

# 中国老年人衰弱状况及其影响因素分析

尹佳慧 曾雁冰 周翥 方亚

361102 厦门大学公共卫生学院及卫生技术评估福建省高校重点实验室

通信作者:周翥, Email:zhouzi@xmu.edu.cn

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.019

**【摘要】** 目的 分析中国老年人衰弱状况及其影响因素,为制定干预措施提供借鉴。方法 利用中国健康与养老追踪调查 2011—2015 年全国随访调查数据,以衰弱指数(FI)评价  $\geq 60$  岁老年人的衰弱状况。使用 logistic 回归分析进行影响老年人衰弱患病率的多因素分析。结果 中国老年人 2011、2013、2015 年的衰弱患病率分别为 18.7%、20.6% 和 28.4%。女性、高龄的老年人 FI 更高。髋关节骨折、跌倒、饮酒  $> 1$  次/月及不参加社会活动可能是衰弱的危险因素。结论 中国老年人衰弱患病率较高,且呈逐年上升的趋势。衰弱受不良事件和生活方式等多种因素的影响,及早采取综合干预策略,延缓衰弱进程。

**【关键词】** 衰弱指数; 影响因素; 老年人

**基金项目:** 国家自然科学基金(81573257); 国家自然科学基金青年项目(81602941, 71403229); 福建省自然科学基金(2016J01408)

**Study on the status of frailty and related determinants among the elderly in China** Yin Jiahui, Zeng Yanbing, Zhou Zi, Fang Ya

School of Public Health and the Key Laboratory of Health Technology Assessment of Fujian Province University, Xiamen University, Xiamen 361102, China

Corresponding author: Zhou Zi, Email: zhouzi@xmu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To investigate the frailty status and related determinants among the elderly in China. **Methods** Frailty index (FI) was applied to evaluate the frailty status of the elderly. Data used in this study was from the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) in 2011–2015. Binary logistic regression analysis was carried out to identify the determinants related to the status on frailty. **Results** The prevalence rates of frailty in the elderly were 18.7%, 20.6% and 28.4% in 2011, 2013 and 2015, respectively. Being female or elderly under advanced age, were both associated with the higher level of FI. Factors as hip fracture, falls, alcohol intake more than once a month, and less participation in social activities *etc.*, might serve as the risk factors for frailty. **Conclusion** Chinese elderly showed relatively high prevalence on frailty and with annual increasing trend. The status of frailty was related to factors as adverse events and unhealthy lifestyles. Comprehensive intervention strategies should be adopted in early life of the elderly to delay the development process of frailty.

**【Key words】** Frailty index; Influencing factors; Elderly

**Fund programs:** National Natural Science Foundation of China (81573257); National Natural Science Youth Foundation of China (81602941, 71403229); Natural Science Foundation of Fujian Province (2016J01408)

衰弱是指老年人生理储备能力降低到一定程度,健康和功能的完好性受损,对于压力源的易感性增加,易引发不良结局的一种状态<sup>[1]</sup>。随着老龄化速度的加快,衰弱作为度量老年人生理、功能和心理的综合指标,备受老年学术界关注。衰弱的患病率随着年龄的增长而不断升高,并且患衰弱的老年人发生跌倒、智力下降、谵妄、死亡的风险均高于无衰弱老年人<sup>[2]</sup>,且衰弱老年人的卫生保健和长期照护

需求也相应增加 1.54 倍<sup>[1]</sup>。衰弱是一种动态发展的过程,能发生改善或恶化,对衰弱老年人提供及时有效的干预,可以最大程度减少不良结局的发生<sup>[3]</sup>。衰弱评估正是致力于早期阶段识别可能的衰弱人群,但如何评估衰弱并没有一个金标准。目前国际上约有 67 种衰弱测量工具<sup>[4]</sup>,其中使用较广的是由 Mitnitski 等<sup>[5]</sup>创立的衰弱指数(frailty index, FI)模型<sup>[6]</sup>,也被称作累积健康缺陷指数(deficits

accumulation index),定义为研究对象的累积健康缺陷(症状、体征或功能障碍等)数量占测量指标总数的比例。FI通常由30~40个指标构成,由于其易理解,区分度好,预测精准度高,常被用于评估流行病学的大规模人群调查中老年人群整体的健康状况。尽管FI在国外研究中已经得到广泛应用,但是我国相关研究较少,且多为区域性和横截面研究<sup>[7-11]</sup>,仍缺乏全国性纵向研究。本研究将FI作为老年人衰弱情况的评估工具,利用纵向数据,研究我国老年人口的衰弱状况及其相关影响因素,对探索实现我国健康老龄化的途径具有重要意义。

### 对象与方法

1. 研究对象:本研究采用中国健康与养老追踪调查(China Health and Retirement Longitudinal Study, CHARLS)2011—2015年数据。该数据由北京大学国家发展研究院发布,调查覆盖28个省(直辖市)150个县(区)450个村(社区)约1万户家庭中1.7万 $\geq$ 45岁人群。调查采用多阶段抽样,在县级和村级行政单位抽样阶段采用PPS抽样,通过面对面访谈法收集数据,总体应答率为80.5%<sup>[12]</sup>。该调查根据2008年2省预调查结果,严格筛选、培训调查员,并采用电脑辅助个人调查系统、GPS定位比对、数据核查、录音核查以及电话核查等措施进行质量控制;同时通过跟踪调查离家的研究对象、随访时再次调查基线调查未回应的研究对象(提高基准回复率)、中途退出的对象家属填写退出和死因问卷等方法减少了调查的无应答偏倚和失访偏倚,一定程度上保证了数据的真实性和可靠性<sup>[12]</sup>。

本研究以2011年作为基线调查,2013、2015年分别为第一次和第二次跟踪随访调查,筛除 $<60$ 岁、死亡和失访人群,最终纳入5 834名 $\geq 60$ 岁老年人。

2. 研究方法:控制变量包括老年人的年龄、性别、文化程度、婚姻状况、民族、居住地等社会经济变量。自变量包括不良事件和生活方式:不良事件主要是指老年人近两年发生跌倒、髌关节骨折;生活方式主要有夜间睡眠时间(平均每天晚上真正睡着的时间,分为 $<6$ 、 $6\sim$ 和 $\geq 8$  h 3类<sup>[13]</sup>)、午休时间( $<30$  min和 $\geq 30$  min<sup>[14]</sup>)、吸烟、饮酒(不饮酒、 $\leq 1$ 次/月和 $> 1$ 次/月)和社会活动。其中社会活动通过询问是否参加串门、跟朋友交往、打麻将、下棋、打牌、跳舞、健身、社团组织活动等12类活动,根据参加活动的种类划分为0、1、 $\geq 2$ 种。

结局变量为衰弱,通过FI来衡量。FI指标选择

标准<sup>[6,15]</sup>:①变量缺失值 $<5\%$ ;②变量必须是与健康状况相关的缺陷,发生率 $>1\%$ ;③缺陷的流行率一般会随着年龄的增长而增加;④缺陷不能过早饱和( $<80\%$ );⑤构成衰弱指标的缺陷必须涵盖一定的系统范围。根据以上标准以及国内外相关研究<sup>[9-10,16-17]</sup>,构造包含39个项目的健康缺陷的FI量表:①疾病:包括13种慢性疾病、4种残疾和自报健康差3类;②失能:包括6个躯体生活自理量表(Basic Activities of Daily Living, BADL)项目、5个工具性日常生活活动力量表(Instrument Activities of Daily Living, IADL)项目、3个移动能力和5个肌肉能力项目;③抑郁:使用CESD-10量表定义,量表得分范围0~30,得分 $>10$ ,健康缺陷取值为1;④认知下降:通过认知功能电话评定问卷修订版TICS-m定义,采用反向计分,每答错1题记1分,量表得分范围0~21,得分越高认知功能越低,健康缺陷得分取实际得分/21的值<sup>[12]</sup>。以上项目除认知外,其余每累积1种健康缺陷,健康缺陷得分加1。 $FI = \text{健康缺陷得分}/39(\text{测量指标总数})$ <sup>[6]</sup>,取值范围为0~1,取值越大代表健康缺陷累积越多, $FI \geq 0.25$ 提示该老年人衰弱<sup>[18-20]</sup>。

3. 统计学分析:使用Stata 14.0软件进行数据整理和统计分析,NORM进行多重填补。将2015年老年人是否存在衰弱(1=衰弱,0=非衰弱)为结局变量,以基线各变量为解释变量,采用logistic回归进行影响衰弱患病率的多因素分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

### 结 果

1. 基本情况:本研究共纳入5 834名研究对象,年龄( $67.62 \pm 6.47$ )岁,其中低龄老年人占66.1%,女性占50.5%。81.2%居住于农村,西、中、东部地区的居住比例为33.7%、29.3%和37.0%,独居比例为46.6%(表1)。

2. FI及健康缺陷分布:2015年FI呈现偏峰分布,高峰部分都集中在0~0.2之间。但是相对来说,男性和低龄老年人的FI更集中,峰更加陡峭,位于0.2~0.6之间;女性比男性、高龄比中龄和低龄分布比例更高。总体来看,女性和高龄老年人的FI更高。由于FI并非正态分布,故以FI为0.25作为界值将研究对象划分为衰弱和非衰弱2类<sup>[18-20]</sup>。中国老年人2011、2013、2015年的衰弱患病率分别为18.7%、20.6%和28.4%。移动能力下降(跑步、爬楼)、关节炎或风湿病、高血压是老年人中发生较多

表1 研究对象基本特征

特征	人数	构成比 (%)	特征	人数	构成比 (%)
年龄组(岁)			工作状态		
低龄(60~)	3 856	66.1	否	2 575	44.1
中龄(70~)	1 594	27.3	是	3 259	55.9
高龄(80~)	384	6.6	跌倒		
性别			否	4 726	81.0
女	2 948	50.5	是	1 108	19.0
男	2 886	49.5	髌骨骨折		
民族			否	5 724	98.1
其他	412	7.1	是	110	1.9
汉	5 422	92.9	夜间睡眠时间(h)		
文化程度			<6	1 898	32.5
文盲	2 183	37.4	6~	3 102	53.2
小学及以下	2 614	44.8	≥8	834	14.3
初中及以上	1 037	17.8	午休时间(min)		
婚姻状况			<30	3 014	51.7
在婚	1 174	20.1	≥30	2 820	48.3
非在婚	4 660	79.9	吸烟		
居住地			否	3 470	59.5
农村	4 738	81.2	是	2 364	40.5
城市	1 096	18.8	饮酒(次/月)		
地域			0	1 418	24.3
西部	1 967	33.7	≤1	372	6.4
中部	1 707	29.3	>1	4 044	69.3
东部	2 160	37.0	社会活动种类 <sup>a</sup>		
居住状态			0	3 104	53.2
独居	2 721	46.6	1	1 934	33.2
和子女居住	2 448	42.0	≥2	796	13.6
和其他人居住	665	11.4			

注:<sup>a</sup>包括串门、跟朋友交往、打麻将、下棋、打牌、跳舞、健身、社区组织活动等12类活动

表2 衰弱指数及健康缺陷分布(n=5 834)

FI条目	2011年		2013年		2015年	
	人数	构成比 (%)	人数	构成比 (%)	人数	构成比 (%)
疾病						
慢性病						
高血压	1 742	29.9	2 090	35.8	2 337	40.1
血脂异常	577	9.9	753	12.9	931	16.0
糖尿病或血糖升高	637	10.9	379	6.5	379	6.5
慢性肺部疾患	780	13.4	883	15.1	1 004	17.2
肝脏疾病	230	3.9	290	5.0	332	5.7
心脏病	862	14.8	1 045	17.9	1 227	21.0
中风	174	3.0	235	4.0	280	4.8
肾脏疾病	378	6.5	468	8.0	564	9.7
胃部或消化系统疾病	1 583	27.1	1 330	22.8	1 330	22.8
情感及精神方面的问题	90	1.5	106	1.8	132	2.3
与记忆相关的疾病	128	2.2	184	3.2	250	4.3
关节炎或风湿病	2 202	37.7	2 348	40.2	2 431	41.7
哮喘	294	5.0	330	5.7	383	6.6
残疾						
躯体残疾	269	4.6	451	7.7	675	11.6
大脑受损	174	3.0	370	6.3	584	10.0
视觉障碍	485	8.3	819	14.0	1 207	20.7
听觉障碍	835	14.3	1 325	22.7	1 820	31.2
自报健康差	2 012	34.5	1 836	31.5	1 733	29.7
失能						
BADL						
穿衣服	388	6.7	428	7.3	623	10.7
吃饭	514	8.8	549	9.4	828	14.2
洗澡	232	4.0	188	3.2	296	5.1
起床、下床	430	7.4	459	7.9	723	12.4
上厕所	941	16.1	1 004	17.2	1 287	22.1
控制大小便	337	5.8	345	5.9	467	8.0
IADL						
做家务	727	12.5	890	15.3	1 289	22.1
做饭	707	12.1	800	13.7	1 028	17.6
去商店买食品杂货	716	12.3	722	12.4	932	16.0
管理财物	952	16.3	795	13.6	946	16.2
吃药	497	8.5	380	6.5	472	8.1
移动能力						
跑或慢跑1 km	3 649	62.5	3 688	63.2	3 923	67.2
走1 km	1 212	20.8	1 438	24.6	1 803	30.9
连续不停爬几层楼	2 830	48.5	2 868	49.2	3 101	53.2
肌肉能力						
椅子上久坐再站立	1 943	33.3	2 014	34.5	2 244	38.5
弯腰、屈膝或者下蹲	751	12.9	860	14.7	883	15.1
手臂沿着肩向上伸展	118	2.0	130	2.2	121	2.1
提5 kg重物	941	16.1	1 156	19.8	1 427	24.5
从桌上拿起一小枚硬币	306	5.2	343	5.9	478	8.2
抑郁	1 980	33.9	1 476	25.3	1 735	29.7
认知障碍得分 <sup>a</sup>	0.44±0.19		0.46±0.19		0.48±0.18	

注:BADL:躯体生活自理量表; IADL:工具性日常生活活动量表; <sup>a</sup>认知障碍得分为连续性变量,采用 $\bar{x} \pm s$ 进行描述

的健康缺陷(表2)。

3. 多因素分析:logistic 回归结果表明,男性、汉族、居住在城市、工作、夜间睡眠时间 $\geq 6$  h、参与社会活动的老年人患衰弱可能性更小( $P < 0.01$ );过去两年曾跌倒、有髌关节骨折经历、午休时间 $\geq 30$  min、饮酒 $> 1$ 次/月的老年人患衰弱的可能性较高( $P < 0.01$ )(表3)。

### 讨 论

以往研究证实FI作为一种生物年龄的近似测量<sup>[21]</sup>,在反映健康变化、医疗保健需求及进行干预等方面具有重要应用价值,有较好的稳定性和重复性<sup>[22]</sup>。本研究将FI作为衰弱的评估工具,发现2011、2013、2015年中国老年人的衰弱患病率分别为18.7%、20.6%和28.4%,呈逐年上升的趋势。2015年的衰弱患病率高于国外同样使用FI作为测量工具的研究的合并患病率(24%)<sup>[23]</sup>。高龄、女性、少数民族、文盲、城市、西部、仍在工作的老年人衰弱患病可能性

更高,与大部分研究结果一致<sup>[7,24-25]</sup>。针对老年人中具有这些社会经济特征的衰弱高危人群,我们需要进行重点筛查和干预。

表3 衰弱影响因素的logistic分析

影响因素	OR值	95%CI	P值	影响因素	OR值	95% CI	P值
年龄组(岁)				工作状态			
低龄(60~)	1.000			否	1.000		
中龄(70~)	1.327	1.149 ~ 1.534	<0.01	是	0.441	0.383 ~ 0.507	<0.01
高龄(80~)	1.894	1.482 ~ 2.421	<0.01	跌倒			
性别				否	1.000		
女	1.000			是	1.814	1.567 ~ 2.100	<0.01
男	0.771	0.650 ~ 0.914	<0.01	髌骨骨折			
汉族				否	1.000		
否	1.000			是	2.040	1.359 ~ 3.065	<0.01
是	0.687	0.544 ~ 0.867	<0.01	夜间睡眠时间(h)			
文化程度				<6	1.000		
文盲	1.000			6~	0.601	0.525 ~ 0.687	<0.01
小学及以下	0.882	0.764 ~ 1.017	0.085	≥8	0.686	0.567 ~ 0.831	<0.01
初中及以上	0.564	0.453 ~ 0.702	<0.01	午休时间(min)			
婚姻状况				<30	1.000		
未婚	1.000			≥30	1.209	1.065 ~ 1.372	<0.01
已婚	1.046	0.895 ~ 1.222	0.571	吸烟			
居住地				否	1.000		
农村	1.000			是	1.133	0.964 ~ 1.330	0.129
城市	0.636	0.530 ~ 0.764	<0.01	饮酒(次/月)			
地域				0	1.000		
西部	1.000			≤1	0.986	0.732 ~ 1.329	0.926
中部	0.915	0.784 ~ 1.067	0.257	>1	1.345	1.138 ~ 1.589	<0.01
东部	0.586	0.502 ~ 0.683	<0.01	社会活动种类*			
居住状态				0	1.000		
独居	1.000			1	0.797	0.696 ~ 0.912	<0.01
和子女居住	0.938	0.821 ~ 1.071	0.344	≥2	0.670	0.547 ~ 0.821	<0.01
和其他人居住	0.931	0.758 ~ 1.143	0.494				

注:\*包括串门、跟朋友交往、打麻将、下棋、打牌、跳舞、健身、社团组织活动等12类活动

本研究发现近两年跌倒、髌关节骨折、饮酒和不参加社会活动的老年人更易发生衰弱。跌倒在老年人群中危害较大,而髌关节骨折也是老年人的常见创伤之一,均具有高致残率和高病死率的特点<sup>[26]</sup>。衰弱、跌倒、髌关节骨折的发生都与骨量下降、肌肉质量下降和肌少症相关<sup>[1,27]</sup>,骨密度减少、肌肉质量降低以及慢性炎症是衰弱发生的重要病理生理学机制<sup>[28]</sup>,因而衰弱的老年人也更容易发生跌倒和骨折,形成恶性循环。本研究还发现饮酒>1次/月的老年人衰弱患病率更高,可能与乙醇是一种性腺毒素有关,过量或长期饮酒会导致骨量丢失、骨生成减少、骨质疏松,从而增加衰弱的发生<sup>[29]</sup>。提高身体活动水平的干预对改善衰弱的正向作用已经得到广泛认可<sup>[30]</sup>,经常参加多种类的社会活动的老年人身体活动水平也较高,有利于改善骨密度和肌肉质量减少的情况,从而预防衰弱。

一般观点认为午休时间对夜间睡眠时间存在负面影响,但是缺乏充分证据支持。相反,大量研究表明午休对随后的夜间睡眠质量或持续时间几乎没有影响<sup>[31]</sup>,故本研究的自变量中同时纳入了老年人的午休时间和夜间睡眠时间。睡眠障碍是老年人常见的健康问题,失眠、入睡困难、早醒等引起的夜间睡

眠时间较短是主要表现之一。本研究中,夜间睡眠不足者衰弱的患病可能性更大。有研究推测<sup>[32]</sup>,睡眠障碍能够导致体内分解代谢激素和合成代谢激素之间的不平衡,导致炎症反应增强和能量消耗减少,一定程度解释了老年人衰弱与睡眠状况的双向相关。Dhand和Sohal<sup>[14]</sup>证实午休时间>30 min会增加老年人的长期不良健康结局,本研究也发现老年人的午休时间≥30 min在一定程度上与衰弱相关,但二者的关系及确切的发病机制需要未来研究的进一步探讨。

本研究存在局限性。首先,睡眠与衰弱的关系缺乏明确的发病机制的支持,仍需要使用更全面的指标去评价老年人的睡眠状况,并探索其与衰弱的发生机制。此外,本研究使用2011年基线变量作为研究变量,未考虑这些变量在研究期间可能产生的变化(例如生活方式的改变),可能会产生时变混杂偏倚<sup>[33]</sup>。今后的研究应着手于改善纵向研究中失访情况,提高数据质量;同时应用更好的统计方法控制克服时变混杂因素带来的问题(如G-formula<sup>[34]</sup>),以期更准确的进行因果推断。

综上所述,中国老年人衰弱患病率较高,且呈不断上升趋势。不良事件以及不健康的生活方式可能

会增加衰弱的患病率,需采取综合性干预措施,及早在女性、高龄老年人等衰弱高危人群中开展筛查。为老年人提供安全的居家环境和活动场所,宣传健康生活方式知识(增加锻炼、减少饮酒及合理安排睡眠时间等),从而降低老年人衰弱患病率、维持其功能的完好性。同时为衰弱老年人提供及时、适宜的照护,以延缓衰弱进程、提高老年人的生活质量。

利益冲突 无

### 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] Fhon JRS, Rodrigues RAP, Neira WF, et al. Fall and its association with the frailty syndrome in the elderly: systematic review with meta-analysis [J]. *Rev Esc Enferm USP*, 2016, 50 (6) : 1005-1013. DOI: 10.1590/S0080-623420160000700018.
- [3] Rockwood K, Fox RA, Stolce P, et al. Frailty in elderly people: an evolving concept [J]. *CMAJ*, 1994, 150(4) : 489-495.
- [4] Buta BJ, Walston JD, Godino JG, et al. Frailty assessment instruments: systematic characterization of the uses and contexts of highly-cited instruments [J]. *Ageing Res Rev*, 2016, 26: 53-61. DOI: 10.1016/j.arr.2015.12.003.
- [5] Mitnitski AB, Mogilner AJ, Rockwood K. Accumulation of deficits as a proxy measure of aging [J]. *Sci World J*, 2001, 1: 323-336. DOI: 10.1100/tsw.2001.58.
- [6] Rockwood K. What would make a definition of frailty successful? [J]. *Age Ageing*, 2005, 34 (5) : 432-434. DOI: 10.1093/ageing/afi146.
- [7] 奚恒,石婧,孟丽,等.衰弱指数模型在老年人综合评估中的初步应用[J]. *中华流行病学杂志*, 2016, 37(5) : 718-721. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.05.027.
- [8] Xi H, Shi J, Meng L, et al. Application of frailty index for comprehensive geriatric assessment in the elderly in China [J]. *Chin J Epidemiol*, 2016, 37 (5) : 718-721. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.05.027.
- [9] Dupre ME, Gu D, Warner DF, et al. Frailty and type of death among older adults in China: prospective cohort study [J]. *BMJ*, 2009, 338:b1175. DOI: 10.1136/bmj.b1175.
- [10] Gu DN, Dupre ME, Sautter J, et al. Frailty and mortality among Chinese at advanced ages [J]. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 2009, 64(2) : 279-289. DOI: 10.1093/geronb/gbn009.
- [11] Gu DN, Feng QS. Frailty still matters to health and survival in centenarians: the case of China [J]. *BMC Geriatr*, 2015, 15: 159. DOI: 10.1186/s12877-015-0159-0.
- [12] Shi J, Song XW, Yu PL, et al. Analysis of frailty and survival from late middle age in the Beijing Longitudinal Study of Aging [J]. *BMC Geriatr*, 2011, 11: 17. DOI: 10.1186/1471-2318-11-17.
- [13] Zhao Y, Hu Y, Smith JP, 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.
- [14] Li YJ, Wu YL, Zhai L, et al. Longitudinal association of sleep duration with depressive symptoms among middle-aged and Older Chinese [J]. *Sci Rep*, 2017, 7: 11794. DOI: 10.1038/s41598-017-12182-0.
- [15] Dhand R, Sohal H. Good sleep, bad sleep! The role of daytime naps in healthy adults [J]. *Curr Opin Pulm Med*, 2006, 12 (6) : 379-382. DOI: 10.1097/01.mcp.0000245703.92311.d0.
- [16] de Vries NM, Staal JB, van Ravensberg CD, et al. Outcome instruments to measure frailty: a systematic review [J]. *Ageing Res Rev*, 2011, 10(1) : 104-114. DOI: 10.1016/j.arr.2010.09.001.
- [17] Cigolle CT, Ofstedal MB, Tian ZY, et al. Comparing models of frailty: the health and retirement study [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2009, 57(5) : 830-839. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2009.02225.x.
- [18] 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.
- [19] Rockwood K, Andrew M, Mitnitski A. A comparison of two approaches to measuring frailty in elderly people [J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2007, 62 (7) : 738-743. DOI: 10.1093/gerona/62.7.738.
- [20] Kojima G, Kendrick D, Skelton D, et al. Frailty predicts short-term incidence of future falls among British community-dwelling older people: a prospective cohort study nested within a randomised controlled trial [J]. *BMC Geriatr*, 2015, 15: 155. DOI: 10.1186/s12877-015-0152-7.
- [21] 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.
- [22] Goggins WB, Woo J, Sham A, et al. Frailty index as a measure of biological age in a Chinese population [J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2005, 60 (8) : 1046-1051. DOI: 10.1093/gerona/60.8.1046.
- [23] 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.
- [24] Shamliyan T, Talley KMC, Ramakrishnan R, et al. Association of frailty with survival: a systematic literature review [J]. *Ageing Res Rev*, 2013, 12(2) : 719-736. DOI: 10.1016/j.arr.2012.03.001.
- [25] 顾大男,曾毅,柳玉芝,等.中国老年人虚弱指数及其与痛苦死亡的关系研究 [J]. *人口研究*, 2007, 31 (5) : 35-41. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6087.2007.05.005.
- [26] Gu DN, Zeng Y, Liu YZ, et al. Frailty index and its relationship with suffering death for the Chinese elderly [J]. *Popul Res*, 2007, 31 (5) : 35-41. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6087.2007.05.005.
- [27] Wu CK, Smit E, Xue QL, et al. Prevalence and correlates of frailty among community-dwelling Chinese older adults: the China health and retirement longitudinal study [J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2017, 73 (1) : 102-108. DOI: 10.1093/gerona/glx098.
- [28] 黄晓,莫冰峰,尹东,等.老年髌骨骨折后死亡的相关影响因素分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21 (8) : 757-761. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2013.08.04.
- [29] Huang X, Mo BF, Yin D, et al. Factors associated with the mortality in elderly patients with hip fracture [J]. *Orthop J China*, 2013, 21(8) : 757-761. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2013.08.04.
- [30] Rolland Y, van Kan GA, Bénétos A, et al. Frailty, osteoporosis and hip fracture: Causes, consequences and therapeutic perspectives [J]. *J Nutr Health Aging*, 2008, 12 (5) : a319-330. DOI: 10.1007/BF02982665.
- [31] 刘长虎,胡松,毛拥军,等.老年人衰弱的研究进展 [J]. *中国全科医学*, 2017, 20(16) : 2025-2033. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2017.16.024.
- [32] Liu CH, Hu S, Mao YJ, et al. Research progress of frailty [J]. *Chin Gen Pract*, 2017, 20 (16) : 2025-2033. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2017.16.024.
- [33] Kojima G, Iliffe S, Taniguchi Y, et al. Prevalence of frailty in Japan: a systematic review and Meta-analysis [J]. *J Epidemiol*, 2017, 27(8) : 347-353. DOI: 10.1016/j.je.2016.09.008.
- [34] 苏琳,董碧蓉.衰弱的干预性研究 [J]. *中华老年医学杂志*, 2017, 36(2) : 229-232. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2017.02.026.
- [35] Su L, Dong BR. Intervention researches on frailty [J]. *Chin J Geriatrics*, 2017, 36 (2) : 229-232. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2017.02.026.
- [36] Campbell SS, Murphy PJ, Stauble TN. Effects of a nap on nighttime sleep and waking function in older subjects [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2005, 53(1) : 48-53. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2005.53009.x.
- [37] Piovezan R, Poyares D, Tufik S. Frailty and sleep disturbances in the elderly: possible connections and clinical implications [J]. *Sleep Sci*, 2013, 6(4) : 175-179.
- [38] Zheng Z, Guan SC, Ding H, et al. Prevalence and incidence of frailty in community-dwelling older people: Beijing longitudinal study of Aging II [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2016, 64 (6) : 1281-1286. DOI: 10.1111/jgs.14135.
- [39] Robins JM. Addendum to "a new approach to causal inference in mortality studies with a sustained exposure period - application to control of the healthy worker survivor effect" [J]. *Comput Math Appl*, 1987, 14(9-12) : 923-945. DOI: 10.1016/0898-1221(87)90238-0.

(收稿日期:2017-12-26)

(本文编辑:李银鸽)