萄糖指数与全因死亡率的联合关联性分析[J].巴楚医学,2026,9(1):76-82.
DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2026.01.010
Cite as: Liu Jing, Zhu Wufei, Zhou Gaosheng. Analysis of the Joint Association of Grip Strength and Triglyceride Glucose Index with All cause Mortality among Middle aged and Elderly People[J]. Bachu Medical Journal, 2026, 9(1): 76-82. DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2026.01.010

中老年人握力和甘油三酯-葡萄糖指数 与全因死亡率的联合关联性分析

刘 静 朱武飞 周高生

(三峡大学 第一临床医学院[宜昌市中心人民医院] 医务部, 湖北 宜昌 443003)

摘要: **目的:**探讨在中国 45 岁及以上中老年人人群中握力和甘油三酯-葡萄糖(TyG)指数与全因死亡率的联合关联,为中老年人人群的健康管理及预防干预策略提供科学依据。**方法:**选择 2011—2020 年中国健康与养老追踪调查(CHARLS)数据库中的 8 392 名 45 岁及以上中老年人,根据随访期间是否死亡分为生存组($n=7\ 348$)和死亡组($n=1\ 028$)。根据年龄、性别、教育水平、婚姻状况等进行 3 次模型校正,采用 Cox 回归分析握力和 TyG 指数与全因死亡风险的联合关联。**结果:**握力降低和 TyG 指数升高可显著升高全因死亡风险。在模型 3 中,与握力正常者相比,握力降低者的风险比(HR)为 1.84(95%CI: 1.61, 2.10);与低 TyG 者相比,高 TyG 者的 HR 为 1.24(95%CI: 1.07, 1.44)。在低 TyG 者中,与握力正常者相比,握力降低者的 HR 为 1.76(95%CI: 1.45, 2.13);在高 TyG 者中,与握力正常者相比,握力降低者的 HR 为 1.87(95%CI: 1.55, 2.26)。与握力正常-低 TyG 者相比,握力正常-高 TyG、握力降低-低 TyG 和握力降低-高 TyG 者的 HR 分别为 1.23(95%CI: 1.02, 1.48)、1.85(95%CI: 1.54, 2.22)和 2.24(95%CI: 1.83, 2.73)。**结论:**握力下降和 TyG 指数升高显著增加了中老年人人群的死亡风险。

关键词: 握力; 甘油三酯-葡萄糖指数; 全因死亡率; 联合关联

中图分类号: R195 文献标志码: A 文章编号: 2096-6113(2026)01-0076-07

Analysis of the Joint Association of Grip Strength and Triglyceride Glucose Index with All Cause Mortality among Middle Aged and Elderly People

Liu Jing Zhu Wufei Zhou Gaosheng

(Department of Medical Administration, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China)

Abstract Objective: To explore the joint association between grip strength and triglyceride glucose (TyG) index with all cause mortality among middle aged and elderly people aged 45 and above in China, and to provide a scientific basis for health management and preventive intervention strategies for this population. **Methods:** A total of 8 392 middle aged and elderly people aged 45 and above from the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) database from 2011 to 2020 were selected. They were divided into a survival group ($n=7\ 348$) and a death group ($n=1\ 028$) according to whether they died during the follow up period. Three model corrections were carried out according to age, gender, educational level, marital status,

基金项目:中央引导地方科技发展专项(2022BGE237);湖北省自然科学基金项目(2023AFC003; 2024AFB361)

作者简介:刘 静,主治医师,E-mail: 249132949@qq.com

etc. Cox regression was used to analyze the joint association between grip strength, TyG index and all cause mortality risk. **Results:** Decreased grip strength and increased TyG index could significantly increase the risk of all cause mortality. In Model 3, compared with those with normal grip strength, the hazard ratio (HR) of those with decreased grip strength was 1.84 (95%CI: 1.61, 2.10). Compared with those with low TyG, the HR of those with high TyG was 1.24 (95%CI: 1.07, 1.44). Among those with low TyG, compared with those with normal grip strength, the HR of those with decreased grip strength was 1.76 (95%CI: 1.45, 2.13). Among those with high TyG, compared with those with normal grip strength, the HR of those with decreased grip strength was 1.87 (95%CI: 1.55, 2.26). Compared with those with normal grip strength-low TyG, the HRs of those with normal grip strength-high TyG, decreased grip strength-low TyG and decreased grip strength-high TyG were 1.23 (95%CI: 1.02, 1.48), 1.85 (95%CI: 1.54, 2.22) and 2.24 (95%CI: 1.83, 2.73), respectively. **Conclusion:** Decreased grip strength and increased TyG index significantly increase the mortality risk of middle aged and elderly people.

Keywords grip strength; triglyceride-glucose (TyG) index; all-cause mortality; joint association

随着全球人口老龄化的加速推进,中老年人健康问题正日益成为社会关注的焦点。截至2023年,我国60岁及以上的老年人占总人口的30%,给医疗健康和公共健康带来巨大的挑战^[1]。肌肉力量下降是与衰老相关的常见现象,显著影响身体机能并增加残疾和死亡的风险。而握力作为评估整体肌肉力量的简便客观指标,也成为反映老年人健康状况的潜在指标^[2]。研究发现^[3-5],握力降低与全因死亡、认知障碍和心血管疾病发生风险增加等多种不良健康结局密切相关。胰岛素抵抗(insulin resistance, IR)是影响老年人健康和生活质量的另一个重要因素。与其他IR指标不同,甘油三酯-葡萄糖(triglyceride-glucose, TyG)指数不需要量化胰岛素,是简单、易得、低成本的IR替代物,已被用于预测代谢性疾病、心血管疾病和死亡风险^[6-8]。尽管既往研究已经发现握力和TyG指数与死亡风险相关,但二者对死亡风险的联合作用尚不明确,仍需要进一步探索。

本研究基于中国健康与养老追踪调查(China Health and Retirement Longitudinal Study, CHARLS) 2011—2020年的数据,探讨握力和TyG指数对45岁及以上中老年人全因死亡风险的联合作用,为中老年人制定针对性的预防和干预策略提供科学依据,对优化中老年人健康管理具有重要意义。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究数据来源于CHARLS数据库(<http://charls.pku.edu.cn>),该调查是针对中国45岁及以上中老年人的纵向队列研究^[9]。CHARLS于2011年采用多阶段概率抽样方法从全国招募17708名参与

者开展基线调查,随后分别于2013年、2015年、2018年和2020年开展4次随访调查。

排除标准:①基线时年龄<45岁;②基线时缺乏握力及TyG相关数据者;③无随访信息者;④协变量数据缺失者。最终本研究共纳入8376名研究对象。研究对象筛选流程见图1。

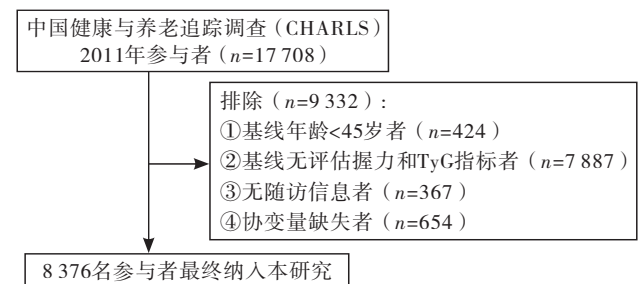


图1 研究对象筛选流程图

1.2 握力和TyG指标评估

基线调查时,研究对象保持站立,将上臂弯曲90°,尽可能用力按压手持式握力计,分别测量左右手的握力各两次,取平均值。依据《2019年亚洲肌少症工作组关于肌少症的诊断及治疗共识》中的标准^[10],男性握力<28 kg、女性握力<18 kg为握力降低。根据甘油三酯(triglycerides, TG)和空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)指标计算TyG指数:TyG指数= $\ln[\text{空腹 TG}(\text{mg/dL}) \times \text{FPG}(\text{mg/dL})/2]$ ^[11],依据中位数(8.60)划分成低TyG组和高TyG组^[12]。

1.3 死亡评估

全因死亡定义为第1次基线调查至第4次随访调查期间任意时间点发生的死亡,随访时间从基线调查日期起至死亡日期或退出队列日期。

1.4 协变量

基线时收集的协变量包括年龄、性别、教育水平、婚姻状况、吸烟、饮酒、健康状况、身体质量指数(body

mass index, BMI)、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)。教育程度分为初中及以下、高中及以上。婚姻状况分为已婚和未婚(包括离婚、分居、鳏居和未婚)。吸烟状况划分为从不吸烟、以前吸烟和现在吸烟。根据过去一年的饮酒频率将饮酒状况分为从不饮酒、每月少于一次和每月一次或更多。根据自我报告结果将健康状况分为好、中、差^[13-14]。

1.5 统计学分析

采用 R 4.3.1 和 SAS 9.4 进行数据统计分析,不服从正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验;计数资料采用 $n(\%)$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验。

采用 Cox 回归分析握力和 TyG 指数与全因死亡的关联,计算风险比(hazard ratio, HR)及 95% 置信区间(confidence interval, CI)。模型 1 调整了年龄

与性别;模型 2 在模型 1 基础上进一步调整了教育水平、婚姻状况、吸烟、饮酒、BMI 和自评健康状况;模型 3 则在模型 2 基础上又进一步调整了 SBP、DBP、TC、HDL-C 和 LDL-C 等指标。采用限制性立方样条模型^[15]分析握力和 TyG 指数与全因死亡的剂量-反应关系。此外,以握力正常-低 TyG 为参照,采用 Cox 回归分析握力和 TyG 指数与全因死亡的联合关联。为评估结果的稳健性,以年龄和性别作为分层因素进行亚组分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究对象基线特征

生存组中年龄 ≥ 65 岁的人数占 22.95%,男性占 43.70%;死亡组中年龄 ≥ 65 岁的人数占 63.23%,男性占 61.67%。两组患者年龄、性别、教育程度、婚姻状况、BMI、吸烟、饮酒及自评健康状况、SBP、DBP、TC、HDL-C、LDL-C 及握力-TyG 水平差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),见表 1。

表 1 研究对象的基线特征表 [$n(\%), M(P_{25}, P_{75})$]

项目	总人群 ($n=8\ 376$)	生存组 ($n=7\ 348$)	死亡组 ($n=1\ 028$)	χ^2/Z	P	
年龄/岁	<65	6 040(72.11)	5 662(77.05)	378(36.77)	727.723	<0.001
	≥ 65	2 336(27.89)	1 686(22.95)	650(63.23)		
性别	男	3 845(45.90)	3 211(43.70)	634(61.67)	117.329	<0.001
	女	4 531(54.10)	4 137(56.30)	394(38.33)		
教育程度	初中及以下	7 574(90.43)	6 587(89.64)	987(96.01)	42.241	<0.001
	高中及以上	802(9.57)	761(10.36)	41(3.99)		
婚姻状态	已婚/同居	7 326(87.46)	6 577(89.51)	749(72.86)	227.949	<0.001
	离婚/分居/鳏居/未婚	1 050(12.54)	771(10.49)	279(27.14)		
BMI/(kg/m ²)	23.14(20.84,25.80)	23.29(21.01,25.95)	21.96(19.79,24.54)	-10.836	<0.001	
吸烟	从不吸烟	5 141(61.38)	4 673(63.60)	468(45.53)	143.832	<0.001
	以前吸烟	741(8.84)	578(7.86)	163(15.85)		
	当前吸烟	2 494(29.78)	2 097(28.54)	397(38.62)		
饮酒	从不饮酒	5 671(67.71)	5 010(68.18)	661(64.30)	25.536	<0.001
	每月<1次	674(8.04)	615(8.37)	59(5.74)		
	每月 ≥ 1 次	2 031(24.25)	1 723(23.45)	308(30.96)		
自评健康状况	好	5 900(70.44)	5 286(71.94)	614(59.73)	68.595	<0.001
	中	2 109(25.18)	1 768(24.06)	341(33.17)		
	差	367(4.38)	294(4.00)	73(7.10)		
SBP/mmHg	130.00(117.00,146.00)	129.00(116.00,145.00)	138.00(122.00,157.00)	-11.325	<0.001	
DBP/mmHg	76.00(68.00,85.00)	76.00(68.00,85.00)	77.00(68.00,86.00)	-2.244	0.025	
TC/(mg/mL)	190.98(167.40,215.72)	190.98(168.17,215.72)	187.89(161.21,214.56)	-3.140	0.002	
HDL-C/(mg/mL)	49.48(40.59,59.92)	49.48(40.59,59.92)	50.64(40.59,61.95)	-2.186	0.029	
LDL-C/(mg/mL)	114.43(93.56,137.63)	114.82(94.33,138.02)	110.95(87.76,134.63)	-3.867	<0.001	
握力/kg	28.62(22.12,36.00)	28.88(22.50,36.38)	26.25(18.50,32.66)	-9.821	<0.001	
TyG	8.60(8.22,9.05)	8.60(8.23,9.05)	8.62(8.19,9.04)	-0.0516	0.606	

续表 1 研究对象的基线特征表[n(%),M(P₂₅,P₇₅)]

项目	总人群(n=8 376)	生存组(n=7 348)	死亡组(n=1 028)	χ ² /Z	P	
握力-TyG 水平	握力正常-低 TyG	3 370(40.23)	3 076(41.86)	294(28.60)	341.302	<0.001
	握力正常-高 TyG	3 373(40.27)	3 059(41.63)	314(30.55)		
	握力降低-低 TyG	818(9.77)	610(8.30)	208(20.23)		
	握力降低-高 TyG	815(9.73)	603(8.21)	212(20.62)		

注: BMI: 身体质量指数; SBP: 收缩压; DBP: 舒张压; TC: 总胆固醇; HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇; TyG: 甘油三酯-葡萄糖。

2.2 握力和 TyG 指数与全因死亡的关联

握力降低和 TyG 指数升高均显著提高了死亡风险, 见表 2。模型 1、2、3 中, 与握力正常者相比, 握力降低者的 HR 分别为 2.03(95%CI: 1.79, 2.32)、1.91(95%CI: 1.67, 2.18)、1.84(95%CI: 1.61, 2.10); 与低 TyG 者相比, 高 TyG 者的 HR 分别为 1.16(95%CI: 1.02, 1.31)、1.17(95%CI: 1.03, 1.33)、1.24(95%CI: 1.07, 1.44), 见表 2。

模型 1、2、3 中, 与低 TyG-握力正常者相比, 低

TyG-握力降低者的 HR 分别为 1.98(95%CI: 1.65, 2.39)、1.80(95%CI: 1.49, 2.18)、1.76(95%CI: 1.45, 2.13); 与高 TyG-握力正常者相比, 高 TyG-握力降低者的 HR 分别为 2.09(95%CI: 1.74, 2.51)、1.85(95%CI: 1.53, 2.23)、1.87(95%CI: 1.55, 2.26), 见表 3。

限制性立方样条模型分析显示, 握力与全因死亡呈非线性的负相关性(见图 2A), TyG 指数与全因死亡呈线性正相关性(图 2B)。

表 2 握力和 TyG 水平与死亡风险的关联

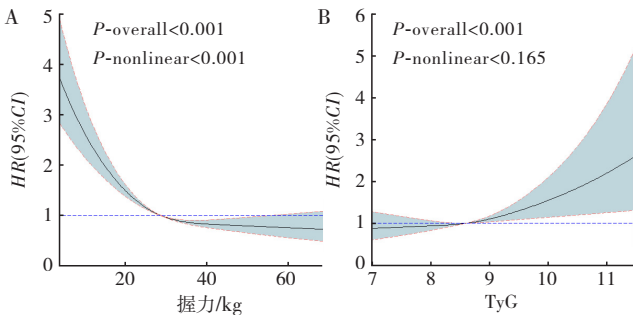
组别	模型 1		模型 2		模型 3	
	HR(95%CI)	P	HR(95%CI)	P	HR(95%CI)	P
握力	0.96(0.95, 0.97)	<0.001	0.97(0.96, 0.97)	<0.001	0.97(0.96, 0.98)	<0.001
握力正常	1.00		1.00		1.00	
握力降低	2.03(1.79, 2.32)	<0.001	1.91(1.67, 2.18)	<0.001	1.84(1.61, 2.10)	<0.001
TyG	1.06(0.96, 1.16)	0.260	1.08(0.98, 1.19)	0.128	1.22(1.04, 1.43)	0.016
低 TyG	1.00		1.00		1.00	
高 TyG	1.16(1.02, 1.31)	0.019	1.17(1.03, 1.33)	0.015	1.24(1.07, 1.44)	0.005

注: TyG: 甘油三酯-葡萄糖。

表 3 不同 TyG 水平下握力与死亡风险的关联

TyG 水平	组别	模型 1		模型 2		模型 3	
		HR(95%CI)	P	HR(95%CI)	P	HR(95%CI)	P
低 TyG	握力正常	1.00		1.00		1.00	
	握力降低	1.98(1.65, 2.39)	<0.001	1.80(1.49, 2.18)	<0.001	1.76(1.45, 2.13)	<0.001
高 TyG	握力正常	1.00		1.00		1.00	1.00
	握力降低	2.09(1.74, 2.51)	<0.001	1.85(1.53, 2.23)	<0.001	1.87(1.55, 2.26)	<0.001

注: TyG: 甘油三酯-葡萄糖。



注: A: 握力与全因死亡风险; B: TyG 指数与全因死亡风险; TyG: 甘油三酯-葡萄糖。

图 2 握力和 TyG 指数与全因死亡的限制性立方样条图

2.3 握力和 TyG 指数与全因死亡的联合关联

握力和 TyG 指数的联合作用与死亡风险显著相关。在模型 3 中, 与握力正常-低 TyG 者相比, 握力正常-高 TyG、握力降低-低 TyG 和握力降低-高 TyG 者的 HR 分别为 1.23(95%CI: 1.02, 1.48)、1.85(95%CI: 1.54, 2.22)、2.24(95%CI: 1.83, 2.73), 见表 4。

2.4 亚组分析

调整模型 3 中的混杂因素后, 在 <65 岁人群中, 与握力正常-低 TyG 者相比, 握力降低-高 TyG 者死

亡风险显著提高,HR 为 1.95(95%CI: 1.35, 2.82); 在≥65岁人群中,与握力正常-低 TyG 者相比,握力降低-低 TyG 和握力降低-高 TyG 者死亡风险显著提高,HR 分别为 2.13(95%CI: 1.70, 2.65)和 2.37(95%CI: 1.85, 3.03)。

在男性中,与握力正常-低 TyG 者相比,握力正常-高 TyG、握力降低-低 TyG 和握力降低-高 TyG 者

死亡风险显著提高,HR 分别为 1.35(95%CI: 1.07, 1.70),1.82(95%CI: 1.45, 2.28)和 2.24(95%CI: 1.72, 2.91);在女性中,与握力正常-低 TyG 者相比,握力降低-低 TyG 和握力降低-高 TyG 者死亡风险显著提高,HR 分别为 1.97(95%CI: 1.42, 2.72)和 2.26(95%CI: 1.63, 3.12),见表 5。

表 4 握力和 TyG 水平与死亡风险的联合关联

组别	模型 1		模型 2		模型 3	
	HR(95%CI)	P	HR(95%CI)	P	HR(95%CI)	P
握力正常-低 TyG	1.00		1.00		1.00	
握力正常-高 TyG	1.15(0.98,1.35)	0.086	1.18(1.00,1.38)	0.049	1.23(1.02,1.48)	0.028
握力降低-低 TyG	1.99(1.66,2.39)	<0.001	1.86(1.55,2.23)	<0.001	1.85(1.54,2.22)	<0.001
握力降低-高 TyG	2.40(2.00,2.87)	<0.001	2.14(1.79,2.58)	<0.001	2.24(1.83,2.73)	<0.001

注:TyG:甘油三酯-葡萄糖。

表 5 握力和 TyG 水平与死亡风险的联合关联亚组分析

亚组	组别	HR(95%CI)	P
<65岁	握力正常-低 TyG	1.00	
	握力正常-高 TyG	1.25(0.96,1.64)	0.101
	握力降低-低 TyG	1.24(0.82,1.87)	0.314
	握力降低-高 TyG	1.95(1.35,2.82)	<0.001
≥65岁	握力正常-低 TyG	1.00	
	握力正常-高 TyG	1.19(0.92,1.54)	0.18
	握力降低-低 TyG	2.13(1.70,2.65)	<0.001
	握力降低-高 TyG	2.37(1.85,3.03)	<0.001
男性	握力正常-低 TyG	1.00	
	握力正常-高 TyG	1.35(1.07,1.70)	0.011
	握力降低-低 TyG	1.82(1.45,2.28)	<0.001
	握力降低-高 TyG	2.24(1.72,2.91)	<0.001
女性	握力正常-低 TyG	1.00	
	握力正常-高 TyG	1.14(0.83,1.56)	0.409
	握力降低-低 TyG	1.97(1.42,2.72)	<0.001
	握力降低-高 TyG	2.26(1.63,3.12)	<0.001

注:TyG:甘油三酯-葡萄糖。

3 讨论

本研究基于 CHARLS 追踪数据深入探究了握力和 TyG 指数与全因死亡的联合风险。结果显示,与握力正常-低 TyG 者相比,握力正常-高 TyG、握力降低-低 TyG 和握力降低-高 TyG 者具有更高的死亡风险。这一发现提示,握力下降和 TyG 指数升高的联合作用显著增加了死亡风险,表明在中老年人群的健康评估中,应结合握力和 TyG 指数进行综合评价。

本研究发现,握力降低与 TyG 指数升高均显著

增加死亡风险。握力作为一个低成本的肌肉力量指标,与老龄化人口密切相关。已有研究发现^[16-18],握力从中年时期开始下降,并且是死亡风险的独立预测指标。基于欧洲健康、老龄化和退休调查队列的研究显示,在中老年人群中握力每降低 5 kg,男性和女性的全因死亡风险分别升高 11% 和 17%^[19]。一项针对 29 个国家的综合研究显示^[20],50 岁及以上中老年人的握力每增加 5 kg,全因死亡的风险就会降低 14%。此外,随着握力降低,中老年人群髌部骨折和认知功能下降的风险不断增高,这进一步增加握力与全因死亡之间的关联^[21-22]。因此,在衰老过程中通过增加肌肉力量可以促进健康老龄化。一项基于我国北京老年人群的研究表明^[23],TyG 每增加一个单位,全因死亡风险增加 24.2%。基于美国人群的前瞻性队列研究同样发现^[24],TyG 指数升高显著增加了全因死亡的风险。Li 等^[25]研究显示,TyG 指数与全因死亡率之间呈 J 形相关,表明过低的 TyG 水平会导致不良的健康结果。

本研究发现,握力降低合并高 TyG 者的死亡风险最高,提示二者可能存在协同作用机制。尽管目前肌肉力量在导致疾病及死亡中的机制尚不明确,全身性炎症被认为是一种可能的机制。研究表明^[26-27],肌肉组织可表达多种具有全身抗炎作用的转录激活因子,肌肉功能减退常伴随炎症水平的升高,尤其是炎症标志物如 C-反应蛋白和白细胞介素-6 的增加。另一方面,研究证实^[28-30],IR 与内皮功能障碍、氧化应激和全身代谢的炎症反应密切相关。在 IR 状态下,磷脂酰肌醇-3 激酶(phosphatidylinositol-3 kinase, PI3K)-蛋白激酶 B(protein kinase B, AKT)信号通路功能受损,导致骨骼肌对葡萄糖的摄取和利用障

碍,不仅影响肌肉合成,还促进蛋白质分解,加重肌肉萎缩。作为 IR 的可靠标志,研究表明^[25,31-32],TyG 指数通过影响机体的促炎状况以增加心血管死亡和全因死亡的风险。PI3K-AKT 信号通路在维持胰岛素信号传导和代谢稳态方面起关键作用,当该信号通路受损时,导致肌肉、肝脏和脂肪组织的糖代谢异常,促进氧化应激和慢性炎症过程,最终增加糖尿病及心血管疾病风险^[33-34]。此外,TyG 指数升高通常伴随脂质代谢紊乱,而过量的脂质沉积在骨骼肌纤维内会影响肌肉合成与分解平衡,进一步导致肌肉萎缩和功能下降,并且骨骼肌是葡萄糖摄取和沉积的主要部位,肌肉质量的降低又会促进 IR 和代谢失调^[35]。这种骨骼肌的代谢紊乱可能是握力降低与 TyG 指数升高共同增加死亡风险的关键机制。因此,握力降低合并高 TyG 可进一步加剧代谢紊乱,加速身体功能衰退,从而显著增加全因死亡的风险。

此外,由于男性、女性以及不同年龄人群中死亡风险存在差异,本研究根据年龄、性别等因素进行了分层分析,在所有亚组人群中,与握力正常-低 TyG 者相比,握力降低-高 TyG 者死亡风险显著提高。并且,本研究发现,在 ≥ 65 岁人群中,握力与 TyG 的联合作用更显著,这提示在老年人群中代谢-肌肉相互作用机制可能更加明显。随着年龄增长,个体不可避免地出现骨骼肌量和力量的生理性下降,以及胰岛素敏感性降低,进而导致基础炎症水平升高。两者的共存使得老年人更容易出现代谢性肌少症。在此背景下,握力与 TyG 指数的协同作用更容易叠加,产生更强的健康不良效应。此外,老年机体的抗氧化和抗炎能力明显下降,当 IR 存在时,更容易激活核因子- κ B 促炎信号通路,进一步破坏肌肉合成,抑制胰岛素信号,形成炎症-胰岛素抵抗-肌肉功能减退的恶性循环^[36]。因此,在老年人健康管理过程中,应更加关注握力与代谢状态的联合作用,通过运动训练、营养干预等途径改善生活方式,以降低 IR 水平,增强肌肉功能,从而降低死亡风险。

尽管本研究深入探讨了握力和 TyG 指数对全因死亡的联合影响,但仍然存在一定的局限性。首先,本研究以调查年份作为删失时间来确定研究对象的随访时间,并非依据具体的死亡时间进行计算,可能会导致偏差。其次,虽然本研究在分析过程中控制了多个协变量,但仍然无法排除其他潜在或未测混杂因素对结果的影响,如体力活动和饮食。最后,尽管本研究得出的握力和 TyG 指数与全因死亡的联合关联比横断面研究的结果更可靠,但仍然无法解释其潜在的生物学机制。综上所述,本研究为中老年人

的健康管理提供了新的视角,联合评估握力和 TyG 指数有助于提升全因死亡风险评估的准确性,为公共卫生政策和个性化干预策略的制定提供依据。

参考文献:

- [1] Chang Y Q, Liu M Y, Zhao S Y, et al. Impact of modifiable healthy lifestyles on mortality in Chinese older adults[J]. *Sci Rep*, 2024, 14: 28869.
- [2] Wei L, Wang B Y, Wang Y L. Low handgrip strength with asymmetry is associated with elevated all-cause mortality risk in older Chinese adults with abdominal obesity[J]. *PLoS One*, 2024, 19(8): e0306982.
- [3] Benz E, Pinel A, Guillet C, et al. Sarcopenia and sarcopenic obesity and mortality among older people[J]. *JAMA Netw Open*, 2024, 7(3): e243604.
- [4] Polo-López A, Calatayud J, Palau P, et al. Joint associations of handgrip strength and physical activity with incident cardiovascular disease and overall mortality in the UK Biobank[J]. *Clin Nutr*, 2024, 43(12): 218-224.
- [5] Chai S J, Zhao D, Gao T T, et al. The relationship between handgrip strength and cognitive function among older adults in China: functional limitation plays a mediating role[J]. *J Affect Disord*, 2024, 347: 144-149.
- [6] Hou X Z, Lv Y F, Li Y S, et al. Association between different insulin resistance surrogates and all-cause mortality in patients with coronary heart disease and hypertension: NHANES longitudinal cohort study[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 86.
- [7] Dang K K, Wang X Y, Hu J X, et al. The association between triglyceride-glucose index and its combination with obesity indicators and cardiovascular disease: NHANES 2003-2018[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 8.
- [8] Ramdas Nayak V K, Satheesh P, Shenoy M T, et al. Triglyceride glucose (TyG) index: a surrogate biomarker of insulin resistance[J]. *J Pak Med Assoc*, 2022, 72(5): 986-988.
- [9] 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.
- [10] Chen L K, Woo J, Assantachai P, et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2020, 21(3): 300-307.
- [11] Tao L C, Xu J N, Wang T T, et al. Triglyceride-glucose index as a marker in cardiovascular diseases;

- landscape and limitations [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2022, 21(1): 68.
- [12] Zhang R Y, Hong J N, Wu Y L, et al. Joint association of triglyceride glucose index (TyG) and a body shape index (ABSI) with stroke incidence: a nationwide prospective cohort study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2025, 24(1): 7.
- [13] 王 婧, 陈乐霞. 握力和代谢异常表型及其状态转变与全因死亡率的关联: 基于 2011—2020 年 CHARLS 数据的研究[J]. *中国老年保健医学*, 2025, 23(1): 33-37.
- [14] 蔡亚宁. 中老年人握力与全因死亡风险的关系[D]. 郑州: 郑州大学, 2020.
- [15] Croxford R. Restricted cubic spline regression: a brief introduction[J]. 2016, 5621: 5621-2016.
- [16] Vaishya R, Misra A, Vaish A, et al. Hand grip strength as a proposed new vital sign of health: a narrative review of evidences[J]. *J Health Popul Nutr*, 2024, 43(1): 7.
- [17] Esteban-Cornejo I, Ho F K, Petermann-Rocha F, et al. Handgrip strength and all-cause dementia incidence and mortality: findings from the UK Biobank prospective cohort study[J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2022, 13(3): 1514-1525.
- [18] Strand B H, Cooper R, Bergland A, et al. The association of grip strength from midlife onwards with all-cause and cause-specific mortality over 17 years of follow-up in the Tromso Study [J]. *J Epidemiol Community Health*, 2016, 70(12): 1214-1221.
- [19] Cai Y N, Liu L, Wang J Y, et al. Linear association between grip strength and all-cause mortality among the elderly: results from the SHARE study[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2021, 33(4): 933-941.
- [20] López-Bueno R, Andersen L L, Calatayud J, et al. Longitudinal association of handgrip strength with all-cause and cardiovascular mortality in older adults using a causal framework [J]. *Exp Gerontol*, 2022, 168: 111951.
- [21] Zhou S L, Si H B, Wu L M, et al. Association between handgrip strength weakness and asymmetry with incident hip fracture among older Chinese adults[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2024, 122: 105385.
- [22] Cui M, Wang J, Deng M, et al. Longitudinal relationship between grip strength and cognitive function in a European population older than 50 years: a cross-lagged panel model[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2024, 122: 105396.
- [23] 李怀昊, 王盛书, 陈仕敏, 等. 北京城乡老年人甘油三酯-葡萄糖指数与全因死亡及心血管死亡风险的关联研究[J]. *中国慢性病预防与控制*, 2024, 32(6): 404-411.
- [24] Zhao Y, Gu Y, Zhang B L. Associations of triglyceride-glucose (TyG) index with chest pain incidence and mortality among the U. S. population[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 111.
- [25] Li S, An L, Fu Z Q, et al. Association between triglyceride-glucose related indices and all-cause and cause-specific mortality in the general population: a cohort study[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 286.
- [26] Londhe P, Guttridge D C. Inflammation induced loss of skeletal muscle[J]. *Bone*, 2015, 80: 131-142.
- [27] Smith L, Yang L, Hamer M. Handgrip strength, inflammatory markers, and mortality[J]. *Scandinavian Med Sci Sports*, 2019, 29(8): 1190-1196.
- [28] Shoelson S E. Inflammation and insulin resistance[J]. *J Clin Investig*, 2006, 116(7): 1793-1801.
- [29] Olefsky J M, Glass C K. Macrophages, inflammation, and insulin resistance[J]. *Annu Rev Physiol*, 2010, 72: 219-246.
- [30] Glass C K, Olefsky J M. Inflammation and lipid signaling in the etiology of insulin resistance[J]. *Cell Metab*, 2012, 15(5): 635-645.
- [31] Huo R R, 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]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 30.
- [32] Wei X Y, Min Y, Song G, et al. Association between triglyceride-glucose related indices with the all-cause and cause-specific mortality among the population with metabolic syndrome[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 134.
- [33] Petersen M C, Shulman G I. Mechanisms of insulin action and insulin resistance[J]. *Physiol Rev*, 2018, 98(4): 2133-2223.
- [34] 王 笑, 王甄真, 陈 雁. PI3K/AKT 信号通路在维持血糖平衡中的作用[J]. *生命科学*, 2013, 25(2): 7.
- [35] Mainous A G, Tanner R J, Anton S D, et al. Grip strength as a marker of hypertension and diabetes in healthy weight adults[J]. *Am J Prev Med*, 2015, 49(6): 850-858.
- [36] Chen X Q, Liu Z Q, Liu W J, et al. NF- κ B-inducing kinase provokes insulin resistance in skeletal muscle of obese mice [J]. *Inflammation*, 2023, 46(4): 1445-1457.

[收稿日期 2025-04-01]