

我国老年人临终前的失能发展轨迹固定队列研究

裴伟 薛计慧 方亚 韩耀风

厦门大学公共卫生学院卫生经济与政策暨老年健康研究中心, 厦门 361102

通信作者: 韩耀风, Email: yaofenghan@163.com

【摘要】 目的 探索我国老年人临终前的失能发展轨迹。方法 利用 2002–2018 年中国老年人健康长寿影响因素调查中的日常生活活动能力(ADL)数据拟合纵向项目反应理论(LIRT)模型, 通过其中的难度阈值参数分析我国老年人 ADL 失能顺序; 进而拟合混合效应模型分析老年人临终前失能水平的变化轨迹。结果 共纳入 2002 年进入队列的 5 817 名老年人, 其中男性占 41.81%, 基线年龄为 (86.80±12.40) 岁, 随访时间 $M(Q_1, Q_3)$ 为 4(3, 8) 年。LIRT 分析结果显示, 基本日常生活活动能力(BADL)中难度阈值参数最低的是洗澡部分受限(0.41±0.05)、最高的是室内移动完全受限(6.19±0.16); 而工具性日常生活活动能力(IADL)中难度阈值参数最低的是乘坐公共交通工具部分受限(-3.01±0.07), 最高的是探访邻居完全受限(1.51±0.07)。失能发展轨迹中, 临终前男性较女性平均失能水平更低($P<0.001$), 独居老人较非独居老人失能水平更低($P<0.001$); 文盲老人失能水平高于非文盲老人($P<0.001$)。失能水平随时间的线性变化率与二次项系数的估计值分别为 0.231($P<0.001$) 与 0.002($P<0.001$)。结论 我国老年人失能过程存在一定的规律性, IADL 失能早于 BADL, 失能项目中下肢为主的项目比上肢为主的项目易失能, 复杂项目比简单项目易失能。失能轨迹的增速会随时间加快, 对失能人群的干预重点应放在女性、非独居、文盲老年人上。

【关键词】 老年人; 失能; 项目反应理论; 失能轨迹

基金项目: 福建省自然科学基金面上项目(2019J01038)

A fixed cohort study of disability trajectory of the dying elderly in China

Pei Wei, Xue Jihui, Fang Ya, Han Yaofeng

Center for Economics and Policy and Geriatric Health Research, School of Public Health, Xiamen University, Xiamen 361102, China

Corresponding author: Han Yaofeng, Email: yaofenghan@163.com

【Abstract】 **Objective** To explore the trajectory of disability in the dying elderly in China. **Methods** Based on the activity of daily living (ADL) data from the 2002–2018 Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey, the longitudinal item response theory (LIRT) model was fitted with the difficulty threshold parameters to analyze the ADL loss in the elderly in China. Then, a mixed-effects model was fitted to analyze the trajectory of the disability level of the dying elderly. **Results** A total of 5 817 old adults who entered the cohort in 2002 were included, in whom 41.81% were males, with a baseline age of (86.80±12.40) years and a follow-up time of 4 (3, 8) years. The results of LIRT showed that the lowest difficulty threshold parameter in the basic activity of daily living (BADL) was partially disability on bathing (0.41±0.05), and the highest was entirely disability on indoor movement (6.19±0.16). In comparison, the lowest difficulty threshold parameter in instrumental activity of daily living (IADL) was partially disability on using public transportation (-3.01±0.07),

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220303-00169

收稿日期 2022-03-03 本文编辑 万玉立

引用格式: 裴伟, 薛计慧, 方亚, 等. 我国老年人临终前的失能发展轨迹固定队列研究[J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(11): 1848-1853. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220303-00169.

Pei W, Xue JH, Fang Y, et al. A fixed cohort study of disability trajectory of the dying elderly in China[J]. Chin J Epidemiol, 2022, 43(11): 1848-1853. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220303-00169.



and the highest was entirely disability on visiting neighbors (1.51 ± 0.07). In the trajectory of disability, the average dependency in ADL was lower in dying men than in dying women ($P < 0.001$), in the elderly living alone than in the elderly living with family members ($P < 0.001$) and in the non-illiterate elderly than in the illiterate elderly ($P < 0.001$). The estimated value of both the linear change rate and quadratic coefficient of disability level development with time were 0.231 ($P < 0.001$) and 0.002 ($P < 0.001$). **Conclusions** In China, the development of disability in the elderly in China has its characteristics, IADL disability might occurs earlier than BADL. Among the IADL/BADL items, the disability of lower limb-based items is more prone to occur compared with upper limb-based items, and the disability of complex items is more prone to occur compared with simple items, and the growth rate of the disability trajectory also accelerates over time. It is necessary to pay attention to old women, old people living with family members, old people with low education level and old people with poor cognitive function in the disability prevention.

【Key words】 Elderly; Disability; Item response theory; Disability trajectory

Fund program: General Program of Natural Science Foundation of Fujian Province (2019J01038)

随着我国老龄化形势日趋严峻,老年健康问题日益突出,其中失能因给家庭和社会均会带来沉重的照护负担而备受关注。2015 年末我国失能老年人数已超过 4 000 万,其中需要长期照护者占比高达 15.3%,80 岁以上老年人的这一比例超过 40%^[1]。WHO 将失能定义为个人正常进行活动的的能力丧失或受到限制^[2]。失能有日常生活活动能力(activity of daily living, ADL)自评和量表测评等多种评判方法。ADL 主要分为基本日常生活活动能力(BADL)与工具性日常生活活动能力(IADL)。国内外研究均显示,老年人失能项目的先后顺序不同^[3-4],在不同文化背景及生活条件下,失能的发展自然史存在差异且与人口学特征有关^[5-6]。而以往的研究主要依据 ADL 受限项目数结合模型进行轨迹分析^[5,7]。在基于潜变量的项目反应理论(item response theory, IRT)中,失能水平是一个基于各 BADL/IADL 项目得分所估计的综合评分。一项系统综述显示 IRT 模型可以提高 BADL/IADL 测评的准确性^[8]。Edjolo 等^[9]通过纵向项目反应理论(LIRT)模型分析了中老人在临终前的失能发展轨迹及文化程度和性别差异。故本研究利用 LIRT 模型分析我国老年人临终前失能轨迹及其性别、文化程度、居住情况、居住地等差异。

资料与方法

1. 资料来源:来源于北京大学健康老龄与发展研究中心的中国老年健康调查(CLHLS)队列研究数据库^[10]。CLHLS 调查覆盖我国 23 个省(自治区、直辖市),调查对象为 ≥60 岁老年人。该调查项目分别在 1998、2000、2002、2005、2008–2009、2011–

2012、2014 和 2017–2018 年进行了 8 轮调查,调查内容有老年人社会人口学特征、BADL/IADL 等,2002 年开始完整加入了 IADL 的 8 个项目。为同时分析 BADL 和 IADL 项目,本研究纳入 CLHLS 中 2002 年进入队列的样本,收集其 2002–2018 年共 6 轮随访的数据。

2. 研究对象:CLHLS 调查中 2002 年进入队列, ≥60 岁的临终老年人。排除:①协变量数据缺失;②失访;③存活;④无确切死亡时间。

3. 失能测量:本研究中 BADL 采用 Katz 量表,包括 6 项评定内容:洗澡、穿衣、如厕、转移、节制、进食^[3]; IADL 采用 Lawton IADL 量表,包括 8 个项目:探访邻居、独自购物、独自做饭、独自洗衣服、行走 1 km、拿起 5 kg 重物、3 次蹲起、乘坐公共交通^[11]。每个 ADL 项目的自评结果分为 3 个等级,分别为完全受限(3 分)、部分受限(2 分)和未受限(1 分)。

4. 协变量:基线(2002 年)年龄、性别、文化程度(文盲/非文盲)、认知功能状况、慢性病患病数量、居住情况(独居/非独居)和居住地(城镇/农村)。其中认知功能状况通过简易精神状态量表(mini-mental state examination, MMSE)得分进行测评。纳入了会对老年人 ADL 直接造成影响的相关疾病(脑卒中与心血管疾病、关节炎、骨科疾病、白内障)的患病情况。以 CLHLS 调查问卷中所有的 22 种疾病的患病数量作为慢性病患病数量。

5. LIRT 模型:构建双参数 LIRT 模型^[12](公式 1~3),基于老年人对所有 ADL 条目的反应,通过参数估计获得各 ADL 条目特征参数(难度阈值、区分度)及综合所有 ADL 条目的老年人失能水平 $\theta_{s,t}$ 。

$$P_{s,t,j,1} = P(Y_{s,t,j} = 1 | \theta_{s,t}) \quad (1)$$

$$p_{s,t,j,m} = P(Y_{s,t,j} \leq m | \theta_{s,t}) - P(Y_{s,t,j} \leq m - 1 | \theta_{s,t}) \quad (2)$$

$$\text{logit}(p_{s,t,j,m}) = \log\left(\frac{p_{s,t,j,m}}{1 - p_{s,t,j,m}}\right) = \kappa_{j,m} - \alpha_j \theta_{s,t} \quad (3)$$

$$m = 2, 3$$

式中, $\theta_{s,t}$: 个体 s 在时点 t 时的失能水平, $\theta_{s,t}$ 越高, 该老年人在时点 t 失能程度越重; $p_{s,t,j,m}$: 个体 s 在时点 t 时, 对 IADL/BADL 中项目 j 响应为 m 的概率, 其中 $P(Y_{s,t,j} \leq m | \theta_{s,t})$ 为累积分布函数, 当 $m=3$ 时, $P(Y_{s,t,j} \leq m | \theta_{s,t}) = 1$; $Y_{s,t,j}$: 个体 s 在时点 t 时在 IADL/BADL 中项目 j 上的响应, 取值为 1(未受限)、2(部分受限)、3(完全受限)。 α_j : 项目 j 区分度, α_j 越大, 该项目对不同失能水平老年人的区别能力越大; $\kappa_{j,m}$: 项目 j 中选项 m 而非 $m-1$ 的难度阈值, $m=2、3$, 即每个 ADL 项目有两个难度阈值参数, 且 $\kappa_{j,2} < \kappa_{j,3}$, $\kappa_{j,2}$ 为对应老年人对该 ADL 项目反应为部分受限而非未受限的难度阈值参数, 记为 $\kappa_{j, \text{部分受限}}$, 如穿衣部分受限; $\kappa_{j,3}$ 为老年人对该 ADL 项目反应为完全受限而非部分受限的难度阈值参数, 记为 $\kappa_{j, \text{完全受限}}$, 如穿衣完全受限。难度阈值参数越小的项目, 老年人在这个项目上越易部分受限(完全受限), 即老年人在这个项目上较早失能。

采用马尔科夫链蒙特卡罗方法进行参数估计, 以获得项目区分度(α_j)、难度阈值($\kappa_{j,m}$)以及老年人失能水平($\theta_{s,t}$)。所用软件为 JAGS 4.3.0。

6. 混合效应模型: 考虑到失能水平可能与临终前时间存在非线性关系^[5], 以 LIRT 中所得的各时间点综合所有 ADL 项目的老年人失能水平(θ)为因变量, 以临终前时间及其二次项和部分人口学变量为固定效应, 以个体信息作为随机效应, 建立二次轨迹模型。并根据性别、文化程度(文盲/非文盲)、居住情况(独居/非独居)、居住地(城镇/农村)及性别和文化程度的交互作用分别拟合失能轨迹。

具体模型:

$$\begin{aligned} \theta_{s,t} &= a_{0,s} + b_{1,s}t_{s,t} + b_{2,s}t_{s,t}^2 + e_{s,t} \\ a_{0,s} &= \gamma_{0,0} + \gamma_{0,1}X_{1,s} + u_{0,t} \\ b_{1,s} &= \gamma_{1,0} + \gamma_{1,1}X_{1,s} + u_{1,t} \\ b_{2,s} &= \gamma_{2,0} + \gamma_{2,1}X_{1,s} + u_{2,t} \\ e_{s,t} &\sim N(0, \sigma_e^2) \\ (\mu_{0,t}, \mu_{1,t}, \mu_{2,t}) &\sim MVN(0, E) \end{aligned}$$

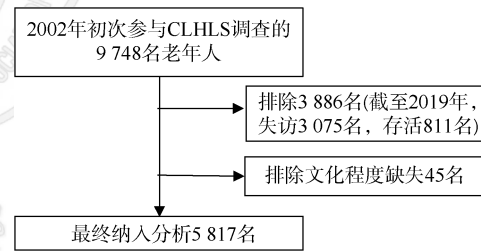
模型分为两层, 第一层为时点 t , 第二层为个体 s 。 $a_{0,s}$ 代表 $t=0$ 时失能水平即为截距。 $e_{s,t}$ 为误差项, 服从正态分布。 $b_{1,s}$ 和 $b_{2,s}$ 分别是时点 t 的系数, 分别代表失能水平的线性变化率与二次项系数。 $\gamma_{0,0}、\gamma_{1,0}、\gamma_{2,0}$ 分别为截距和两个系数的平均水平。

$\gamma_{0,1}、\gamma_{1,1}、\gamma_{2,1}$ 代表协变量对线性与二次项系数的影响。 $u_{0,t}、u_{1,t}、u_{2,t}$ 均为第二层的误差项, 服从多元正态分布, E 为 3×3 的矩阵。 $X_{1,s}$ 代表协变量, 构建模型时以平均死亡年龄(91.4 岁)、男性、文盲、独居、居住在农村老年人的失能水平为 0。

非线性混合效应模型构建采用 R 4.0.2 软件。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

1. 基本情况: 纳入 5 817 名已死亡老年人, 见图 1(因协变量缺失而排除的老年人和纳入分析的老年人在 ADL 情况方面差异无统计学意义)。5 817 名老年人的随访时间为 4(3, 8) 年; 基线年龄为 (86.80 ± 12.40) 岁, MMSE 量表得分为 21.30 ± 9.19 , 慢性病患病数量 $M(Q_1, Q_3)$ 为 1(0, 2), 基线的 BADL 量表得分为 7.20 ± 2.47 , 基线 IADL 量表得分为 14.40 ± 6.16 , 平均死亡年龄为 91.4 岁。其余被纳入分析的协变量(性别、居住地、文化程度、居住情况和慢性病患者情况)的构成情况见表 1。



注: CLHLS: 中国老年健康调查

图 1 样本纳入流程

5 817 名老年人基线时, BADL 项目中受限者占比最高为洗澡(27.61%), 而节制(控制大小便)最低(6.72%); 即 14 个项目中至少一个项目受限制的个体共 4 128 人(71.00%)。受限者占比最高的 IADL 项目为乘坐公共交通(59.55%), 最低的为探访邻居(28.31%)。见表 2。

2. 难度阈值参数: 难度阈值参数越低的项目越容易失能。IADL 中, 除了探访邻居(完全受限)难于 BADL 中的洗澡(部分受限及完全受限), 其他 IADL 项目失能均易于 BADL。见表 2, 3。

3. 区分度参数: 区分度反应项目对受试者得分反应的灵敏程度。每个项目的区分度均 >1.70 , 已达到 Baker 标准下的非常高等级^[13], 说明项目能够较好地分辨老年人的失能水平。见表 4。

4. 失能发展轨迹: 失能水平与随访时间的一次

表 1 5 817 名老年人基本情况

类别	人数(构成比,%)
女性	3 385(58.19)
ADL全部未受限个体	1 689(29.00)
ADL全部受限个体	168(2.90)
居住地	
城镇	1 828(31.43)
农村	3 989(68.57)
文化程度	
文盲	3 960(68.07)
非文盲	2 127(31.93)
居住情况	
非独居	5 078(87.29)
独居	739(12.71)
慢性病患者人数	2 991(51.42)
慢性病患者种类	
脑卒中与心血管疾病	748(12.86)
白内障	820(14.09)
关节炎	885(15.21)
骨科疾病	745(12.81)

注:ADL:日常生活活动能力

表 2 2002 年(基线)5 817 名老年人日常生活活动能力受限情况

项目	未受限制	部分受限	完全受限
BADL			
洗澡	4 211(72.39)	582(10.01)	1 024(17.60)
穿衣	5 070(87.16)	182(3.13)	565(9.71)
如厕	4 980(85.61)	592(10.18)	245(4.21)
室内移动	5 150(87.04)	549(9.28)	218(3.68)
节制	5 426(93.28)	346(5.95)	45(0.77)
饮食	5 320(91.46)	388(6.67)	109(1.87)
IADL			
探访邻居	4 170(71.69)	561(9.64)	1 086(18.67)
独自购物	3 212(55.22)	755(12.98)	1 850(31.80)
独自做饭	3 279(56.37)	673(11.57)	1 865(32.06)
独自洗衣服	3 296(56.66)	734(12.62)	1 787(30.72)
行走 1 km	2 804(48.20)	982(16.88)	2 031(34.92)
拿起 5 kg 重物	2 851(49.01)	991(17.04)	1 975(33.95)
3 次蹲起	2 542(43.70)	1 222(21.01)	2 053(35.29)
乘坐公共交通	2 353(40.45)	888(15.27)	2 576(44.28)

注:括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%);BADL:基本日常生活活动能力;IADL:工具性日常生活活动能力

项系数与二次项系数分别为 0.231 ($P<0.001$) 与 0.002 ($P<0.001$)。见表 5。提示随着随访时间的增加,失能水平也不断增高,失能水平的增速也会加快。除此之外,性别、是否独居、基线 MMSE 得分、基线慢性病患者数量、基线年龄和文化程度均与老年人的失能水平有关,研究纳入的 4 种疾病均会提

表 3 难度阈值参数的后验分布

项目	难度阈值参数($\bar{x}\pm s$)
部分受限	
乘坐公共交通	-3.01±0.07
行走 1 km	-2.68±0.07
3 次蹲起	-2.50±0.06
拿起 5 kg 重物	-2.07±0.05
独自购物	-1.91±0.07
独自做饭	-1.69±0.06
独自洗衣服	-1.59±0.06
探访邻居	0.08±0.07
洗澡	0.41±0.05
穿衣	2.55±0.08
如厕	2.79±0.12
节制	2.88±0.06
饮食	3.20±0.08
室内移动	3.32±0.11
完全受限	
乘坐公共交通	-1.40±0.06
行走 1 km	-0.68±0.06
3 次蹲起	-0.49±0.05
拿起 5 kg 重物	-0.43±0.05
独自做饭	-0.34±0.06
独自购物	-0.33±0.07
独自洗衣服	-0.19±0.06
洗澡	1.48±0.05
探访邻居	1.51±0.07
穿衣	3.18±0.09
节制	5.15±0.11
饮食	5.55±0.13
如厕	5.97±0.19
室内移动	6.19±0.16

表 4 项目区分度参数的后验分布

项目	区分度参数($\bar{x}\pm s$)	项目	区分度参数($\bar{x}\pm s$)
如厕	4.89±0.17	独自洗衣服	3.37±0.07
室内移动	4.73±0.14	饮食	3.26±0.10
探访邻居	4.16±0.09	乘坐公共交通	2.92±0.06
独自购物	4.05±0.09	洗澡	2.80±0.06
穿衣	3.90±0.12	拿起 5 kg 重物	2.78±0.05
独自做饭	3.61±0.08	3 次蹲起	2.59±0.05
行走 1 km	3.48±0.07	节制	2.05±0.07

高失能水平且有统计学意义 ($P<0.05$)。

以混合效应模型的失能水平预测值为纵坐标,以死亡时间(年)为横坐标绘制失能发展轨迹曲线,分别按文化程度、性别、是否独居和居住地绘制分层的失能发展轨迹曲线(图 2),结果显示,不同文化程度、性别老年人的临终前失能发展轨迹不同,

表 5 混合效应模型固定效应参数估计

固定效应	估计值	s_e	P 值
截距	-1.982	0.140	<0.001
时间(t)	0.231	0.006	<0.001
时间二次项(t^2)	0.002	<0.001	<0.001
性别(男 vs. 女)	-0.310	0.029	<0.001
居住情况(非独居 vs. 独居)	0.135	0.037	<0.001
基线年龄	0.029	0.001	<0.001
居住地(农村 vs. 城镇)	-0.016	0.027	0.553
文化程度(文盲 vs. 非文盲)	0.144	0.031	<0.001
MMSE 得分	-0.027	0.002	<0.001
基线慢性病患病数量	0.058	0.006	<0.001
脑卒中及心血管疾病	0.576	0.058	<0.001
白内障	0.222	0.053	<0.001
关节炎	0.154	0.047	0.001
骨科疾病	0.350	0.054	<0.001

注:纳入所有协变量;MMSE:简易精神状态量表

非文盲、男性老年人的失能水平较低且临终前增速较快;而不同居住方式和居住地老年人的临终前失能发展轨迹差异均无统计学意义($P>0.05$),但独居、居住在农村的老年人失能水平变化轨迹更加平缓。

性别和文化程度交互作用分析显示,在临终前 17 年间,非文盲男性失能水平始终是最低的,与其他组差异均有统计学意义($P<0.001$)。文盲男性与非文盲女性之间差异有统计学意义($P<0.05$)。见图 3。

讨论

本研究利用 LIRT 模型分析了 CLHLS 中 2002-

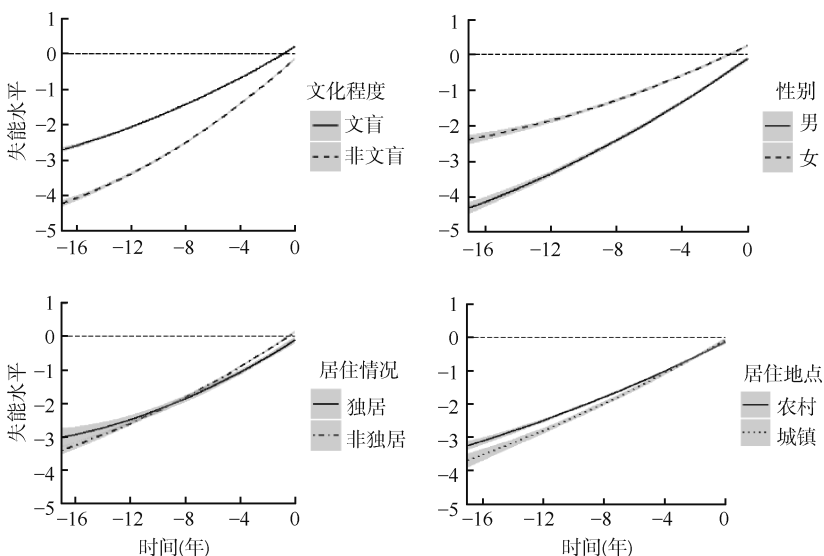


图 2 不同社会人口学特征老年人的临终前失能发展轨迹

2019 年死亡老年人的 BADL/IADL 失能顺序,并拟合了老年人失能水平发展轨迹及部分社会人口学因素差异。

本研究所得的难度阈值参数显示,IADL 相较 BADL 更早失能,提示 IADL 是否受限对反应老年人的早期失能更有意义^[9]。在 IADL 中,我国老年人乘坐公共交通工具完全受限更易失能,可能原因是我国公共交通工具对早期失能老人的适宜性较差,从而提高老年人的失能敏感性。除了 BADL 中的室内移动和 IADL 中的探访邻居外,本研究所得结果均提示由下肢到上肢^[3],由复杂动作到简单动作的老年人失能发展顺序^[4]。

本研究得到的区分度参数均较高,均达到 Baker 标准下的非常高等级^[13],说明各 ADL 项目对老年人失能水平的分辨能力均较强。

从发展轨迹中可以看出,老年人的失能水平在临终前加速升高。这与张文娟和付敏^[14]的研究结果相同。本研究结果提示基线认知功能状态越好老年人的失能水平越低。Yaffe 等^[15]也发现认知功能下降会影响老年人的 ADL。老年人失能与疾病间存在密切关系^[16],本研究发现患有脑卒中等 4 类重要疾病的老年人失能水平较高。老年人的失能发展轨迹也与社会人口学特征有关,本研究所绘制的轨迹图显示,男性、非文盲老年人的失能水平较低。可能与男女性在生理结构和社会经济地位之间存在差异^[7,17-18],高文化程度老年人拥有较高的社会经济地位等有关^[14]。本研究发现独居老年人的失能水平发展较缓慢,原因可能是独居者发生残障的概率比非独居者低^[18],也可能是生活自理能力

强的老年人独居倾向更大。这与魏蒙和王红漫^[7]、Zimmer 等^[17]的研究结果相似,本研究结果显示,居住在农村的老年人较居住在城镇的老年人失能水平发展更缓慢,可能原因是务农老年人的自理能力在高龄期仍能维持在相对较高水平^[18]。

本研究存在局限性。第一,选取的样本量并不大,对于整体随访时间较少的个体,结果不稳定。第二,为探究临终前的失能变化过程,选择了随访过程中死亡的个体,没有考虑生存老年人的发展过程。第三,纳入的协变量较为简

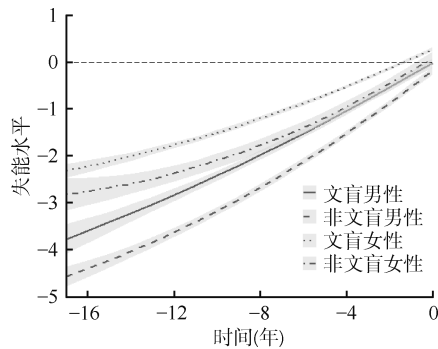


图3 老年人临终前失能发展轨迹中性别和文化程度交互作用分析

单,没有细化。若进一步研究时,可以将更多慢性病、职业、婚姻、经济条件等协变量纳入。

综上所述,控制失能的负面影响可以从多个角度出发。首先,要有针对性地提高对老年女性的护理与自理能力检测水平。重视轻度失能的高龄男性,延缓其失能发展。其次,重视文化程度及城乡差异。进行基础医疗护理知识宣传普及。再次,重视老年人ADL的锻炼。最后,加强适老化设施的改造与建设。根据老年人失能水平分级与分类,有针对性地统筹、设计适老化设施,将会更有效地控制失能给社会与家庭带来的影响。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 裴伟:研究方案设计、数据整理与分析、论文撰写与修改;薛计慧:研究方案设计、数据整理分析;方亚:研究指导、经费支持;韩耀风:研究方案设计、论文修改、经费支持

参 考 文 献

[1] 民政部. 三部门发布第四次中国城乡老年人生活状况抽样调查成果[EB/OL]. (2015-01-25)[2021-08-30]. http://www.gov.cn/govweb/xinwen/2015-01/25/content_2809782.htm.

[2] World Health Organization. International classification of impairments, disabilities, and handicaps: a manual of classification relating to the consequences of disease, published in accordance with resolution WHA29.35 of the Twenty-ninth World Health Assembly, May 1976[M]. Geneva:World Health Organization, 1980.

[3] Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, et al. Studies of illness in the aged: the index of ADL: a standardized measure of biological and psychosocial function[J]. JAMA, 1963, 185: 914-919. DOI:10.1001/jama.1963.03060120024016.

[4] Jagger C, Arthur AJ, Spiers NA, et al. Patterns of onset of disability in activities of daily living with age[J]. J Am Geriatr Soc, 2001, 49(4): 404-409. DOI: 10.1046/j.1532-5415.2001.49083.x.

[5] 张文娟,王东京. 中国老年人临终前生活自理能力的衰退轨迹[J]. 人口学刊, 2020, 42(1):70-84. DOI: 10.16405/j.cnki.1004-129X.2020.01.006.

Zhang WJ, Wang DJ. Disability trajectories in activities of daily living of Chinese older people before death[J]. Popul J, 2020, 42(1): 70-84. DOI: 10.16405/j.cnki.1004-129X.2020.01.006.

[6] 顾大男,曾毅. 1992-2002年中国老年人生活自理能力变

化研究[J]. 人口与经济, 2006(4):9-13.

Gu DN, Zeng Y. Changes of disability in activities of daily living among Chinese elderly from 1992 to 2002[J]. Popul Econ, 2006(4):9-13.

[7] 魏蒙,王红漫. 中国老年人失能轨迹的性别、城乡及队列差异[J]. 人口与发展, 2017, 23(5):74-81, 98. DOI:10.3969/j.jissn.1674-1668.2017.05.008.

Wei M, Wang HM. The Gender, urban and rural areas, cohort differences of disability trajectory of the elderly in China[J]. Popul Dev, 2017, 23(5):74-81, 98. DOI:10.3969/j.jissn.1674-1668.2017.05.008.

[8] Fieo RA, Austin EJ, Starr JM, et al. Calibrating ADL-IADL scales to improve measurement accuracy and to extend the disability construct into the preclinical range: a systematic review[J]. BMC Geriatr, 2011, 11(1): 42. DOI: 10.1186/1471-2318-11-42.

[9] Edjolo A, Proust-Lima C, Delva F, et al. Natural history of dependency in the elderly: a 24-year population-based study using a longitudinal item response theory model[J]. Am J Epidemiol, 2016, 183(4):277-285. DOI:10.1093/aje/kwv223.

[10] Center for Healthy Aging and Development Studies. The Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey (CLHLS) -Longitudinal Data (1998-2018) [R]. Beijing: Peking University Open Research Data Platform, 2020. DOI:10.18170/DVN/WB07LK.

[11] Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living [J]. Gerontol, 1969, 9(3): 179-186. DOI: 10.1093/geront/9.3_Part_1.179.

[12] Samejima F. Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores[J]. Psychometrika, 1969, 34(1): 1-97. DOI:10.1007/BF03372160.

[13] Samejima F. Graded response model[M]//van der Linden WJ, Hambleton RK. Handbook of modern item response theory. New York: Springer, 1997: 85-100. DOI: 10.1007/978-1-4757-2691-6_5.

[14] 张文娟,付敏. 社会经济因素对高龄老年人临终前生活自理能力衰退过程的影响[J]. 河北大学学报:哲学社会科学版, 2020, 45(2):125-135. DOI:10.3969/j.jissn.1005-6378.2020.02.014.

Zhang WJ, Fu M. Effects of socioeconomic factors on decline process of self-care ability of the elderly before the death[J]. J Hebei Univ: Philo Soc Sci, 2020, 45(2): 125-135. DOI:10.3969/j.jissn.1005-6378.2020.02.014.

[15] Yaffe K, Peltz CB, Ewing SK, et al. Long-term cognitive trajectories and mortality in older women[J]. J Gerontol Ser A, 2016, 71(8): 1074-1080. DOI: 10.1093/gerona/glw003.

[16] Fried LP, Guralnik JM. Disability in older adults:evidence regarding significance, etiology, and risk[J]. J Am Geriatr Soc, 1997, 45(1):92-100. DOI:10.1111/j.1532-5415.1997.tb00986.x.

[17] Zimmer Z, Martin LG, Nagin DS, et al. Modeling disability trajectories and mortality of the oldest-old in China[J]. Demography, 2012, 49(1): 291-314. DOI: 10.1007/s13524-011-0075-7.

[18] 顾大男,曾毅. 高龄老人个人社会经济特征与生活自理能力动态变化研究[J]. 中国人口科学, 2004 (增刊):14-21, 174.

Gu DN, Zeng Y. Socio-demographic effects on ADL dynamics among Chinese oldest-old[J]. Chin J Popul Sci, 2004, Suppl 1:14-21, 174.