

上海市 50 岁及以上人群膳食模式与衰弱关联的研究

蒋安丽¹ 阮晔¹ 郭雁飞¹ 孙双圆¹ 董侯君¹ 汪嘉琦¹ 施燕¹ 吴凡²

¹上海市疾病预防控制中心慢性非传染病与伤害防治所, 上海 200336; ²复旦大学上海医学院, 上海 200032

蒋安丽和阮晔对本文有同等贡献

通信作者: 施燕, Email: shiyan@scdc.sh.cn; 吴凡, Email: wufan@shmu.edu.cn

【摘要】目的 探索上海市≥50 岁人群膳食模式并分析其与衰弱的关联。**方法** 利用全球老龄化与成人健康队列研究上海项目第三轮调查资料(2018~2019 年), 采用食物频率问卷法收集食物的摄入频率和平均摄入量, 利用因子分析法提取居民的膳食模式, 采用健康缺陷累计总评分与所考虑 35 个健康相关变量的比值构建衰弱指数并进行分组, 采用有序多分类 logistic 回归模型分析膳食模式与衰弱的关联性。**结果** 共纳入研究对象 3 274 人, 男性 1 971 人(60.2%), 女性 1 303 人(39.8%), 年龄(67.9±9.2)岁。共提取 4 种膳食模式: 高蛋白坚果模式、薯豆蔬果模式、禽畜肉模式、高油盐模式。调整混杂因素后, logistic 回归分析结果显示, 与高油盐模式相比, 高蛋白坚果模式人群与更高程度衰弱的发生风险呈负相关($OR=0.743, 95\%CI: 0.580\sim 0.951$)。在不同性别人群中, 未发现以上膳食模式与衰弱有关; 在 50~64 岁人群中, 高蛋白坚果模式和薯豆蔬果模式相较于高油盐模式与更高程度衰弱的发生风险呈负相关; 在低水平体力活动人群中, 高蛋白坚果模式相较于高油盐模式与更高程度衰弱的发生风险呈负相关($OR=0.509, 95\%CI: 0.361\sim 0.720$), 但在中高水平体力活动人群中, 未发现其他膳食模式对更高程度衰弱的发生风险有显著影响。**结论** 相较于高油盐模式, 多摄入高蛋白坚果类和薯豆蔬果类的饮食模式可能与 50~64 岁居民发生更高程度的衰弱风险更低有关, 同时可能对较低水平体力活动的人群保护效果更显著。提示多摄入高蛋白类食物、坚果、薯豆类和蔬果类膳食可能有助于减轻和延缓衰弱的发生风险。

【关键词】 膳食模式; 衰弱; 因子分析

基金项目: 美国国立老龄研究所(R01-AG034479); 上海市卫生健康委员会项目(20204Y0196, 2020YJZX0113, 201840118, GWVI-8, GWVI-11.1-22, GWVI-11.1-25)

Association between dietary pattern and frailty among people aged 50 years and over in Shanghai

Jiang Anli¹, Ruan Ye¹, Guo Yanfei¹, Sun Shuangyuan¹, Dong Yujun¹, Wang Jiaqi¹, Shi Yan¹, Wu Fan²

¹Division of Chronic Non-communicable Disease and Injury Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China; ²Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China

Jiang Anli and Ruan Ye contributed equally to the article

Corresponding authors: Shi Yan, Email: shiyan@scdc.sh.cn; Wu Fan, Email: wufan@shmu.edu.cn

【Abstract】Objective To investigate dietary patterns of individuals aged ≥50 in Shanghai and analyze their association with frailty. **Methods** Using data from the third wave of the Study on

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230616-00381

收稿日期 2023-06-16 本文编辑 张婧

引用格式: 蒋安丽, 阮晔, 郭雁飞, 等. 上海市 50 岁及以上人群膳食模式与衰弱关联的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2024, 45(2): 257-264. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230616-00381.

Jiang AL, Ruan Y, Guo YF, et al. Association between dietary pattern and frailty among people aged 50 years and over in Shanghai[J]. Chin J Epidemiol, 2024, 45(2):257-264. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230616-00381.



Global Ageing and Adult Health in Shanghai conducted between 2018 and 2019. We collected the frequency and average intake of food by the food frequency questionnaire. Factor analysis was used to extract dietary patterns, and a frailty index was constructed using the ratio of the cumulative total score of health deficits to 35 health-related variables considered. We used an ordinal multinomial logistic regression model to analyze the association between dietary patterns and frailty. **Results** A total of 3 274 participants aged (67.9±9.2) years were included in the study, including 1 971 (60.2%) men and 1 303 (39.8%) women. We extracted four dietary patterns: high-protein-nuts pattern, potato-bean-vegetable-fruit pattern, poultry-meat pattern, and high-oil-salt pattern. After adjusting for confounding factors, the logistic regression analysis showed that compared with the high-oil-salt pattern, the high-protein-nuts pattern was negatively associated with the risk of higher frailty ($OR=0.743$, $95\%CI: 0.580-0.951$). We did not find an association between dietary patterns and frailty between the different gender groups. In the age group 50-64, the high-protein-nuts and potato-bean-vegetable-fruit patterns were negatively correlated with a higher degree of frailty than the high-oil-salt pattern. In the low-level physical activity group, the high-protein-nuts pattern was negatively correlated with a higher degree of frailty than the high-oil-salt pattern ($OR=0.509$, $95\%CI: 0.361-0.720$). However, we found no significant effect of the high-protein nuts pattern, potato-bean-vegetable-fruit pattern, and poultry-meat pattern on the risk of higher frailty compared to the high-oil-salt pattern in the moderate to high level of physical activity group. **Conclusions** Compared to the high-oil-salt pattern, dietary patterns with a higher intake of high-protein nuts, potatoes, legumes, and fruits and vegetables might be associated with a lower risk of higher frailty in residents aged 50-64 years of age than with a high oil and salt pattern. At the same time, it may have a more significant protective effect in people with lower physical activity levels. It is suggested that a diet rich in high-protein foods, nuts, potatoes, beans, vegetables, and fruits may help reduce and delay the risk of frailty.

【Key words】 Dietary patterns; Frailty; Factor analysis

Fund programs: US National Institutes on Aging (R01-AG034479); Shanghai Municipal Health Commission Program (20204Y0196, 2020YJZX0113, 201840118, GWVI-8, GWVI-11.1-22, GWVI-11.1-25)

衰弱是个体衰老的重要表型,随着年龄的增长其发生率逐渐升高。衰弱不仅反映老年人的综合健康水平,还可预测高危老年人群残疾、失能等不良结局和医疗需求^[1]。同时,衰弱是随时间演变的动态过程,可通过干预进行逆转。由于衰弱会导致需要长期护理和死亡的风险显著增加,给家庭和社会带来沉重的照护、经济负担。因此,识别并干预衰弱可改变危险因素的暴露对健康老龄化具有重要意义。

膳食作为可改变的生活方式之一,与衰弱之间的关联已被研究证实^[2]。与单一营养素不同,膳食模式能反映个体长时间以来形成的特定食物组合,可用于评估整体饮食中食物和营养素之间的协同、积累和拮抗作用,更能全面地反映膳食对人体健康的影响。然而,在不同人群中提取的膳食模式及其与衰弱的关系并不一致^[3-5]。地中海饮食、传统饮食和谨慎饮食与西方人群衰弱风险较低有关^[6-8]。日本一项3年的队列研究提取了5种膳食模式,显示“盐和泡菜”饮食模式和“糖和脂肪”饮食模式与衰弱呈正相关,“富含蛋白质”饮食模式与衰弱呈负相关^[9]。中国香港地区一项长达4年随访≥65岁社

区居民的队列研究,通过后验法提取了“蔬菜-水果”“零食-饮料-奶制品”和“肉-鱼”3种膳食模式,结果显示均与衰弱无关^[10]。由于文化和生活习惯的影响,生活在世界不同国家和地区的人们饮食模式明显不同,江苏、浙江、上海地区特有的江南饮食与我国其他地区也不相同。因此,本研究旨在利用全球老龄化与成人健康队列研究(SAGE)上海项目第三轮调查资料对≥50岁人群的膳食模式和衰弱关系进行分析。

对象与方法

1. 研究对象:来源于SAGE上海项目第三轮调查资料(2018-2019年)。采用多阶段随机整群抽样方法抽取研究对象^[11],共调查3 939户家庭,考虑到饮食方式存在家庭聚集性,在每个家庭中随机抽取1个≥50岁的个体纳入研究,同时排除衰弱指数中缺陷变量数缺失>20%的个体,最终共纳入研究对象3 274人。本研究经WHO(批准文号:RPC149)和上海市CDC伦理委员会(批准文号:2018-1)审查,调查对象均签署知情同意书。

2. 调查内容与方法:

(1) 膳食模式: 使用食物频率问卷法 (FFQ) 调查对象过去 3 个月 18 类 111 种食物的摄入频率 (次/d、次/周、次/月、次/季) 和平均每次食用量。问卷中的 18 类食物包括谷类、薯类、大豆类、杂豆类、豆制品类、蔬菜类、水果类、禽肉类、畜肉类、水产品类、奶类、蛋类、茶类、坚果类、零食类、饮料类、油类、食盐。其中, 油类和食盐的摄入量根据家庭一个月的摄入量除以家庭总人数得出。根据摄入频率和摄入量计算得出个体每天每类食物的平均摄入量。使用因子分析法获取调查对象的膳食模式, 将个体每天每类食物的平均摄入量纳入分析, 进行 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) 检验 ($KMO > 0.5$) 和 Bartlett 球形检验 ($P < 0.05$) 评价数据是否适用于因子分析, 通过主成分分析法提取公因子, 根据碎石图、特征根、方差贡献率综合确定公因子个数, 进行最大方差正交旋转, 再根据旋转后因子载荷绝对值较大的食物种类以及食物组合特性, 最终确立膳食模式并进行命名。

(2) 衰弱: 使用衰弱指数对研究对象的衰弱状态进行评估。衰弱指数的原理是计算个体的健康缺陷 (包括症状、体征、疾病、残疾或实验室指标等)。根据缺陷变量纳入的标准^[12], 选择 35 个变量构建衰弱指数, 包括 1 个自报健康状况变量、10 个慢性病变量、5 个疾病症状/体征变量、7 个功能评估变量、9 个日常生活变量、BMI、握力和步速^[13]。衰弱指数 = 个体健康缺陷累计总评分/缺陷总数 (35), 取值为 0~1.00, 将 ≤ 0.09 定义为无衰弱、 > 0.09 且 < 0.25 为衰弱前期、 ≥ 0.25 为衰弱^[14]。本研究仅计算缺陷变量缺失 $< 20\%$ 个体的衰弱指数得分^[15]。

(3) 其他相关变量定义: ①握力: 采用 Smedley 握力计测量握力, 左右手各测 2 次, 双手最大值取平均值作为调查对象的握力, 单位为 kg; ②步速: 测量出 4 m 长的距离, 当研究对象第一只脚踏过起点落到地面时开始计时, 用正常速度行走, 第一只脚踏全部跨过终点线后结束计时, 计算步速, 单位为 m/s; ③体力活动水平: 根据 WHO 全球体力活动问卷分析指南^[16], 将体力活动水平分为低、中、高 3 组; ④家庭经济水平: 根据家庭所有的耐用品、居住特征和可获得服务 (饮水、卫生设施和烹饪燃料) 计算, 使用两步随机效应概率模型划分五分位数 ($Q_1 \sim Q_5$)^[17]。

3. 统计学分析: 采用 Stata 16.0 软件进行统计学分析。使用因子分析法建立膳食模式。分类资

料采用构成比或率 (%) 表示。在不同特征人群中用 χ^2 检验分别比较衰弱、衰弱前期、无衰弱和膳食模式的组间差异。采用有序 logistic 回归模型 (采用 ologit 命令进行分析), 以衰弱为因变量、膳食模式为自变量, 调整年龄、性别、居住地、婚姻状况、文化程度、吸烟状况、饮酒、家庭经济水平、体力活动水平后分析两者的关系; 再按性别、年龄、体力活动水平分层, 并调整上述相关协变量后, 分析不同膳食模式对衰弱的影响。双侧检验, 检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

结 果

1. 基本情况: 共纳入 3 274 人, 其中男性 1 971 人 (60.2%), 女性 1 303 人 (39.8%)。年龄 (67.9 \pm 9.2) 岁, 60~69 岁组占比最高 (45.3%)。研究对象中居住在主城区 (50.1%)、家庭经济水平为 Q_2 组 (20.2%)、已婚/同居 (76.3%)、初中文化程度 (34.5%) 占比较高。生活方式方面, 低体力活动水平占比最高 (45.2%), 从不吸烟者占比最高 (73.5%), 不饮酒者占绝大多数 (77.7%)。其中, 无衰弱 1 901 人 (58.1%)、衰弱前期 1 032 人 (31.5%)、衰弱 341 人 (10.4%)。衰弱在不同性别、年龄、居住地、家庭经济水平、婚姻状况、体力活动水平、吸烟状况、饮酒及文化程度的分布差异有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。见表 1。

2. 膳食模式情况及分布: 对 18 类食物进行 KMO 检验和 Bartlett 球形检验, KMO 值为 0.764, Bartlett 球形检验 $P < 0.001$, 表明各类食物有共同因素。综合特征根、碎石图和因子可解释性最终保留前 4 个公因子, 进行最大方差正交旋转后, 方差贡献率分别为 12.74%、10.30%、8.47%、7.54%, 累积贡献率为 39.06%。见表 2。保留旋转后因子载荷 > 0.5 的食物种类, 并根据食物的特性命名了 4 种膳食模式: 高蛋白坚果模式 (蛋类、坚果类、水产品类因子载荷较大, 分别为 0.845、0.785、0.603); 薯豆蔬果模式 (水果类、薯类、蔬菜类、豆制品类因子载荷较大, 分别为 0.626、0.608、0.517、0.505); 禽畜肉模式 (禽肉类和畜肉类因子载荷较大, 分别为 0.816、0.667); 高油盐模式 (食盐和油类因子载荷较大, 分别为 0.791、0.790)。

将个体归类到因子得分最高的膳食模式后, 高蛋白坚果模式 509 人 (15.5%)、薯豆蔬果模式 837 人 (25.6%)、禽畜肉模式 956 人 (29.2%)、高油盐模式 972 人 (29.7%)。见表 3。

表 1 上海市不同特征 50 岁及以上人群衰弱的分布

特 征	衰弱	衰弱前期	无衰弱	合计	χ^2 值 ^a	P 值
性别					48.08	<0.001
男	173(50.7)	559(54.2)	1 239(65.2)	1 971(60.2)		
女	168(49.3)	473(54.8)	662(34.8)	1 303(39.8)		
年龄组(岁)					619.45	<0.001
50~	17(5.0)	75(7.3)	439(23.1)	531(16.2)		
60~	88(25.8)	386(37.4)	1 010(53.1)	1 484(45.3)		
70~	93(27.3)	361(35.0)	363(19.1)	817(25.0)		
≥80	143(41.9)	210(20.3)	89(4.7)	442(13.5)		
居住地					19.30	0.001
主城区	156(45.8)	518(50.2)	965(50.8)	1 639(50.1)		
城乡接合部	56(16.4)	168(16.3)	390(20.5)	614(18.7)		
乡镇	129(37.8)	346(33.5)	546(28.7)	1 021(31.2)		
家庭经济水平 ^b					204.12	<0.001
Q ₁	112(38.1)	256(27.4)	215(12.7)	583(19.9)		
Q ₂	70(23.8)	192(20.5)	329(19.4)	591(20.2)		
Q ₃	45(15.3)	204(21.8)	337(19.8)	586(20.0)		
Q ₄	33(11.2)	160(17.1)	390(23.0)	583(19.9)		
Q ₅	34(11.6)	124(13.2)	427(25.1)	585(20.0)		
婚姻状况					216.26	<0.001
单身/分居/离异	16(4.7)	48(4.7)	124(6.5)	188(5.7)		
已婚/同居	199(58.4)	711(68.9)	1 587(83.5)	2 497(76.3)		
丧偶	126(36.9)	273(26.4)	190(10.0)	589(18.0)		
体力活动水平					78.28	<0.001
低	255(66.0)	477(46.2)	778(40.9)	1 480(45.2)		
中	93(27.3)	395(38.3)	777(40.9)	1 265(38.7)		
高	23(6.7)	160(15.5)	346(18.2)	529(16.1)		
吸烟状况 ^b					48.78	<0.001
从不吸	278(81.8)	883(78.0)	1 317(69.6)	2 398(73.5)		
目前不吸	16(4.7)	51(5.9)	79(4.2)	146(4.5)		
现在吸	46(13.5)	176(17.1)	497(26.2)	719(22.0)		
饮酒 ^b					25.43	<0.001
否	294(86.2)	824(79.8)	1 422(74.9)	2 540(77.7)		
是	47(13.8)	208(20.2)	476(25.1)	731(22.3)		
文化程度 ^b					236.22	<0.001
小学以下	161(47.2)	353(34.4)	322(17.0)	836(25.6)		
小学	65(19.1)	197(19.1)	328(17.3)	590(18.0)		
初中	69(20.2)	288(28.0)	711(40.6)	1 128(34.5)		
高中	39(11.4)	132(12.8)	377(19.8)	548(16.8)		
大学及以上	7(2.1)	59(5.7)	100(5.3)	166(5.1)		
膳食模式					11.17	0.083
高油盐模式	109(32.0)	336(32.5)	527(27.7)	972(29.7)		
薯豆蔬果模式	87(25.5)	258(25.0)	492(25.9)	837(25.6)		
禽畜肉模式	98(28.7)	296(28.7)	562(25.6)	956(29.2)		
高蛋白坚果模式	47(13.8)	142(13.8)	320(16.8)	509(15.5)		
合 计	341(10.4)	1 032(31.5)	1 901(58.1)	3 274(100.0)		

注: 括号外数据为人数, 括号内数据为构成比(%);^a膳食模式在不同特征间的比较;^b数据有缺失, 构成比按实际人数计算

3. 不同膳食模式与衰弱的关联: 模型 1 在未调整任何变量的情况下, 高蛋白坚果模式人群发生更

高风险程度衰弱的风险是高油盐模式人群的 0.714 (95%CI:0.576~0.885)倍, 薯豆蔬果模式、禽畜肉模式相较于高油盐模式发生更高风险程度衰弱的影响差异无统计学意义(P>0.05)。模型 2 在调整年

表 2 膳食模式因子载荷

项 目	模式 1	模式 2	模式 3	模式 4
谷类	0.13	0.01	0.19	0.27
薯类	-0.03	0.61	0.08	-0.01
大豆类	0.12	-0.01	0.00	-0.03
杂豆类	0.11	0.17	0.08	0.02
豆制品类	0.08	0.50	0.07	-0.16
蔬菜类	0.08	0.52	0.37	0.09
水果类	0.08	0.63	0.22	0.03
禽肉类	0.48	0.09	0.67	0.06
畜肉类	-0.02	0.08	0.82	-0.06
水产品类	0.60	0.23	0.36	0.04
奶类	0.49	0.33	-0.16	-0.12
蛋类	0.84	0.06	0.05	-0.05
茶类	-0.03	0.10	-0.07	-0.03
坚果类	0.79	-0.09	0.05	0.03
零食类	0.14	0.48	-0.04	0.09
饮料类	0.21	0.32	-0.20	-0.03
油类	-0.02	0.01	-0.05	0.79
食盐	-0.01	-0.01	0.03	0.79
特征根	2.29	1.85	1.53	1.36
方差贡献率(%)	12.74	10.30	8.47	7.54

龄、性别、居住地、婚姻状况、文化程度、吸烟状况、饮酒、家庭经济水平、体力活动水平后,有序多分类 logistic 回归分析显示,在 ≥ 50 岁人群中,与高油盐模式相比,高蛋白坚果模式人群与更高程度衰弱的发生风险呈负相关($OR=0.743$, $95\%CI: 0.580\sim 0.951$)。见表 4。

4. 分层分析:按性别、年龄和体力活动水平进行分层,调整混杂因素后结果显示,不同膳食模式在不同性别间,对更高程度衰弱发生的影响差异无统计学意义($P>0.05$);50~64 岁人群中,相较于高油盐模式,薯豆蔬果模式和高蛋白坚果模式者与更高程度衰弱的发生风险呈负相关, OR 值分别为 $0.661(95\%CI: 0.446\sim 0.978)$ 和 $0.608(95\%CI: 0.384\sim 0.962)$;低水平体力活动人群中,相较于高油盐模式,高蛋白坚果模式者与更高程度衰弱的发生风险呈负相关($OR=0.509$, $95\%CI: 0.361\sim 0.720$),但不同的膳食模式在中高水平体力活动人群中对发生更高程度衰弱的影响差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 5。

讨 论

本研究基于 SAGE 上海项目第三轮调查资料(2018-2019 年),确立了上海市 ≥ 50 岁人群 4 种膳

食模式:蛋类、坚果类、水产品类因子载荷较大的高蛋白坚果模式;水果类、薯类、蔬菜类、豆制品类因子载荷较大的薯豆蔬果模式;禽肉类和畜肉类因子载荷较大的禽畜肉模式;食盐和油类因子载荷较大的高油盐模式。研究结果显示,在调整混杂因素后,相较于高油盐模式,高蛋白坚果模式为更高程度衰弱的保护性因素,与 25.7% 的更高程度衰弱降低发生概率有关。50~64 岁人群中,相较于高油盐模式,薯豆蔬果模式为更高程度衰弱的保护性因素。低水平体力活动人群中,相较于高油盐模式,高蛋白坚果模式与 49.1% 的更高程度衰弱降低概率有关。

中国台湾地区的一项横断面调查结果显示,食用大量蔬果、全谷物、坚果、贝类、奶类和鱼类的膳食模式与衰弱呈负相关^[3]。日本学者的研究也发现高蛋白和高抗氧化结合的饮食模式与老年女性的低水平衰弱率密切关联^[18]。此外,日本一项队列研究提示,在 ≥ 60 岁的社区人群中,“盐和泡菜”的饮食模式衰弱发生者较多,而富含蛋白质的饮食模式与衰弱呈负相关^[9]。一项 Meta 分析纳入了 7 个横断面调查和 4 个队列研究,对高蛋白质摄入饮食模式与老年人衰弱状态的关系进行分析,也有类似发现^[19]。均与本研究结果一致。但也有研究显示,富含高蛋白的“奶”模式或以畜肉类和禽肉类为主的“食肉”模式与衰弱状态无显著关联,考虑可能与不同国家和年龄的人群有关^[4,7]。在美国健康饮食指数 2015 版包括的 13 种组分中,坚持推荐摄入全蔬菜和水果组分的美国老年人身体衰弱的可能性较低^[20],与本研究结果相同。但也有研究结果显示富含全谷物产品、蔬菜和水果的膳食模式与衰弱无关^[7]。在体力活动水平与衰弱的关联研究中,一项随机对照试验和系统综述均发现增加身体活动和阻力锻炼能显著减少衰弱相关症状^[21-22]。本研究低体力活动水平人群摄入高蛋白饮食与衰弱的发生风险呈负相关,考虑可能与高蛋白饮食能补充充足的氨基酸,维持肌肉状态,从而减轻或延缓衰弱的发生有关。

膳食模式与衰弱有关的机制可能涉及多种病理生理途径。营养缺乏一方面通过影响线粒体的功能,减少能量的供应,导致肌肉出现例如疲劳、衰弱等相关症状^[23]。另一方面膳食营养素的摄入不足与骨骼肌蛋白的合成有关,导致肌肉含量的下降。例如,低蛋白质膳食摄入会引发肌肉含量的持续减少最终导致肌少症、衰弱的发生^[24]。与年轻人

表 3 上海市 50 岁及以上人群不同膳食模式特征

特 征	高蛋白坚果模式	薯豆蔬果模式	禽畜肉模式	高油盐模式	χ^2 值 ^a	P 值
性别					21.17	<0.001
男	312(61.3)	441(52.7)	607(63.5)	611(62.9)		
女	197(38.7)	396(47.3)	349(36.5)	361(37.1)		
年龄组(岁)					16.93	0.050
50~	92(18.1)	136(16.3)	174(18.2)	129(13.3)		
60~	222(43.6)	370(44.2)	447(46.8)	445(45.8)		
70~	125(24.6)	207(24.7)	215(22.5)	270(27.8)		
≥80	70(13.7)	124(14.8)	210(12.5)	128(13.1)		
居住地					198.63	<0.001
主城区	256(50.3)	580(69.3)	442(46.2)	361(37.1)		
城乡接合部	89(17.5)	111(13.3)	197(20.6)	217(22.4)		
乡镇	164(32.2)	146(17.4)	317(33.2)	394(40.5)		
家庭经济水平 ^b					139.02	<0.001
Q ₁	59(12.8)	119(15.5)	160(19.3)	245(28.1)		
Q ₂	81(17.7)	129(16.8)	157(19.0)	224(25.6)		
Q ₃	87(19.0)	178(23.2)	159(19.2)	162(18.5)		
Q ₄	124(27.0)	190(24.8)	148(17.9)	121(13.8)		
Q ₅	108(23.5)	151(19.7)	204(24.6)	122(14.0)		
婚姻状况					31.10	<0.001
单身/分居/离异	29(5.7)	59(7.1)	54(5.67)	46(4.7)		
已婚/同居	398(78.2)	652(77.9)	749(78.3)	698(71.8)		
丧偶	82(16.1)	126(15.0)	153(16.0)	228(23.5)		
体力活动水平					40.00	<0.001
低	268(52.6)	307(36.7)	451(47.2)	454(46.7)		
中	178(35.0)	367(43.8)	357(37.3)	363(37.4)		
高	63(12.4)	163(19.5)	148(15.5)	155(15.9)		
吸烟状况 ^b					33.28	<0.001
从不吸	407(80.4)	635(76.1)	684(71.8)	672(69.3)		
目前不吸	23(4.6)	38(4.5)	32(3.4)	53(5.5)		
现在吸	76(15.0)	162(19.4)	237(24.8)	244(25.2)		
饮酒 ^b					6.44	0.092
否	410(80.5)	661(79.0)	737(77.3)	732(75.3)		
是	99(19.5)	176(21.0)	216(22.7)	240(24.7)		
文化程度 ^b					218.47	<0.001
小学以下	89(17.6)	142(17.0)	255(26.7)	350(36.1)		
小学	69(13.6)	121(14.5)	178(18.6)	222(22.9)		
初中	217(42.9)	299(35.7)	332(34.7)	280(28.9)		
高中	99(19.6)	208(24.8)	146(15.3)	95(9.8)		
大学及以上	32(6.3)	67(8.00)	45(4.7)	22(2.3)		
合 计	509(15.5)	837(25.6)	956(29.2)	972(29.7)		

注: 括号外数据为人数, 括号内数据为构成比(%);^a膳食模式在不同特征间的比较;^b数据有缺失, 构成比按实际人数计算

表 4 上海市 50 岁及以上人群膳食模式与衰弱关系的关联性分析

膳食模式	模型 1		模型 2	
	OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值
高油盐模式	1.000		1.000	
薯豆蔬果模式	0.844(0.705~1.012)	0.067	0.923(0.745~1.142)	0.461
禽畜肉模式	0.842(0.707~1.003)	0.054	0.946(0.773~1.157)	0.586
高蛋白坚果模式	0.714(0.576~0.885)	0.002	0.743(0.580~0.951)	0.018

注: 模型以衰弱为因变量, 以膳食模式为自变量; 模型 1 未调整任何变量; 模型 2 调整年龄、性别、婚姻状况、文化程度、吸烟状况、饮酒、居住地、家庭经济水平、体力活动水平

表 5 上海市 50 岁及以上人群膳食模式与衰弱关联性的分层分析

膳食模式	模型 1		模型 2	
	OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值
性别				
男				
高油盐模式	1.000		1.000	
薯豆蔬果模式	0.884(0.691~1.132)	0.329	0.986(0.740~1.315)	0.925
禽畜肉模式	0.800(0.638~1.000)	0.054	0.930(0.716~1.208)	0.588
高蛋白坚果模式	0.750(0.567~0.993)	0.045	0.762(0.552~1.052)	0.098
女				
高油盐模式	1.000		1.000	
薯豆蔬果模式	0.719(0.548~0.944)	0.018	0.856(0.618~1.186)	0.350
禽畜肉模式	0.922(0.698~1.212)	0.570	0.999(0.724~1.378)	0.995
高蛋白坚果模式	0.649(0.463~0.909)	0.012	0.717(0.484~1.061)	0.096
年龄组(岁)				
50~				
高油盐模式	1.000		1.000	
薯豆蔬果模式	0.653(0.459~0.930)	0.018	0.661(0.446~0.978)	0.038
禽畜肉模式	0.910(0.663~1.249)	0.559	0.948(0.673~1.336)	0.761
高蛋白坚果模式	0.639(0.422~0.970)	0.035	0.608(0.384~0.962)	0.034
≥65				
高油盐模式	1.000		1.000	
薯豆蔬果模式	0.982(0.785~1.229)	0.876	1.257(0.975~1.621)	0.077
禽畜肉模式	0.911(0.731~1.136)	0.408	0.990(0.774~1.268)	0.937
高蛋白坚果模式	0.761(0.585~0.991)	0.042	0.895(0.670~1.196)	0.453
体力活动水平				
低				
高油盐模式	1.000		1.000	
薯豆蔬果模式	0.700(0.530~0.925)	0.012	0.785(0.565~1.090)	0.148
禽畜肉模式	0.721(0.564~0.922)	0.009	0.780(0.586~1.038)	0.088
高蛋白坚果模式	0.444(0.328~0.600)	<0.001	0.509(0.361~0.720)	<0.001
中				
高油盐模式	1.000		1.000	
薯豆蔬果模式	1.143(0.856~1.528)	0.465	1.235(0.875~1.743)	0.229
禽畜肉模式	0.950(0.706~1.279)	0.737	1.260(0.894~1.178)	0.186
高蛋白坚果模式	1.012(0.705~1.453)	0.948	1.080(0.707~1.650)	0.723
高				
高油盐模式	1.000		1.000	
薯豆蔬果模式	1.032(0.653~1.633)	0.892	0.792(0.458~1.370)	0.305
禽畜肉模式	1.013(0.631~1.626)	0.958	0.881(0.509~1.525)	0.651
高蛋白坚果模式	1.610(0.881~2.940)	0.121	1.357(0.672~2.739)	0.394

相比,老年人对高氨基酸血症的合成代谢反应减弱,肌肉蛋白合成率降低,故老年人应摄入更多的蛋白质以维持肌肉蛋白合成^[25]。蛋类及水产品中的鱼虾类,给人体提供了丰富的优质蛋白质和矿物质,因此老年人摄入充足的蛋和鱼虾能够为机体提供充足的蛋白质,促进肌肉的合成。此外,坚果中含有丰富的抗氧化物,可以通过防止氧化应激以延缓衰弱的发展^[26]。蔬菜水果中富含丰富的维生素、矿物质以及膳食纤维。许多研究表明衰弱与类胡

萝卜素、维生素 C、维生素 E 和硒等微量营养素以及高抗氧化膳食之间存在负相关^[27-28]。《中国居民膳食指南(2022)》推荐一般人群多吃蔬果、奶类、全谷物、大豆,适量吃鱼、禽、蛋、瘦肉,对于>65 岁老年人建议食物种类摄入多样,主食可摄入谷薯类,多吃蔬果,摄入足够的动物性食物如鱼虾贝等水产品、蛋奶、禽畜肉以及大豆类产品^[29]。

本研究存在局限性。首先,食物摄入量 and 频率基于 FFQ 所得,虽然能反映研究对象平时的膳食摄入情况,但对过去 3 个月的膳食情况报告存在回忆偏倚;其次,由于膳食所涉及的食物种类众多,缺失数据较多,缺失数据与纳入人群背景存在部分差异,可能会对结果产生影响;最后,作为横断面研究,对于判断某些膳食模式与衰弱之间的因果关系存在不足,今后通过对队列随访数据的分析进一步探索因果关系。

综上,本研究结果显示,相较于高油盐模式,多摄入高蛋白坚果类和薯豆蔬果类的饮食模式可能与 50~64 岁居民的衰弱风险更低有关,同时可能对较低水平体力活动的人群保护效果更显著。提示多摄入高蛋白类、坚果、薯豆类和蔬果类膳食可能有助于减轻和延缓衰弱的发生风险。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 蒋安丽、阮晔:分析数据、文章撰写;郭雁飞、孙双圆:采集数据、论文修改;董侯君、汪嘉琦:工作支持;施燕、吴凡:研究指导、经费支持

参 考 文 献

- [1] Eeles EM, White SV, O'mahony SM, et al. The impact of frailty and delirium on mortality in older inpatients[J]. Age Ageing, 2012, 41(3): 412-416. DOI:10.1093/ageing/afs021.
- [2] Rashidi Pour Fard N, Amirabdollahian F, Haghghatdoost F. Dietary patterns and frailty: a systematic review and meta-analysis[J]. Nutr Rev, 2019, 77(7): 498-513. DOI: 10.1093/nutrit/nuz007.
- [3] Huang WC, Huang YC, Lee MS, et al. Frailty severity and cognitive impairment associated with dietary diversity in older adults in Taiwan[J]. Nutrients, 2021, 13(2):418. DOI: 10.3390/nu13020418.
- [4] Kim J, Lee Y, Won CW, et al. Dietary patterns and frailty in older korean adults: results from the korean frailty and aging cohort study[J]. Nutrients, 2021, 13(2): 601. DOI: 10.3390/nu13020601.
- [5] Motokawa K, Watanabe Y, Eda Hiro A, et al. Frailty severity

- and dietary variety in Japanese older persons: a cross-sectional study[J]. *J Nutr, Health Aging*, 2018, 22(3): 451-456. DOI:10.1007/s12603-018-1000-1.
- [6] León-Muñoz LM, García-Esquinas E, López-García E, et al. Major dietary patterns and risk of frailty in older adults: a prospective cohort study[J]. *BMC Med*, 2015, 13:11. DOI: 10.1186/s12916-014-0255-6.
- [7] de Haas SCM, de Jonge EAL, Voortman T, et al. Dietary patterns and changes in frailty status: the Rotterdam study[J]. *Eur J Nutr*, 2018, 57(7): 2365-2375. DOI: 10.1007/s00394-017-1509-9.
- [8] Rahi B, Ajana S, Tabue-Teguio M, et al. High adherence to a Mediterranean diet and lower risk of frailty among French older adults community-dwellers: results from the Three-City-Bordeaux Study[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(4): 1293-1298. DOI:10.1016/j.clnu.2017.05.020.
- [9] Huang CH, Martins BA, Okada K, et al. A 3-year prospective cohort study of dietary patterns and frailty risk among community-dwelling older adults[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(1):229-236. DOI:10.1016/j.clnu.2020.05.013.
- [10] Chan R, Leung J, Woo J. Dietary patterns and risk of frailty in Chinese community-dwelling older people in Hong Kong: a prospective cohort study[J]. *Nutrients*, 2015, 7(8): 7070-7084. DOI:10.3390/nu7085326.
- [11] 郭雁飞, 施燕, 阮晔, 等. 全球老龄化与成人健康研究中国项目进展[J]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40(10): 1203-1205. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.10.006.
- Guo YF, Shi Y, Ruan Y, et al. Project profile: study on global AGEing and adult health in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(10): 1203-1205. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.10.006.
- [12] Searle SD, Mitnitski A, Gahbauer EA, et al. A standard procedure for creating a frailty index[J]. *BMC Geriatr*, 2008, 8:24. DOI:10.1186/1471-2318-8-24.
- [13] 阮晔, 郭雁飞, 孙双圆, 等. 上海市 50 岁及以上人群衰弱状况研究[J]. *中华疾病控制杂志*, 2019, 23(4): 445-451. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2019.04.016.
- Ruan Y, Guo YF, Sun SY, et al. Evaluation of frailty in people aged 50 years and above in Shanghai[J]. *Chin J Dis Control Prev*, 2019, 23(4): 445-451. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2019.04.016.
- [14] Song XW, Mitnitski A, Rockwood K. Prevalence and 10-year outcomes of frailty in older adults in relation to deficit accumulation[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2010, 58(4): 681-687. DOI:10.1111/j.1532-5415.2010.02764.x.
- [15] Blodgett JM, Theou O, Howlett SE, et al. A frailty index from common clinical and laboratory tests predicts increased risk of death across the life course[J]. *GeroScience*, 2017, 39(4): 447-455. DOI: 10.1007/s11357-017-9993-7.
- [16] World Health Organization. Global physical activity questionnaire (GPAQ) analysis guide[R]. Geneva: WHO.
- [17] 郭雁飞, 施燕, 阮晔, 等. 50 岁及以上人群每日静坐时间与衰弱的关联研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40(10): 1257-1261. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.10.016.
- Guo YF, Shi Y, Ruan Y, et al. Association between daily sedentary time and frailty among people aged 50 years and over[J]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(10): 1257-1261. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.10.016.
- [18] Kobayashi S, Suga H, Sasaki S. Diet with a combination of high protein and high total antioxidant capacity is strongly associated with low prevalence of frailty among old Japanese women: a multicenter cross-sectional study[J]. *Nutr J*, 2017, 16(1): 29. DOI: 10.1186/s12937-017-0250-9.
- [19] Coelho-Júnior HJ, Rodrigues B, Uchida M, et al. Low protein intake is associated with frailty in older adults: a systematic review and meta-analysis of observational studies[J]. *Nutrients*, 2018, 10(9): 1334. DOI: 10.3390/nu10091334.
- [20] Fan YM, Zhang YY, Li JQ, et al. Association between Healthy Eating Index-2015 and physical frailty among the United States elderly adults: the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2011-2014[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2021, 33(12): 3245-3255. DOI: 10.1007/s40520-021-01874-3.
- [21] Apóstolo J, Cooke R, Bobrowicz-Campos E, et al. Effectiveness of interventions to prevent pre-frailty and frailty progression in older adults: a systematic review[J]. *JBI Database System Rev Implement Rep*, 2018, 16(1): 140-232. DOI:10.11124/jbisrir-2017-003382.
- [22] Nagai K, Miyamoto T, Okamae A, et al. Physical activity combined with resistance training reduces symptoms of frailty in older adults: a randomized controlled trial[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2018, 76: 41-47. DOI: 10.1016/j.archger.2018.02.005.
- [23] Lam J, McKeague M. Dietary modulation of mitochondrial DNA damage: implications in aging and associated diseases[J]. *J Nutr Biochem*, 2019, 63:1-10. DOI:10.1016/j.jnutbio.2018.07.003.
- [24] Houston DK, Nicklas BJ, Ding JZ, et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study[J]. *Am J Clin Nutr*, 2008, 87(1): 150-155. DOI: 10.1093/ajcn/87.1.150.
- [25] Stokes T, Hector AJ, Morton RW, et al. Recent perspectives regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training[J]. *Nutrients*, 2018, 10(2): 180. DOI: 10.3390/nu10020180.
- [26] Lu YX, Niti M, Yap KB, et al. Effects of multi-domain lifestyle interventions on sarcopenia measures and blood biomarkers: secondary analysis of a randomized controlled trial of community-dwelling pre-frail and frail older adults[J]. *Aging*, 2021, 13(7): 9330-9347. DOI: 10.18632/aging.202705.
- [27] Kobayashi S, Asakura K, Suga H, et al. Inverse association between dietary habits with high total antioxidant capacity and prevalence of frailty among elderly Japanese women: a multicenter cross-sectional study[J]. *J Nutr, Health Aging*, 2014, 18(9): 827-836. DOI: 10.1007/s12603-014-0478-4.
- [28] Sandoval-Insauti H, Pérez-Tasigchana RF, López-García E, et al. Macronutrients intake and incident frailty in older adults: a prospective cohort study[J]. *J Gerontol: Ser A*, 2016, 71(10): 1329-1334. DOI: 10.1093/gerona/glw033.
- [29] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2022)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2022.
- Chinese Nutrition Society. Dietary guidelines for Chinese residents (2022)[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2022.