

北京市社区老年人跌倒发生与衰弱的相关性研究

周白瑜 于冬妮 陶永康 石婧 于普林

100730 北京医院 国家老年医学中心老年医学研究所(周白瑜、石婧、于普林), 内分泌科(于冬妮); 100029 北京中日友好医院急诊科(陶永康)

通信作者: 于普林, Email: pulin_yu@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.03.011

【摘要】 目的 了解北京市社区老年人的衰弱状况, 并分析跌倒发生及发生次数与衰弱状况的相关性。方法 2015年11月至2016年1月采用分层整群抽样的方法对北京市东城区(原崇文区)龙潭街道办事处所辖社区 ≥ 60 岁老年人, 以面对面询问方式入户调查, 应用衰弱指数(FI)评价老年人的衰弱状况, 采用多因素 logistic 分析老年人跌倒与衰弱的相关性。结果 共调查 1 557 名老年人, 跌倒发生率为 17.8% (277/1 557), 其中女性跌倒发生率 (21.0%, 192/277) 高于男性 (13.3%, 85/277) ($\chi^2=15.288, P=0.000$)。老年人 FI 值中位数 (四分位间距) 为 0.09 (0.08), 其中女性 [0.10 (0.08)] 明显高于男性 [0.08 (0.07)], $Z=5.376, P=0.000$ 。277 名跌倒者 FI 值中位数 (四分位间距) 为 0.12 (0.11), 明显高于 1 280 名非跌倒老年人 [0.08 (0.07)], $Z=7.501, P=0.000$ 。多因素 logistic 回归分析显示, 老年人 FI 值越大, 跌倒发生及其次数增加的风险越大 (分别 $OR=1.093, 2.234$); 相比于年龄、性别等其他因素, FI 值对跌倒发生及跌倒次数增加的风险影响最大。结论 北京市社区老年人跌倒的发生与衰弱状况密切相关, 在预防跌倒时更应关注衰弱程度高的老年人。

【关键词】 跌倒; 老年人; 衰弱

基金项目: 中央保健科研课题 (W2013BJ02)

Relationship between fall and frailty index in elderly adults of urban community in Beijing

Zhou Baiyu, Yu Dongni, Tao Yongkang, Shi Jing, Yu Pulin

Institute of Geriatrics (Zhou BY, Shi J, Yu PL), Department of Endocrinology (Yu DN), Beijing Hospital, National Center of Gerontology, Beijing 100730, China; Department of Emergency Medicine, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China (Tao YK)

Corresponding author: Yu Pulin, Email: pulin_yu@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the frailty status and understand the relationship between the incidence of fall and frailty status in the elderly in Beijing. **Methods** A cross-sectional study was conducted in old people aged ≥ 60 years in Longtan community of Dongcheng district in Beijing from November 2015 to January 2016. The information about any fall during the past year and frailty status of the elderly were collected with a standardized structured questionnaire in face-to-face interviews. The frailty status of elderly people was assessed with frailty index (FI) method. Logistic regression analysis was used to explore the relationship between fall and frailty status among the elderly. **Results** Among 1 557 old people surveyed, the incidence of fall was 17.8% (277/1 557) during the past year. The incidence of fall in women (21.0%, 192/277) was statistically higher than that in men (13.3%, 85/277) ($\chi^2=15.288, P=0.000$). The median (quartile) value of FI of the elderly surveyed was 0.09 (0.08); and women had a higher FI median value than men [0.10 (0.08) versus 0.08 (0.07)] ($Z=5.376, P=0.000$). The median FI value (quartile range) of 277 old people with history of fall in previous year was 0.12 (0.11), which was higher than the median FI value of 0.08 (0.07) of 1 280 old people without fall history ($Z=7.501, P=0.000$). Logistic regression analysis showed that higher FI value was associated with more risks for fall; and FI value showed the greatest impact on the incidence and frequency of fall ($OR=1.093, 2.234$) compared with other related factors of fall, such as age and gender. **Conclusion** Frailty status has a greater impact on both incidence and frequency of fall compared with other factors in elderly people in Beijing; more attention should be paid to weak and old adults in the prevention of fall.

【Key words】 Fall; Elderly; Frailty

Fund program: Research Fund for Health Care of Seniors (W2013BJ02)

老年人跌倒是造成老年人伤残、失能和死亡的重要原因之一,已成为我国老年医学公共卫生领域的重要问题。而老年人衰弱的研究已成为健康和老龄化研究领域的热点,其中衰弱指数(FI)作为目前全球广泛应用的衰弱评估方法,在西方多个国家应用以评价老年人的衰弱情况,并已证实以FI为基础评价的老年人衰弱状况与其跌倒、痴呆、骨折和心血管及代谢疾病的发生率密切相关^[1-2]。但目前国内还鲜见应用FI对老年人健康状况进行定量分析及评价其与不良健康预后如跌倒关联性的研究。为此本研究对北京市社区老年人跌倒及其衰弱状况进行调查,并对跌倒的发生与衰弱的相关性进行分析,为预防老年人跌倒及降低衰老对不良健康预后的影响提供依据。

对象与方法

1. 调查对象:2015年11月至2016年1月采用分层整群抽样方法,选取北京市东城区龙潭街道办事处管辖社区,先按照居民住房的类型(平房、有无电梯单元楼房)进行分层,从所辖的11个居委会根据居民的住房类型随机抽取4个居委会,再按住宅楼为单位进行整群抽样。纳入标准为调查时 ≥ 60 岁老年人并居住在调查地 > 1 年者;排除标准为户籍虽在调查地,但调查期间不在调查地居住以及长期不在户籍所在地居住的老年人。应调查1 660人,实查1 596人,拒访27人,失访(调查期间入户两次均未找到调查对象者)37人,应答率为96.1%。共获得有效问卷1 557份,总有效率为97.6%。男性641人(41.2%)、女性916人(58.8%),年龄(74.50 \pm 8.53)岁。

2. 调查方法:采用老年人跌倒问卷调查表,包括可能与跌倒相关的人口学因素、居家安全、社会支持和经济情况、卫生服务因素、健康状况、平衡功能、日常生活活动能力、工具性日常生活活动能力、智力情况9类相关因素,以及跌倒情况调查^[3-5]。

3. 指标评价:

(1)跌倒定义为突发的、不自主、非故意的体位改变,倒在地面或比初始位置更低的平面上^[6];多次跌倒指老年人在调查时间点之前1年内跌倒 ≥ 2 次。

(2)在老年人跌倒问卷调查表所含条目基础上按5项条件确定构建FI健康缺陷初始条目^[7]:①与年龄相关的项目,如随年龄增长发生健康问题/患病率增加;②应是后天获得的与健康相关的项目;③与健康不良后果密切相关的项目;④健康缺陷项目人群的比例不会接近100%,即不会过早达到饱和的项

目;⑤构建FI健康缺陷的变量应是老年人躯体功能、认知功能、日常活动功能、心理及社会参与等多维度健康相关变量。经老年医学专家和流行病学与卫生统计学专家对初始条目变量进行讨论,最终确定39项构建FI的条目变量,包括行走平衡功能、疾病用药情况、精神和认知状况、心理智力状况、视力听力情况、日常生活活动能力、工具性日常生活活动能力等并予以赋值(完全无健康问题=0,存在健康缺陷=1,且健康缺陷越严重赋值越大^[7])。

(3)FI计算,即FI值=存在健康缺陷变量的数目评分/视为健康缺陷项目的总数目,依据39项构建FI的条目变量及其赋值,将每名老年人各条目的调查结果根据赋值计算总评分,则每名老年人的FI值=FI各健康缺陷条目总评分/39;FI值的范围为0~1,且数值越大表明个体存在的健康缺陷越多,即越衰弱。

4. 统计学分析:采用EpiData 3.0软件进行数据双录入,数据分析采用SPSS 17.0软件。计量资料符合正态分布以不符合正态分布的计量资料(如FI值)以 M (四分位间距, Q_R)表示,采用秩和检验;计数资料以频数、百分数表示,组间比较采用 χ^2 检验。分别采用二分类logistic回归、有序多分类logistic回归分析跌倒发生、跌倒发生次数与老年人FI值的相关性,采用逐步回归的方法筛选出有统计学意义的变量。在多因素分析中,参照Kulminski等^[8]的研究,将FI值进行1%单位的转换,即将每名老年人的FI值乘以100后四舍五入取整数,所得结果表示FI值每增加1%所带来的风险;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 老年人跌倒和衰弱情况:1 557名老年人有277例在过去1年内发生跌倒,发生率为17.8%;发生多次跌倒65例,发生率为4.2%;其中女性跌倒发生率为21.0%(192/277),男性为13.3%(85/277),女性跌倒发生率高于男性($\chi^2 = 15.288, P = 0.000$)。采用Shapiro-Wilk检验显示FI值为非正态分布($P = 0.000$),最小值为0.00,最大值为0.57,其 $M(Q_R)$ 为0.09(0.08);其中男性为0.08(0.07),女性为0.10(0.08),女性FI值明显高于男性($Z = 5.376, P = 0.000$);60~、65~、70~、75~、80~、85~102岁组分别为0.06(0.05)、0.07(0.05)、0.08(0.06)、0.10(0.07)、0.12(0.10)、0.18(0.15),随年龄增加FI值增大($H = 329.698, P = 0.000$)。

2. 老年人跌倒发生与FI值及其他因素相关性的单因素分析:将可能与跌倒相关的9类因素中共88个变量(已排除构建FI的39个变量)在跌倒与未跌倒老年人中的分布进行单因素分析,最终与跌倒相关性的差异有统计学意义的变量见表1。277例跌倒者FI值的 $M(Q_R)$ 为0.12(0.11),明显高于1 280例

非跌倒者0.08(0.07), $Z=7.501, P=0.000$;其中85例男性跌倒者FI值的 $M(Q_R)$ 为0.10(0.12),明显高于556例非跌倒男性0.08(0.07), $Z=4.435, P=0.000$;192例女性跌倒者FI值的 $M(Q_R)$ 为0.12(0.10),明显高于724例非跌倒女性0.09(0.08), $Z=5.512, P=0.000$ 。

表1 与老年人跌倒相关变量单因素分析中有统计学意义的变量

| 变量 | 未跌倒 | | 跌倒 | | χ^2 值 | P值 | 变量 | 未跌倒 | | 跌倒 | | χ^2 值 | P值 |
|----------|-------|--------|-----|--------|------------|-------|------------|-------|--------|-----|------|------------|-------|
| | 人数 | 构成比(%) | 人数 | 构成比(%) | | | | 人数 | 构成比(%) | | | | |
| 性别 | | | | | 15.288 | 0.000 | 2 000 ~ | 569 | 80.0 | 142 | 20.0 | | |
| 男 | 556 | 86.7 | 85 | 13.3 | | | 5 000 ~ | 580 | 85.2 | 101 | 14.8 | | |
| 女 | 724 | 79.0 | 192 | 21.0 | | | 10 000 ~ | 58 | 85.3 | 10 | 14.7 | | |
| 年龄组(岁) | | | | | 15.368 | 0.009 | >20 000 | 1 | 100.0 | 0 | 0.0 | | |
| 60 ~ | 235 | 88.0 | 32 | 12.0 | | | 跌倒可预防 | | | | | 10.598 | 0.001 |
| 65 ~ | 209 | 85.0 | 37 | 15.0 | | | 否 | 61 | 69.3 | 27 | 30.7 | | |
| 70 ~ | 181 | 83.4 | 36 | 16.6 | | | 是 | 1 219 | 83.0 | 250 | 17.0 | | |
| 75 ~ | 257 | 79.3 | 67 | 20.7 | | | 过去1年住院 | | | | | 18.168 | 0.000 |
| 80 ~ | 263 | 81.2 | 61 | 18.8 | | | 否 | 1 069 | 84.2 | 201 | 15.8 | | |
| 85 ~ 102 | 135 | 75.4 | 44 | 24.6 | | | 是 | 211 | 73.5 | 76 | 26.5 | | |
| 高龄分组(岁) | | | | | 4.832 | 0.028 | 近3年住院 | | | | | 11.990 | 0.001 |
| <80 | 882 | 83.7 | 172 | 16.3 | | | 否 | 941 | 84.3 | 175 | 15.7 | | |
| 80 ~ 102 | 398 | 79.1 | 105 | 20.9 | | | 是 | 339 | 76.9 | 102 | 23.1 | | |
| 文化程度 | | | | | 12.574 | 0.014 | 胃/十二指肠溃疡病史 | | | | | 10.758 | 0.001 |
| 小学及以下 | 427 | 77.8 | 122 | 22.2 | | | 无 | 1 260 | 82.7 | 264 | 17.3 | | |
| 初中 | 369 | 85.6 | 62 | 14.4 | | | 有 | 20 | 60.6 | 13 | 39.4 | | |
| 高中/中专 | 259 | 84.4 | 48 | 15.6 | | | 肝炎/肝硬化 | | | | | 11.677 | 0.001 |
| 大专/大学本科 | 222 | 83.1 | 45 | 16.9 | | | 无 | 1 268 | 82.6 | 267 | 17.4 | | |
| 硕士及以上 | 3 | 100.0 | 0 | 0.0 | | | 有 | 12 | 54.5 | 10 | 45.5 | | |
| 婚姻状况 | | | | | 16.924 | 0.002 | 肾炎病史 | | | | | 6.001 | 0.014 |
| 已婚/再婚 | 927 | 84.4 | 171 | 15.6 | | | 无 | 1 267 | 82.5 | 269 | 17.5 | | |
| 未婚/离婚/丧偶 | 353 | 76.9 | 106 | 23.1 | | | 有 | 13 | 61.9 | 8 | 38.1 | | |
| 日常用品摆放位置 | | | | | 4.106 | 0.043 | 小脑病史 | | | | | 12.260 | 0.000 |
| 取放困难 | 25 | 69.4 | 11 | 30.6 | | | 无 | 1 276 | 82.5 | 271 | 17.5 | | |
| 易于取放 | 1 255 | 82.5 | 266 | 17.5 | | | 有 | 4 | 40.0 | 6 | 60.0 | | |
| 楼梯台阶高度 | | | | | 18.171 | 0.000 | 白内障病史 | | | | | 17.595 | 0.000 |
| 不合适 | 56 | 65.1 | 30 | 34.9 | | | 无 | 1 082 | 84.1 | 205 | 15.9 | | |
| 合适 | 1 072 | 83.3 | 215 | 16.7 | | | 有 | 198 | 73.3 | 72 | 26.7 | | |
| 楼梯台阶坡度 | | | | | 8.317 | 0.004 | 骨质疏松病史 | | | | | 6.706 | 0.010 |
| 不合适 | 47 | 69.1 | 21 | 30.9 | | | 无 | 1 219 | 82.8 | 253 | 17.2 | | |
| 合适 | 1 082 | 82.8 | 224 | 17.2 | | | 有 | 61 | 71.8 | 24 | 28.2 | | |
| 楼梯台阶宽度 | | | | | 9.640 | 0.002 | 骨关节炎病史 | | | | | 19.077 | 0.000 |
| 不合适 | 24 | 63.2 | 14 | 36.8 | | | 无 | 1 183 | 83.5 | 233 | 16.5 | | |
| 合适 | 1 105 | 82.7 | 231 | 17.3 | | | 有 | 97 | 68.8 | 44 | 31.2 | | |
| 楼梯扶手 | | | | | 10.763 | 0.005 | 脑血管病用药 | | | | | 5.485 | 0.019 |
| 无 | 170 | 74.6 | 58 | 25.4 | | | 否 | 775 | 81.6 | 175 | 18.4 | | |
| 有 | 1 012 | 83.4 | 201 | 16.6 | | | 是 | 168 | 74.7 | 57 | 25.3 | | |
| 过道障碍物 | | | | | 5.960 | 0.015 | 骨质疏松用药 | | | | | 12.734 | 0.000 |
| 有 | 193 | 81.1 | 45 | 18.9 | | | 否 | 907 | 81.2 | 210 | 18.8 | | |
| 无 | 1 148 | 87.0 | 171 | 13.0 | | | 是 | 36 | 62.1 | 22 | 37.9 | | |
| 独居 | | | | | 5.324 | 0.021 | 服钙剂或维生素 | | | | | 6.703 | 0.010 |
| 否 | 1 163 | 83.0 | 239 | 17.0 | | | 否 | 965 | 83.7 | 188 | 16.3 | | |
| 是 | 117 | 75.5 | 38 | 24.5 | | | 是 | 315 | 78.0 | 89 | 22.0 | | |
| 家庭月收入(元) | | | | | 9.635 | 0.002 | 经常参加体育锻炼 | | | | | 8.675 | 0.003 |
| <1 000 | 31 | 73.8 | 11 | 26.2 | | | 否 | 274 | 77.0 | 82 | 23.0 | | |
| 1 000 ~ | 41 | 75.9 | 13 | 24.1 | | | 是 | 1 006 | 83.8 | 195 | 16.2 | | |

3. 跌倒发生与老年人FI值相关性的二分类 logistic 回归分析:以是否跌倒为因变量,将经转换的FI值以及跌倒相关因素单因素分析中有统计学意义的变量纳入二分类 logistic 回归模型中进行多因素分析。结果显示,老年人FI值越大,跌倒发生的风险也越大($OR=1.903$);且相比于年龄、性别等其他因素,FI值的OR值最大,对跌倒风险的影响最大;其次为年龄($OR=1.897$)。见表2。

4. 跌倒发生次数与老年人FI值相关性的有序多分类 logistic 回归分析:以跌倒的次数水平(跌倒次数=0、跌倒次数=1、跌倒次数 ≥ 2 次)为因变量,将经转换的FI值以及跌倒相关因素单因素分析中有统计学意义的变量纳入有序多分类 logistic 回归模型中进行多因素分析(取值大的类别为参照组)。结果显示,居住地楼梯台阶不合适、楼梯无扶手、FI值高均是老年人跌倒次数水平增加的危险因素,可增加老年人跌倒的次数;而男性、低龄(< 80 岁)、未服用脑血管病药是老年人跌倒次数增加的保护因素;且FI值对老年人跌倒次数增加的影响较其他影响因素更高($OR=2.234$),即FI值每增加一个转换单位,跌倒次数水平增加至少1个等级的风险,即增加1.234倍;其次分别为楼梯是否有扶手($OR=2.221$)。见表3。

讨 论

FI评估方法可对老年人的衰弱状况进行定量描

述,可更好评估老年人整体健康状况,增强了结果估计的统计学效力。本研究采用FI对北京市社区1 557名老年人进行评价,结果显示,女性FI值明显高于男性,且随年龄增加,FI值增大,即随年龄增加积累的健康缺陷越多。到目前为止,已有一些国家应用不同的数据采用FI评估方法评价老年人衰弱特征均得到了相同或相近的研究结果^[9],如在同一年龄水平,女性FI值要高于男性,即女性积累的健康缺陷要多于男性;FI值随年龄而增加,且呈指数增长,在对数坐标上年平均相对增长率约为3%^[10]。Shi等^[9]应用FI对北京多维纵向老龄化研究数据库进行分析,3 275名 ≥ 55 岁人群中女性FI值高于男性,但总人群的FI值要略高于本研究;顾大男等^[11]研究结果显示,我国老年人的FI值随年龄增长而增加的趋势明显,男性FI值显著低于女性;本研究所得到的老年人衰弱状况同以上研究结果一致。

本研究采用二分类 logistic 回归和有序多分类 logistic 回归分析老年人跌倒的发生和跌倒次数与FI的相关性。结果显示,老年人FI值越大,跌倒发生的风险越大、跌倒次数增加的风险也增大;且相比于年龄、性别等其他因素,FI值对跌倒发生及跌倒次数增加的风险影响最大。老年人衰弱的严重程度可以很好地预测跌倒的风险,一项多中心的前瞻性队列研究结果显示,衰弱老年人跌倒的风险是非衰弱老年人的3.0~3.6倍^[12]。加拿大一项采用FI值对 ≥ 55 岁女性衰弱程度与跌倒关系的前瞻性研究显示,与基线老年人比较,FI值每增加0.01者,其跌倒的风险是基线老年人的1.02倍^[13]。同时,老年人的衰弱状态也是跌倒的后果,有跌倒史的老年人尤其发生过多次跌倒的老年人其衰弱程度要比跌倒1次或未发生跌倒的老年人严重,如Fang等^[14]的研究采用FI对北京地区老年人的衰弱程度进行评估,并分析FI值与跌倒和骨折的关系,结果显示,发生多次跌倒的老年人FI值明显高于跌倒1次和无跌倒者($0.15 \pm 0.08 : 0.09 \pm 0.07$)。

本研究还显示,FI与衰弱程度较年龄与跌倒的关联性更大。常用的生理年龄反映的是个体从出生开始存活的时间,在一定程度上能预测健康不良结局,但老年人在健康状态上存在明显的个体差异,生理年龄大者可能与低龄者处于相同或相近的衰弱程度,因此生物年龄

表2 老年人跌倒与衰弱指数值相关性的二分类 logistic 回归分析

| 变 量 | β | s_e | Wald χ^2 值 | P值 | OR值(95%CI) |
|--------------|---------|-------|-----------------|-------|--------------------|
| 高龄组(80~102岁) | 0.640 | 0.317 | 4.069 | 0.044 | 1.897(1.018~3.532) |
| 女性 | 0.037 | 0.009 | 3.147 | 0.000 | 1.038(1.020~1.056) |
| 楼梯台阶高度合适 | -0.855 | 0.266 | 10.340 | 0.001 | 0.425(0.253~0.716) |
| 无楼梯扶手 | -0.751 | 0.217 | 12.009 | 0.001 | 0.472(0.308~0.722) |
| 无过道障碍物 | -0.559 | 0.237 | 5.555 | 0.018 | 0.572(0.359~0.910) |
| 经常参加体育锻炼 | -0.451 | 0.246 | 3.361 | 0.037 | 0.637(0.265~0.638) |
| 衰弱指数值 | 0.643 | 0.317 | 4.115 | 0.043 | 1.903(1.022~3.544) |

注:分别以 < 80 岁组、男性、楼梯台阶高度不合适、有楼梯扶手、有过道障碍物、不经常参加体育锻炼为对照

表3 老年人跌倒发生次数与衰弱指数值相关性的有序多分类 logistic 回归分析

| 变 量 | β | s_e | Wald χ^2 值 | P值 | OR值(95%CI) |
|----------------|---------|-------|-----------------|-------|--------------------|
| 男性 | -0.236 | 0.180 | 1.731 | 0.038 | 0.790(0.355~0.854) |
| 低龄组(< 80 岁) | -0.673 | 0.186 | 0.243 | 0.036 | 0.510(0.273~0.803) |
| 楼梯台阶高度不合适 | 0.747 | 0.365 | 4.188 | 0.041 | 2.111(1.033~4.315) |
| 无楼梯扶手 | 0.798 | 0.221 | 13.025 | 0.000 | 2.221(1.441~3.425) |
| 未服用脑血管病药 | -0.346 | 0.202 | 2.942 | 0.043 | 0.708(0.476~0.854) |
| 衰弱指数值 | 0.804 | 0.012 | 8.459 | 0.004 | 2.234(1.011~4.059) |

注:分别以女性、高龄组、楼梯台阶高度合适、有楼梯扶手、服用脑血管病药为对照

概念更能客观、准确、定量反映个体的健康状态和衰老过程,并预测死亡的风险^[15-16];而FI能够很好估计和反映个体的生物年龄^[17],通过FI评估能较好地地区分衰老状态,并预测老年人健康不良预后。本研究结果在一定程度上证实FI较生理年龄能更好预测老年人的健康不良后果,今后应进行前瞻性研究进一步分析FI、年龄、健康不良后果之间的关系。

利益冲突 无

参 考 文 献

[1] Theou O, Tan ECK, Bell JS, et al. Frailty levels in residential aged care facilities measured using the frailty index and FRAIL-NH scale[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2016, 64(11): e207-212. DOI: 10.1111/jgs.14490.

[2] Dayama A, Olorunfemi O, Greenbaum S, et al. Impact of frailty on outcomes in geriatric femoral neck fracture management: an analysis of national surgical quality improvement program dataset [J]. *Int J Surg*, 2016, 28: 185-190. DOI: 10.1016/j.ijssu.2016.02.087.

[3] 覃朝晖,于普林,朱晓平,等.北京市城市社区1 512名老年人跌倒的危险因素分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2006, 27(7): 579-582. DOI: 10.3760/j.issn:0254-6450.2006.07.007.

Qin ZH, Yu PL, Zhu XP, et al. Study on the risk factors for falls in an elderly community in Chongwen district of Beijing [J]. *Chin J Epidemiol*, 2006, 27(7): 579-582. DOI: 10.3760/j.issn:0254-6450.2006.07.007.

[4] 石婧,姚慧卿,陶永康,等.北京市社区老年人跌倒的发生率及相关因素的随访研究[J]. *中华老年医学杂志*, 2016, 35(5): 551-555. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2016.05.023.

Shi J, Yao HQ, Tao YK, et al. The incidence of the fall and its risk factors in community-dwelling elderly people in Beijing: A follow-up study[J]. *Chin J Geriatr*, 2016, 35(5): 551-555. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2016.05.023.

[5] 石婧,陶永康,周白瑜,等.北京市某社区老年人多次跌倒发生率及相关因素的随访研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2013, 34(10): 967-969. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.10.006.

Shi J, Tao YK, Zhou BY, et al. A prospective study on recurrent falls and related factors in elderly from the urban communities in Beijing [J]. *Chin J Epidemiol*, 2013, 34(10): 967-969. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.10.006.

[6] Delbaere K, van den Noortgate N, Bourgeois J, et al. The physical performance test as a predictor of frequent fallers: a prospective community- based cohort study[J]. *Clin Rehabil*, 2006, 20(1): 83-90. DOI: 10.1191/0269215506cr885oa.

[7] 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.

[8] Kulminski AM, Ukraintseva SV, Kulminskaya IV, et al. Cumulative deficits better characterize susceptibility to death in elderly people than phenotypic frailty: lessons from the Cardiovascular Health Study [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2008, 56(5): 898-903. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2008.01656.x.

[9] 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.

[10] 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.

[11] 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.

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.

[12] de Vries OJ, Peeters GMEE, Lips P, et al. Does frailty predict increased risk of falls and fractures? A prospective population-based study [J]. *Osteoporos Int*, 2013, 24(9): 2397-2403. DOI: 10.1007/s00198-013-2303-z.

[13] Li GW, Papaioannou A, Thabane L, et al. Frailty change and major osteoporotic fracture in the elderly: data from the Global Longitudinal Study of Osteoporosis in women 3-year Hamilton Cohort [J]. *J Bone Miner Res*, 2016, 31(4): 718-724. DOI: 10.1002/jbmr.2739.

[14] Fang X, Shi J, Song X, et al. Frailty in relation to the risk of falls, fractures, and mortality in older Chinese adults: results from the Beijing Longitudinal Study of Aging [J]. *J Nutr Health Aging*, 2012, 16(10): 903-907. DOI: 10.1007/s12603-012-0368-6.

[15] Mitnitski AB, Graham JE, Mogilner AJ, et al. Frailty, fitness and late-life mortality in relation to chronological and biological age [J]. *BMC Geriatr*, 2002, 2: 1. DOI: 10.1186/1471-2318-2-1.

[16] Mitnitski A, Rockwood K. Biological age revisited [J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2014, 69(3): 295-296. DOI: 10.1093/gerona/glt137.

[17] Mitnitski A, Rockwood K. Aging as a process of deficit accumulation: its utility and origin [J]. *Interdiscip Top Gerontol*, 2015, 40: 85-98. DOI: 10.1159/000364933.

(收稿日期:2017-07-05)

(本文编辑:张林东)