

中国 50 岁及以上人群衰弱轨迹的研究

郭雁飞^{1,2} 阮晔³ 孙双圆¹ 黄哲宙¹ 董保君¹ 蒋安丽¹ 施燕¹ 吴凡⁴

¹上海市疾病预防控制中心,上海 200336;²哥德堡大学萨尔格伦斯卡医学院公共卫生与社区医学系,哥德堡 40530,瑞典;³上海市预防医学研究院,上海 200336;⁴复旦大学上海医学院,上海 200032

郭雁飞和阮晔对本文有同等贡献

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

【摘要】目的 识别中国≥50 岁人群的衰弱轨迹,并探索相关影响因素。**方法** 采用 WHO“全球老龄化与成人健康研究”(SAGE)中国项目第一至第三轮纵向数据,由 32 种变量计算衰弱指数得分,并在此基础上在组基轨迹模型中采用删失正态模型确定随时间变化的衰弱轨迹模式,采用多项式 logistic 回归模型研究社会经济地位和行为影响因素对衰弱轨迹的影响。**结果** 共纳入 4 303 名≥50 岁且拥有 3 轮完整数据的调查对象进入分析,本研究识别出 3 条衰弱轨迹:低水平稳定轨迹(LT)、中度增加轨迹(MT)和高度增加轨迹(HT),分别占有调查对象的 75.9%,19.1% 和 5.0%。多项式 logistic 回归分析的结果显示,与 LT 组相比,HT 组更倾向是女性($OR=1.88, 95\%CI: 1.22\sim 2.92$)和农村居民($OR=1.87, 95\%CI: 1.29\sim 2.70$)。在家庭人均财富方面, OR 值有一个明显的梯度,较低的家庭财富更有可能归为 HT 组。**结论** 本研究识别出了 3 种我国≥50 岁人群衰弱轨迹的进展模式,并强调了干预措施应尽可能地以那些衰弱进展快速的脆弱人群为目标。

【关键词】 衰弱; 轨迹; 纵向研究

基金项目:美国国立老龄研究所项目(R01-AG034479);上海市卫生健康委员会项目(201840118);上海市医学领军人才(2019LJ24);上海市公共卫生三年行动计划(2020-2022 年)(GWV-10.1-XK16)

Frailty trajectories in people aged 50 years and above in China

Guo Yanfei^{1,2}, Ruan Ye³, Sun Shuangyuan¹, Huang Zhezhou¹, Dong Yujun¹, Jiang Anli¹, Shi Yan¹, Wu Fan⁴

¹Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China; ²School of Public Health and Community Medicine, Institution of Medicine, Sahlgrenska Academy, University of Gothenburg, Gothenburg 40530, Sweden; ³Shanghai Institutes of Preventive Medicine, Shanghai 200336, China; ⁴Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China

Guo Yanfei and Ruan Ye contributed equally to the article

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

【Abstract】 Objective To identify distinct frailty trajectories in a cohort of nationwide community adults aged 50 years and above, and explore the relationship between frailty trajectories and their socioeconomic characteristics and behavioral factors at baseline survey. **Methods** Data were from the three waves of "Global Ageing and Adult Health Research" (SAGE) by World Health Organization in China. The frailty index is generated from 32 items. Group-based trajectory modeling using a censored normal model was conducted to identify the patterns in frailty progression over time. Multinomial logistic regression model was used to examine the effect of socioeconomic status and behavioral factors on the frailty trajectories. **Results** A total of 4 303 adults aged 50 years and above with complete data from all three rounds of project were included in the final analysis. Three frailty trajectories were identified: low and stable trajectory (LT) (56.8%), moderately increased

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20220528-00477

收稿日期 2022-05-28 本文编辑 万玉立

引用格式:郭雁飞,阮晔,孙双圆,等.中国 50 岁及以上人群衰弱轨迹的研究[J].中华流行病学杂志,2022,43(11):1711-1716. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220528-00477.

Guo YF, Ruan Y, Sun SY, et al. Frailty trajectories in people aged 50 years and above in China[J]. Chin J Epidemiol, 2022, 43(11):1711-1716. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220528-00477.



trajectory (MT) (34.4%) and highly increased trajectory (HT) (8.8%). The results of the multinomial logistic regression analysis showed that the HT group was more likely to be women ($OR=1.88$, 95% CI : 1.22-2.92) and rural residents ($OR=1.87$, 95% CI : 1.29-2.70) compared with the LT group. In terms of household wealth per capita, there was a clear gradient in ORs , the people with lower household wealth were more likely to be classified in the HT group. **Conclusion** This study identified three patterns of progression of frailty trajectories in population aged 50 years and above in China and highlighted that interventions should target those vulnerable populations with rapid progression of frailty.

【Key words】 Frailty; Trajectory; Longitudinal study

Fund programs: Project Funded by US National Institute on Aging (R01-AG034479); Shanghai Municipal Health Commission Program (201840118); Program for Outstanding Medical Academic Leader, Shanghai (2019LJ24); Shanghai Three-year Action Plan for Public Health (2020-2022) (GWV-10.1-XK16)

衰弱是一种常见的老年病综合征,其特点是多系统的损伤,以及抵抗外部压力的能力下降^[1]。衰弱会增加跌倒、住院、进入长期护理的风险,甚至死亡^[2-4]。随着我国老龄化进程不断加深加快,衰弱已成为老年期重要的健康挑战。衰弱在老年人群中非常普遍,中国健康与退休纵向研究的结果表明,在中国 60 岁以上的人口中,衰弱的流行率约为 7.0%,并且在高龄、女性和低学历人群中更为普遍^[5]。有研究表明,衰弱会随着年龄的增长而变得更加普遍^[1],但老年人群出现衰弱的时间并不是恒定的,一部分老年人直到晚年仍处于相当低的衰弱水平,而另一些人则在较早的年龄就变得衰弱,这表明,在衰弱的发展过程中可能存在个体的异质性。Jung 等^[6]在一个韩国队列人群中发现了多种衰弱轨迹—低度稳定、中度上升和高度上升衰弱。目前我国相关衰弱轨迹的研究还较少。本研究利用 WHO“全球老龄化与成人健康研究”(SAGE)中国项目前 3 轮纵向数据,识别中国 ≥50 岁人群的衰弱轨迹,并探索相关轨迹的影响因素。

资料与方法

1. 资料来源:来源于 WHO SAGE 中国项目前 3 轮调查纵向数据(2007-2018 年)。基线调查于 2010 年全部完成,采用多阶段分层整群随机抽样,根据地理和社会经济状况,将全国 31 个省份分为 3 个地区(东、中和西部);分别从东、中、西部随机选择 4、2 和 2 个省份(分别为上海、浙江、广东和山东;湖北和吉林;云南和陕西)。每个选中的省份分别从农村和城市死因监测点中选择 1 个县和 1 个区。SAGE 中国项目共选择 8 个省份 16 个抽样层。第一阶段采用按容量比例概率抽样方法(PPS)分别在每个项目县或区随机抽取 4 个城镇或乡村,共

抽取 64 个初级抽样单位。第二阶段采用 PPS 分别从每个城镇或乡村随机抽取 2 个居委会或村,共抽取 128 个二级抽样单位。第三阶段采用随机整群抽样方法分别从每个村或居委会随机抽取 2 个村民小组或居民小组,共抽取 256 个三级抽样单位^[7]。本研究选取 ≥50 岁人群且参加全部 3 轮调查有全部完整的 3 轮数据的人群作为研究对象;排除基本特征变量(年龄、性别、文化程度、财富五分位)缺失者;在现场调查阶段进行严格的质量控制。本研究通过 WHO(批准文号:RPC149),中国 CDC(批准文号:200601)和上海市 CDC 伦理委员会审查(批准文号:2014-8, 2018-1),调查对象均签署知情同意书。

2. 研究方法:

(1) 衰弱指数:衰弱表型和衰弱指数是流行病学研究中最常用的两种衰弱评估模型,其选择主要依据数据集中变量的可及性及应用场景^[8];本研究中选择衰弱指数作为评估衰弱状态的方法,其原理是计算健康缺陷的累积个数或者比例(症状、体征、疾病、残疾和实验室检查指标等)。通常用健康缺陷累计数与所考虑的所有健康项目的比值表示^[9]。一个人的缺陷越多,则表明越有可能为衰弱状态。在本研究中,衰弱指数由 32 种变量计算得来,包括医学体征、医学诊断情况、日常生活活动和表现测试(行走速度和握力)等。个体评分从 0 到 1.0。根据以往研究结果,本研究将衰弱指数 0.2 定为进入衰弱状态的阈值。据此将个体分为没有衰弱组(<0.2)和衰弱组(0.2~1.0)^[10]。

(2) 影响因素:从 SAGE 调查内容中选取性别、基线年龄、基线居住地、文化程度、基线家庭财富、基线蔬菜水果摄入、吸烟和饮酒等信息进行分析。

3. 统计学分析:采用 Stata 16 和 SAS 9.4 软件进行统计学分析。基线人群特征采用百分比描述。

家庭经济水平计算基于家庭所拥有的耐用品、居住特征和可获得的服务(饮水、卫生设施和烹饪燃料)。使用两步随机效应概率模型计算五分位数。首先根据不同财富的权重生成财富阶梯。然后根据财富所有权,使用这个阶梯以相同的比例安排家庭。结果是连续的收入分数,再进行五分位划分^[10]。考虑到衰弱指数是 0~1.0 之间的连续性变量,其分布符合删失正态分布,因此本研究在组基轨迹模型(group-based trajectory modeling)中采用删失正态模型(censored normal model)确定随时间变化的衰弱轨迹模式,轨迹模型的最终选择是基于比较不同拟合模型的贝叶斯信息准则(BIC)数值大小^[11],通常选择 BIC 值最接近于 0 的最大的组数及多项式阶数。此外,基于轨迹模型识别的轨迹采用多项式 logistic 回归模型研究人群基本特征和行为影响因素对衰弱轨迹的影响。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般情况:本研究共纳入 4 303 名 ≥50 岁且拥有全部 3 轮完整数据的调查对象,其中男性 2 111 名,女性 2 192 名,50~59 岁年龄组的人数最多(46.9%),60.7% 的参与者生活在农村地区。见表 1。

2. 衰弱轨迹:由于当组的数量设定为 4 组及以上时,占比最小的组小于总人群的 5%,因此本研究最终确定 3 条衰弱轨迹。低水平稳定轨迹(LT),中度增加轨迹(MT)和高度增加轨迹(HT)。见图 1。有 75.9% 的调查对象被归入 LT 组,该组在基线时衰弱指数的平均值最低,在随访期间基本保持稳定,衰弱指数的平均值从 2010 年的 0.071 到 2018 年的 0.076。有 19.1% 的调查对象被归入 MT 组,衰弱指数平均值从 2010 年的 0.150 增加到 2018 年的 0.238。5.0% 的调查对象被归入 HT 组,2010 年 HT 组的衰弱指数基线与 MT 组基本持平,为 0.159,但在随后快速增加到 2018 年的 0.552。

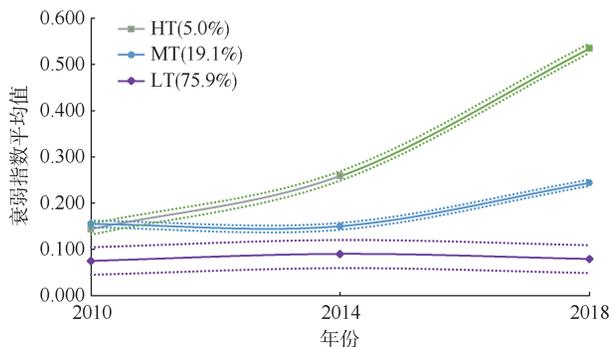
从年龄来看,LT 组的 50~ 岁人群占比较高,且男性占比更高($P < 0.001$)。HT 组的小学以下文化程度占比较高($P < 0.001$)。HT 组中水果蔬菜摄入不足比例高于其他两组($P = 0.026$)。见表 2。

3. 衰弱轨迹影响因素:多项式 logistic 回归分析结果显示,与 LT 组相比,HT 组更倾向是女性($OR = 1.88, 95\%CI: 1.22 \sim 2.92$)和农村居民($OR = 1.87, 95\%CI: 1.29 \sim 2.70$)。在家庭人均财富方面, OR 值

表 1 研究对象基线基本特征

特征	男性 (n=2 111)	女性 (n=2 192)	合计 (n=4 303)
年龄组(岁)			
50~	1 003(47.5)	1 014(46.3)	2 017(46.9)
60~	715(33.9)	743(33.8)	1 458(33.8)
70~	349(16.5)	403(18.4)	752(17.5)
≥80	44(2.1)	32(1.5)	76(1.8)
城乡			
城市	731(34.6)	962(43.9)	1 693(39.3)
农村	1 380(65.4)	1 230(56.1)	2 610(60.7)
文化程度			
小学以下	722(34.2)	1 130(51.6)	1 852(43.1)
小学	556(26.3)	431(19.7)	987(22.9)
初中	486(23.1)	369(16.8)	855(19.9)
高中及以上	347(16.4)	262(11.9)	609(14.1)
财富五分位			
第一分位(最低)	299(14.2)	379(17.3)	678(15.8)
第二分位	426(20.2)	377(17.2)	803(18.7)
第三分位	439(20.8)	451(20.5)	890(20.6)
第四分位	471(22.3)	490(22.4)	961(22.3)
第五分位(最高)	476(22.5)	495(22.6)	971(22.6)
吸烟状况 ^a			
从不吸	709(34.2)	2 094(96.2)	2 803(66.0)
目前不吸	230(11.1)	12(0.6)	242(5.7)
非每日吸	90(4.3)	12(0.6)	102(2.4)
每日吸	1 044(50.4)	56(2.6)	1 100(25.9)
饮酒状况 ^a			
从不饮	850(47.9)	1 941(94.0)	2 791(72.6)
非重度饮	627(35.3)	109(5.3)	736(19.2)
重度饮	299(16.8)	15(0.7)	314(8.2)
水果蔬菜摄入			
充足	1 237(58.6)	1 328(60.6)	2 565(59.6)
不足	874(41.4)	864(39.4)	1 738(40.4)
关节炎 ^a			
是	310(16.0)	520(26.1)	830(21.1)
否	1 623(84.0)	1 476(73.9)	3 099(78.9)
心绞痛 ^a			
是	119(6.8)	187(10.9)	306(8.8)
否	1 636(93.2)	1 533(89.1)	3 169(91.2)
糖尿病 ^a			
是	96(4.6)	146(6.7)	242(5.7)
否	1 992(95.4)	2 025(93.3)	4 017(94.3)

注:括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%);^a数据有缺失,构成比以实际人数进行计算



注:调整性别、基线年龄、基线居住地、文化程度,基线家庭财富、基线蔬菜水果摄入、吸烟和饮酒;LT:低水平稳定轨迹;MT:中度增加轨迹;HT:高度增加轨迹;括号内数据为各组调查对象所占比例

图 1 中国 50 岁及以上人群衰弱轨迹

表 2 中国 50 岁及以上人群不同衰弱轨迹组特征^a

特征	LT	MT	HT	合计	χ^2 值	P值
年龄组(岁)					698.71	<0.001
50~	1 682(57.3)	103(14.9)	41(21.1)	1 826(47.8)		
60~	950(32.3)	276(40.0)	69(35.6)	1 295(33.9)		
70~	288(9.8)	283(41.0)	72(37.1)	643(16.8)		
≥80	17(0.6)	28(4.1)	12(6.2)	57(1.5)		
性别					95.31	<0.001
男	1 478(50.3)	216(31.3)	64(33.0)	1 758(46.0)		
女	1 459(49.7)	474(68.7)	130(67.0)	2 063(54.0)		
城乡					25.20	<0.001
城市	1 069(36.4)	319(46.2)	85(43.8)	1 473(38.6)		
农村	1 868(63.6)	371(53.8)	109(56.2)	2 348(61.4)		
文化程度					69.04	<0.001
小学以下	1 174(40.0)	358(51.9)	117(60.2)	1 649(43.2)		
小学	702(23.9)	145(21.1)	37(19.1)	884(23.1)		
初中	632(21.5)	87(12.6)	24(12.4)	743(19.4)		
高中及以上	429(14.6)	100(14.4)	16(8.3)	545(14.3)		
财富五分位					89.67	<0.001
第一分位(最低)	399(13.6)	165(23.9)	44(22.7)	608(15.9)		
第二分位	507(17.3)	141(20.4)	50(25.8)	698(18.3)		
第三分位	600(20.4)	146(21.2)	41(21.1)	787(20.6)		
第四分位	706(24.0)	130(18.8)	29(14.9)	865(22.6)		
第五分位(最高)	725(24.7)	108(15.7)	30(15.5)	863(22.6)		
水果蔬菜摄入					7.28	0.026
充足	1 785(60.8)	398(57.7)	101(52.1)	2 284(59.8)		
不足	1 152(39.2)	292(42.3)	93(47.9)	1 537(40.2)		
吸烟状况					56.89	<0.001
从不吸	1 930(65.7)	547(79.3)	149(76.8)	2 626(68.7)		
目前不吸	131(4.5)	18(2.6)	10(5.2)	159(4.2)		
非每日吸	70(2.4)	12(1.7)	2(1.0)	84(2.2)		
每日吸	806(27.4)	113(16.4)	33(17.0)	952(24.9)		
饮酒状况					58.46	<0.001
从不饮	2 054(69.9)	570(82.6)	162(83.5)	2 786(72.9)		
非重度饮	612(20.8)	90(13.0)	24(12.4)	726(19.0)		
重度饮	271(9.3)	30(4.4)	8(4.1)	309(8.1)		
合计	2 937(100.0)	690(100.0)	194(100.0)	3 821(100.0)		

注:LT:低水平稳定轨迹;MT:中度增加轨迹;HT:高度增加轨迹;括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%);^a数据有缺失,构成比以实际人数进行计算

有一个明显的梯度,较低的家庭财富更有可能归为 HT 组。行为影响因素未发现与衰弱轨迹有统计学意义的关联。见表 3。

讨 论

本研究中识别的 3 种不同的衰弱轨迹模式,其中 LT 组占 75.9%,该轨迹的特点是起始衰弱水平较低,随着时间变化进展平稳,代表了老年人群的大部分衰弱变化模式,即在随访整个过程中均未发生衰弱。这与国内外相关研究结果一致,占老年人群

大多数的衰弱轨迹是低起点和平稳发展的模式^[6,12]。本研究的 MT 组和 HT 组分别占 19.1% 和 5.0%,这部分人群虽然起始衰弱指数较低,并未发生衰弱,但是衰弱指数随着时间逐渐升高,在第二轮和第三轮随访期间出现分化,HT 组明显增速较快,形成了较陡峭的轨迹曲线。这与韩国的一项队列研究结果并不一致,该项研究也识别出 3 条轨迹曲线,但是其“高轨迹”组的曲线起始衰弱指数较高,随后尽管出现上升的趋势,但是在随访后期出现了平台期,即衰弱指数不再显著增加^[6]。虽然造成这种差异的机制并不完全清楚,但是可能与研究

表3 衰弱轨迹影响因素的多项式 logistic 回归分析

因素	MT vs. LT		HT vs. LT	
	OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值
年龄组(岁)				
50~	1.00		1.00	
60~	4.43(3.46~5.66)	<0.001	2.62(1.75~3.91)	<0.001
70~	14.57(11.07~19.17)	<0.001	7.93(5.18~12.16)	<0.001
≥80	25.41(13.12~49.20)	<0.001	22.18(9.60~51.29)	<0.001
性别				
男	1.00		1.00	
女	2.28(1.75~2.98)	<0.001	1.88(1.22~2.92)	0.005
城乡				
城市	1.00		1.00	
农村	1.52(1.20~1.93)	<0.001	1.87(1.29~2.70)	0.001
文化程度				
小学以下	0.87(0.52~1.47)	0.609	1.65(0.64~4.21)	0.297
小学	0.87(0.52~1.47)	0.604	1.14(0.44~2.94)	0.788
初中	0.68(0.40~1.14)	0.144	0.91(0.35~2.37)	0.841
高中	0.92(0.54~1.58)	0.774	0.62(0.22~1.81)	0.385
大学及以上	1.00		1.00	
财富五分位				
第一分位(最低)	2.14(1.54~2.98)	<0.001	1.77(1.03~3.04)	0.039
第二分位	2.05(1.49~2.84)	<0.001	2.36(1.41~3.94)	0.001
第三分位	1.71(1.25~2.33)	0.001	1.57(0.94~2.62)	0.086
第四分位	1.45(1.07~1.97)	0.017	1.10(0.64~1.88)	0.735
第五分位(最高)	1.00		1.00	
水果蔬菜摄入				
充足	1.00		1.00	
不足	1.04(0.86~1.26)	0.672	1.23(0.91~1.68)	0.181
饮酒状况				
从不饮	1.00		1.00	
非重度饮	0.94(0.70~1.27)	0.687	0.76(0.46~1.27)	0.295
重度饮	0.82(0.52~1.29)	0.391	0.67(0.30~1.50)	0.335
吸烟状况				
从不吸	1.00		1.00	
目前不吸	0.62(0.35~1.10)	0.099	1.30(0.60~2.80)	0.508
非每日吸	1.05(0.52~2.12)	0.885	0.63(0.14~2.75)	0.536
每日吸	1.12(0.82~1.53)	0.495	1.16(0.69~1.94)	0.584
常数项	0.02(0.01~0.04)	<0.001	0.01(0.00~0.02)	<0.001

注:LT:低水平稳定轨迹;MT:中度增加轨迹;HT:高度增加轨迹

样本的平均年龄相关。此外,衰弱指数并不是一个观测指标,某些构成衰弱指数的一些指标会在生命晚期出现饱和现象,不再出现继续下降的情况。

中老年人群具有非常强异质性,由于社会经济和行为等诸多方面差异显著,其健康状况的变化也呈现出不同的发展轨迹,本研究发现女性和农村地区人群更易归入 HT 组,此外,较低的家庭财富状况也与较快的衰弱发展轨迹相关,这与澳大利亚的一

项研究结果相一致,在涉及 7 484 名澳大利亚的女性队列中发现晚年的社会经济地位与较高较快的衰弱发展轨迹相关^[13]。此外,与本研究类似,Peek 等^[14]确定了 3 种不同的虚弱轨迹,并发现高等教育与较低的高虚弱轨迹组成员机会有关。经济地位因素也被发现影响了衰弱轨迹。Marshall 等^[15]的结果显示,贫穷组比富裕组有更陡峭的衰弱进展曲线斜率。通常较高的社会经济地位可以获得更多的

健康资源和社会支持,而且更高的文化程度也可以促进老年人采取更健康和积极的生活方式,从而促进身体机能维持在较好的状态,延缓或避免发生衰弱。

本研究采用组基轨迹模型识别衰弱变化模式,相对于常规的多水平混合效应模型和潜在发展模式,组基轨迹模型更有助于认识和把握研究对象的发展轨迹^[11]。本研究存在局限性。虽然随访时期有 8 年,但是只有 3 个时间点,作为轨迹研究来说相对不足。此外,由于本研究使用的模型只能处理完全数据,那些因与衰弱密切相关的健康原因或死亡未能进入分析的人群可能对结果造成影响,造成对高衰弱轨迹组的低估。最后,高龄老人的比例相对较低也可能会影响对轨迹全貌的观察。

综上所述,本研究识别出了 3 种我国 ≥50 岁人群衰弱轨迹的进展模式,并揭示了常见的社会经济状态、行为生活方式与衰弱轨迹进展模式之间的关系,强调了干预措施应尽可能地以那些衰弱快进展迅速的脆弱人群为目标。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

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

参 考 文 献

- [1] Clegg A, Young J, Iliffe S, et al. Frailty in elderly people[J]. *Lancet*, 2013, 381(9868): 752-762. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)62167-9.
- [2] Cheng MH, Chang SF. Frailty as a risk factor for falls among community dwelling people: evidence from a meta-analysis[J]. *J Nurs Scholarsh*, 2017, 49(5): 529-536. DOI:10.1111/jnu.12322.
- [3] Kojima G. Frailty as a predictor of hospitalisation among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Epidemiol Community Health*, 2016, 70(7):722-729. DOI:10.1136/jech-2015-206978.
- [4] Kojima G, Iliffe S, Walters K. Frailty index as a predictor of mortality: a systematic review and meta-analysis[J]. *Age Ageing*, 2018, 47(2): 193-200. DOI: 10.1093/ageing/afx162.
- [5] 尹佳慧, 曾雁冰, 周肅, 等. 中国老年人衰弱状况及其影响因素分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2018, 39(9):1244-1248. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.019. Yin JH, Zeng YB, Zhou Z, et al. Study on the status of frailty and related determinants among the elderly in China[J]. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2018, 39(9):1244-1248. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.019.
- [6] Jung Y, Lyu J, Kim G. Multi-group frailty trajectories among older Koreans: Results from the Korean longitudinal study of aging[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2022, 98:104533. DOI:10.1016/j.archger.2021.104533.
- [7] 上海市疾病预防控制中心. 全球老龄化与成人健康中国研究报告(第一轮)[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2014. Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention. Study on global AGEing and adult health (SAGE) (wave 1) [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 2014.
- [8] Cesari M, Gambassi G, van Kan GA, et al. The frailty phenotype and the frailty index: different instruments for different purposes[J]. *Age Ageing*, 2014, 43(1):10-12. DOI: 10.1093/ageing/aft160.
- [9] Rockwood K, Mitnitski A. Frailty in relation to the accumulation of deficits[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2007, 62(7):722-727. DOI:10.1093/gerona/62.7.722.
- [10] Biritwum RB, Minicuci N, Yawson AE, et al. Prevalence of and factors associated with frailty and disability in older adults from China, Ghana, India, Mexico, Russia and South Africa[J]. *Maturitas*, 2016, 91:8-18. DOI:10.1016/j.maturitas.2016.05.012.
- [11] Nagin DS. Group-based modeling of development[M]. Cambridge:Harvard University Press, 2005.
- [12] Chamberlain AM, Finney Rutten LJ, Manemann SM, et al. Frailty trajectories in an elderly population-based cohort [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2016, 64(2):285-292. DOI:10.1111/jgs.13944.
- [13] Gardiner PA, Mishra GD, Dobson AJ. The effect of socioeconomic status across adulthood on trajectories of frailty in older women[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2016, 17(4):372.e1-372.e3. DOI:10.1016/j.jamda.2015.12.090.
- [14] Peek MK, Howrey BT, Ternent RS, et al. Social support, stressors, and frailty among older Mexican American adults[J]. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 2012, 67(6): 755-764. DOI:10.1093/geronb/gbs081.
- [15] Marshall A, Nazroo J, Tampubolon G, et al. Cohort differences in the levels and trajectories of frailty among older people in England[J]. *J Epidemiol Community Health*, 2015, 69(4): 316-321. DOI: 10.1136/jech-2014-204655.