

老龄问题研究

# 中国高龄老年人的生活自理能力 变化轨迹及队列差异<sup>\*</sup>

## ——基于固定年龄与动态年龄指标的测算

张文娟 Marcus W. Feldman 杜鹏

**【内容摘要】**文章基于中国老年人健康长寿影响因素调查 (CLHLS) 数据,利用混合效应的多层线性模型对 1899~1908、1909~1918 和 1919~1928 年 3 个出生队列的中国高龄老年人的生活自理能力衰退过程进行了分析,以揭示这一过程中的年龄、队列效应以及内部异质性。分析结果表明,年龄效应和队列效应同时存在于高龄老年人的生活自理能力衰退过程。不同年龄的老年人在死亡前的生活自理能力衰退过程具有趋同性,与日历年龄相比,尚余存活时间与生活自理能力变化之间的关联更为密切。高龄老年人的生活自理能力变化存在显著的队列差异,不同社会经济背景、童年经历、健康行为以及生活环境对高龄老年人的生活自理能力变化轨迹影响显著,也是造成队列差异的重要因素。

**【关键词】**高龄老年人;生活自理能力;年龄效应;队列效应

**【作者简介】**张文娟,中国人民大学人口与发展研究中心副教授; Marcus W. Feldman, 斯坦福大学莫里森人口与资源研究所教授; 杜鹏,中国人民大学老年学研究所教授。北京:100872

### Decline and Cohort Differences in Activities of Daily Living of the Chinese Oldest-old

Zhang Wenjuan Marcus W. Feldman Du Peng

**Abstract:** Using the data of Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey (CLHLS), this study examines the decline process of Activities of Daily Living (ADL) among the Chinese oldest-old born in 1899–1908, 1909–1918 and 1919–1928 by hierarchical linear model (HLM) with mixed effects. This study aims to analyze the age effect, cohort effect, and internal heterogeneity in the process. Results show that there are both age effects and cohort effects in the process of ADL decline among the oldest-old. Similar patterns of ADL decline have been found among the oldest-old died at different ages. Compared to the chronological age, the remaining survival time before death has stronger predictive power on ADL changes. There are significant cohort differences in ADL changes among the oldest-old. Different socio-economic statuses, health behaviors, childhood experiences and living environments affect ADL change trajectories among the oldest-old, and also contribute to cohort differences.

**Keywords:** The Oldest-old, ADL, Age Effect, Cohort Effect

**Authors:** Zhang Wenjuan is Associate Professor, Center for Population and Development Studies, Renmin University of China; Marcus W. Feldman is Professor, Morrison Institute for Population and Resource Studies, Stanford University; Du Peng is Professor, Institute of Gerontology, Renmin University of China. Email: zhwenj@263.net

\* 本研究得到国家自然科学基金重大项目“特征、规律与前景——老龄社会的人口学基础研究”(71490731)的支持。

## 1 问题的提出

活动能力通常指个体完成日常活动的能力,而老年人活动能力的缺损甚至丧失意味着他们需要在外界的协助下完成各项必要日常活动。随着年龄的增长,个体的活动能力在不断下降,活动能力受限甚至失能的可能性随之上升,高龄老年人因此成为失能的高风险人群(Peeters et al., 2013)。随着人口预期寿命的延长,很多国家的老年人口出现高龄化趋势,老年人口的失能风险是否会随之持续增加呢?有研究者认为,随着预期寿命的延长,个体的活动能力衰退进程将发生改变,他们可以在没有重度残障的状态下存活更长时间(Christensen et al., 2009)。因此,仅凭日历年龄变化无法准确地预测人口老龄化所带来的照料负担的增加(Schultz and Shoven, 2008)。活动能力的缺损往往是老年人死亡的前兆(Hirsch et al., 2012),常发生在去世前的最后一段时间。如果上诉结论成立,尚余存活时间将成为预测老年人活动能力变化的重要依据。然而,目前对老年人活动能力衰退轨迹的研究多基于存活老年人信息,以年龄为时间坐标展开,这在很大程度上限制了对整个生命周期内老年人活动能力变化规律的考察,忽略了寿命延长可能带来的变化。因此,我们有必要从老年人的死亡时间回溯,完整地考察余寿与活动能力之间的动态关系,从而可以更加准确地预测活动能力下降和缺损的持续时间,评估老年人由此产生的照料需求。

以往关于老年人活动能力的研究中曾经使用过诸多指标,其中,基本生活自理能力 ADL(Physical Activity of Daily Living)是最常使用的测量指标(Nagi, 1965)。本文将以此为依据,分析高龄老年人的活动能力变化过程。基本生活自理能力受限意味着老年人丧失了独立生活的能力,需要接受他人的长期照料以维持生存,这种状态也被判定为失能。失能的本质是个人的能力无法满足环境的要求,导致日常活动受限。因此,老年人的活动能力不仅取决于其固有能力,也会受到外在社会环境的影响,比如居住条件和生活设施的改变也会对老年人的活动能力产生影响,反映为外在功能表现。各项日常活动对老年人的生理状态的要求存在差异,轻度失能状态更容易受到周围环境和设施的左右而表现出不稳定性(Fong and Feng, 2018)。使用不同活动能力指标的测量结果也会因为上述原因而存在差异。因此,在个体衰老过程中,对于活动能力的变化轨迹需要针对具体指标进行分析。

鉴于日历年龄对老年人活动能力衰退风险预测的局限性,以及使用不同测量指标所带来的活动能力变化轨迹的差异,本文将以中国老年人为研究对象,以 ADL 为测量指标,分析在 1998~2014 年期间不同队列老年人群在余寿中的活动能力变化轨迹,并比较不同特征人群之间的差异。

## 2 老年人生活自理能力的衰退轨迹及其影响因素

### 2.1 生活自理能力的衰退轨迹

对于老年个体生活自理能力随时间变化的研究,可以分为两个层次:第一个层次的研究基于个体的生命历程展开,分析老年人进入老年期后生活自理能力的变化模式,即年龄或余寿与 ADL 之间的关系;第二个层次的研究围绕队列差异进行,关注随着时间的推移,个体生命历程中生活自理能力的变化模式所发生的改变。第一个层次的研究关注个体老龄化过程中生活自理能力的下降趋势,这种伴随增龄而来的活动能力减弱可以视为年龄效应。有研究发现,虽然活动能力下降与年龄增长紧密相关,但是并非呈现线性变化趋势(Mor et al., 1994; Kaplan et al., 1993)。也有学者将老年人生活自理能力的衰退轨迹按照失能的年龄、严重程度和发展速度分成不同类型,刻画这一能力随年龄的动态变化过程,并识别失能的高风险人群(Zimmer et al., 2012)。但是由于未充分考虑存活时间对失能状态变化的影响,衰退轨迹无法再现生活自理能力在老年期的完整变化过程,导致对轨迹的分类可能存在偏差。

不同队列人群在年龄效应上的差异可以视为队列效应。对于这种由时间推移所带来的生活自理能力衰退模式的改变,研究者多利用宏观统计数据,通过比较不同时期老年人失能后的存活时间及其

在余寿中的比重,间接反映生活自理能力衰退模式可能发生的变化。目前发现,老年人失能后的存活时间发展趋势存在3种不同的模式,即残障期压缩(Fries,1980)、残障期扩张(Gruenberg,1977)和动态均衡模式(Manton,1982)。这3种模式反映了老年人活动能力衰退过程中的队列效应及其差别。后续研究发现,即使在同一人口群体中,基于不同的活动能力指标,也会出现多种模式同时并存的混合协同效应(曾毅等,2017)。多种模式的存在反映了老年人活动能力衰退过程的复杂性和不稳定性,只有对引起队列效应的相关因素进行深入分析,才能够准确把握和预测老年人生活自理能力衰退过程的动态变化。

## 2.2 中国老年人余寿中的生活自理能力衰退过程

在不同的人口转变阶段,老年人活动能力受损后存活时间的发展趋势会发生改变(Robine and Michel,2004),由此推断,发展中国家和发达国家不同的人口转变速度和转变模式可能会导致其老年人口活动能力的衰退轨迹及发展趋势出现差异。然而,目前对于老年人包括生活自理能力在内的各种活动能力指标变化趋势的研究主要集中于发达国家。作为拥有世界上近1/4的老年人口的国家,中国在过去的20年间,经历了快速的人口老龄化,失能老年人口快速增长,但目前对于老年人活动能力变化趋势的判断仍存在不确定性(曾毅等,2017),而近年来快速发展的社会保障和养老体系进一步增加了发展趋势的不确定性,给老年人口照料负担的评估和未来预测带来了很大的挑战。80岁及以上的高龄老年人群是失能的高风险人群,也是长期照料支持的主要目标群体。有研究显示,在过去的近20年间,中国高龄老年人的日常生活自理能力ADL残障率整体呈下降态势(Martin et al.,2014;Liang et al.,2015)。但这一期间高龄老年人生活自理能力的变化趋势并非保持一致(Hou et al.,2018)。因此,对于不同出生队列老年人群的活动能力的变化轨迹还需展开更加细致的分析。此外,也有学者运用组基发展模型对存活高龄老年人的生活自理能力发展轨迹进行分类刻画,揭示这一人群在活动能力衰退方面存在的显著异质性(巫锡炜,2009;Zimmer et al.,2012),但却无法评估生活自理能力衰退过程中的年龄效应和其他相关因素的贡献,对其中可能存在的队列差异的研究也有待展开。对于不同特征的中国高龄老年人的生活自理能力的发展趋势还需要更加深入的分析。

## 2.3 生活自理能力的影响因素

从已有研究来看,有诸多因素与老年人生活自理能力的变化密切相关,比如提高社会经济地位、降低活动强度、坚持锻炼身体、改善营养状况等等(Martin and Schoeni,2014)。这些因素对老年人生活自理能力的影响可以通过两种途径实现:第一种途径通过生理机制改善老年人的固有能力,进而影响外在的活动能力表现。健康的生活方式,比如不吸烟、健身锻炼,可以提高身体的健康素质,延缓生活自理能力的衰退,缩短失能状态的持续时间,甚至降低出现严重失能的风险(Hubert et al.,2002)。第二种途径是直接作用于相关外部环境,通过一系列调整和改进行,降低各项活动对体能的要求,从而提高个体的外在功能表现(Heikkinen,2003)。但是,上述两种方式在改善生活自理能力上所取得的效果可能存在差异。人们可以通过改善外部环境、使用辅助器具降低活动能力轻度受限的可能性,而生物医学干预可以有效地抑制疾病的发生和发展,进而降低发生重度失能的可能性(Manton et al.,2006)。两种途径的不同效果可能会进一步强化各类老年人群在生活自理能力衰退过程中表现出的差异。

从更深层的角度剖析,无论是生理健康还是外在环境的改善都会受到个体所处的家庭和社会环境的限制。拥有较好的社会经济背景的老年人失能的风险相对较低(Freedman et al.,2008);个体所从事的职业也会对生活自理能力的衰退过程产生影响(Leigh and Fries,1992)。然而,针对中国高龄老年人群的分析却发现,具有不同社会经济背景的老年人在生活自理能力变化轨迹上并不存在显著差异(Zimmer et al.,2012)。研究者将其归因为死亡的选择作用:在社会经济状况不佳的人群中,只

有足够健康的个体才能够活到老年期,当这一群体进入老年后,由社会经济状况所导致的生活自理能力的差距会缩小甚至出现相反的状况。综上所述,社会经济状况对老年人生活自理能力的影响存在“选择”和“保护”两种可能的途径。“选择”作用是指较差的社会经济状况会通过较高的死亡率淘汰弱者,筛选出足够强壮的个体进入老年期。“保护”作用则是指良好的社会经济状况会通过改进生活方式和生活环境、完善医疗和照护服务等途径来抑制疾病的发生、发展和对生活自理能力的影响。一方面,在死亡的选择作用减弱的情况下,老年人余寿中的带残存活期将持续扩张;而另一方面,健康生活方式和年龄友好的生活环境对失能风险的抑制作用远远超过对死亡风险的影响(Hubert et al., 2002),从而导致残障期压缩。究竟哪种方式会胜出,还取决于人群所处的社会经济环境。

老年人活动能力衰退轨迹的队列差异不仅源于其所处的人口转变阶段的差异,他们的生命历程将会进一步强化队列间的异质性。有研究发现,个体童年期的生活经历会对其健康状况产生长期的影响,贫困和患病与老年期的生活自理能力密切相关(Schoeni et al., 2008)。因此,对于童年期经历过社会动荡的人群而言,队列间的差异将更为突出。此外,女性在其生命历程中累积形成的社会经济劣势和生存优势会对她们的失能风险和失能后的死亡风险产生影响,女性老年人的生活自理能力较低,带残存活时间较长(Kaneda et al., 2009),由此导致男性和女性老年人在活动能力上可能出现不同的衰退轨迹。

### 3 研究方法和数据来源

#### 3.1 研究思路

本文以80岁及以上的中国高龄老年人为研究对象,运用线性增长模型(Hierarchical Linear Model, HLM)以基本生活自理能力(ADL)为活动能力测量指标,揭示高龄老年人在余寿中生活自理能力的下降过程,探析年龄效应和队列效应在这一过程中所发挥的作用,并讨论不同社会经济背景、童年经历、健康行为和生活环境的高龄老年人群在这一过程中所表现出的差异。研究要达成以下3个目标:(1)通过考察高龄老年人的生活自理能力与年龄及尚余存活时间的动态关系来评估年龄效应,揭示高龄老年人在生命历程中活动能力的衰退轨迹;(2)将高龄老年人按照出生时间分为1899~1908、1909~1918和1919~1928年3个出生队列,通过比较3个队列人群的生活自理能力水平和下降速度来探析活动能力衰退过程中存在的队列效应;(3)揭示社会经济背景、童年经历、健康行为、生活环境等相关变量对老年人生活自理能力衰退过程的影响。

对数据的分析可以分为三步:第一步,将年龄和尚余存活时间两个变量分别作为时间变量引入混合线性模型,根据模型的拟合优度选择其中之一作为时间变量,在生活自理能力随时间呈非线性变化的前提下,将时间变量多项式作为自变量引入回归模型,以确定生活自理能力随时间变化的形态;第二步,将年龄和队列标志变量引入模型,通过比较两个变量对生活自理能力变化的贡献,评估年龄效应和队列效应所发挥的作用;第三步,将高龄老年人的人口特征、社会经济属性、童年经历、健康行为以及生活环境等变量放入模型,分析上述特征因素对生活自理能力变动的影响,并确认诸因素所引发的队列效应。

#### 3.2 分析方法

本研究采用混合效应的分层线性回归模型对数据展开分析。以个体的观测访问记录为第一层分析单位,揭示同一个体的生活自理能力随时间的变化轨迹。以个体为第二层分析单位,探讨不同特征老年人群在生活自理能力变化轨迹上的差异。模型中将时间变量作为固定效应变量,考察生活自理能力随时间推移而发生的变化,将截距作为随机效应估计参数,反映生活自理能力存在的个体间差异。具体公式如下:

$$\begin{aligned} \text{level 1} \quad y_{it} &= \pi_{0i} + \pi_{1i} \text{time}_{it} + \varepsilon_{it} \\ \text{level 2} \quad \pi_{0i} &= \beta_{00} + \mu_{0i} \\ \pi_{1i} &= \beta_{10} \end{aligned}$$

将 level 2 中的公式代入 level 1 得到公式(1):

$$y_{it} = \beta_{00} + \beta_{10} \text{time}_{it} + \mu_{0i} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,  $t$  为访问的次数;  $i$  代表老年个体;  $y_{it}$  表示第  $t$  次访问时个体  $i$  的生活自理能力得分;  $\text{time}$  代表时间变量年龄或者尚余存活时间;  $\mu_{0i}$  为截距的随机效应, 代表个体  $i$  存在的生活自理能力差异;  $\varepsilon_{it}$  为个体  $i$  的第  $t$  次访问的残差。

为了反映时间变量与因变量之间的非线性关系, 本研究尝试引入变量的多次项来进行拟合。以三阶多项式回归为例, 同时引入其他随时间变化的解释变量  $X_{it}$  得到公式(2):

$$y_{it} = \beta_{00} + \beta_{10} \text{time}_{it} + \beta_{20} \text{time}_{it}^2 + \beta_{30} \text{time}_{it}^3 + \beta_{40} X_{it} + \mu_{0i} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

当选择以尚余存活时间为时间变量时, 可以将年龄作为随时间变化的自变量纳入回归模型, 同时考虑个体的队列特征  $\text{cohort}_i$  对活动能力水平及其变动速度的影响, 进而在公式(2)的基础上得到公式(3):

$$\begin{aligned} y_{it} &= \beta_{00} + \beta_{01} \text{cohort}_i + \beta_{10} \text{time}_{it} + \beta_{11} \text{cohort}_i * \text{time}_{it} \\ &+ \beta_{20} \text{time}_{it}^2 + \beta_{30} \text{time}_{it}^3 + \beta_{40} \text{age}_{it} + \mu_{0i} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (3)$$

### 3.3 数据来源

本研究使用的数据源于中国老年人健康长寿影响因素调查 CLHLS( Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey) 中 1998 ~ 2014 年期间接受调查并在后续跟踪调查中死亡的样本。作者从样本中抽取 1899 ~ 1908、1909 ~ 1918 和 1919 ~ 1928 年 3 个出生队列的被访老年人作为分析对象。3 个队列的被访者共计 33072 人, 其中有 65.98% 的被访者在 2014 年的调查之前已经死亡, 这部分老年人的信息成为本文分析 3 个队列老年人余寿中活动能力衰退过程的数据资料。3 个队列的老年人中另有 8.41% 的被访者在 2014 年调查时仍旧存活, 25.61% 的被访者在跟访期间失踪。队列 1919 ~ 1928、1909 ~ 1918 和 1899 ~ 1908 中的失访率分别为 29.43%、27.36% 和 21.71%。失访人群在基线调查时的 ADL 平均得分为 10.87, 略高于死亡人群的 10.59。鉴于死亡人群和失访人群的生活自理能力变化轨迹近似 (Zimmer et al., 2012), 本研究假定失访人群与死亡人群的分布接近, 不会引起太大的偏差。

### 3.4 变量测量

#### 3.4.1 因变量

回归分析中以基本生活自理能力作为反映老年人活动能力的指标, 将模型中的因变量设定为老年人的 ADL 得分。ADL 量表包括 6 项内容: 吃饭、穿衣、上下床、如厕、洗澡和控制大小便。上述问题均采用 3 级测量: “自己能够独立完成” 计 2 分; “需要帮助” 计 1 分; “根本无法完成” 计 0 分。将量表中的各项活动得分相加, 即为老年人的 ADL 得分, 取值范围为 0 ~ 12。

#### 3.4.2 自变量

结合已有研究中对生活自理能力相关影响因素的判断, 本研究将时间变量(年龄或尚余存活时间)、老年人的基本人口特征、社会经济状况、童年经历、健康行为以及生活环境等相关指标作为自变量, 并按照观测和个体两个层次纳入模型。

第一层次的自变量包括两个时间变量: 基于每次访问时间来确定距离老年人死亡的时间长度; 以访问时的年龄来反映个体的衰老进度。

第二层次的自变量包括 5 个部分:以性别和城乡属性作为基本人口特征变量;考虑到已有研究发现教育水平与生活自理能力之间的关系不显著(顾大男、曾毅,2004),本研究将 60 岁以前所从事的主要职业作为社会经济特征变量;以童年是否经常挨饿来反映童年生活经历;以现在或过去是否经常锻炼作为健康行为变量;将去世前家里有无厕所作为生活环境变量。除最后的生活环境变量与老年人的临终状态更加贴近以外,性别、城乡、社会经济属性以及童年经历和健康行为对老年人生命历程中活动能力变化轨迹的影响都是一个漫长的过程,因而本研究会在分析中考虑这些因素对 ADL 变化速度的影响。

#### 4 高龄老年人的生存时间及生活自理能力

##### 4.1 样本的基本特征

比较表 1 中不同特征人群在样本中的分布可以发现,在样本人群中,女性的数量超过男性,比例达到 59.21%。越早出生的队列中,女性的比重越高,这与女性的预期寿命高于男性的规律相符。样本人群中,以居住在农村的老年人居多,约占总体的 61%,但就所从事的主要职业而言,还是以非农业为主,其中 60 岁以前主要职业是工人或军人的老年人的比重超过 56%。3 个队列人群的童年期恰逢中国社会动荡时期,有接近 70% 的被访者自报童年时经常挨饿,其中在 1919~1928 年的出生队列中这一比例超过 73%。老年人中大多没有经常进行身体锻炼的习惯,现在或过去经常进行身体锻炼的老年人在年轻的队列人群中比重较高,他们在 1919~1928 年出生队列中所占的比例接近 37%。

表 1 样本人群的特征变量取值分布  
Table 1 Distribution of Variables in the Sample

变量	样本人群			
	1899~1908	1909~1918	1919~1928	总体
死亡年龄(岁)	100.87	92.39	85.62	95.16
初次访问后的存活时间(年)	2.52	3.63	4.41	3.25
自变量特征分布(%)				
性别(女性):男性	29.51	47.97	55.25	40.79
城乡(城市):农村	60.85	60.94	62.52	61.14
职业(家务劳动/其他):农、牧、渔民	29.47	31.85	18.93	28.80
专业技术/管理人员	3.08	6.05	7.16	4.88
工人/军人	56.19	52.70	68.87	56.75
童年是否经常挨饿(否):是	69.60	68.59	73.26	69.76
现在/过去是否经常锻炼(否):是	29.28	34.55	36.94	32.55
去世前家里有无厕所(有):无	13.22	13.00	12.85	13.08
样本规模(个)	9809	8659	3354	21822

资料来源:表中数据为本文根据 1998~2014 年 CLHLS 调查数据汇总计算得到,后文图表资料来源同表 1。

##### 4.2 高龄老年人的存活时间

3 个出生队列人群的平均死亡年龄为 95.16 岁(见表 1),其中,1899~1908 年出生队列人群的平均死亡年龄最高,达到 100.87 岁;1919~1928 年出生队列人群的平均死亡年龄最低,为 85.62 岁。以预期寿命随着时间推移不断延长的规律推算,越晚出生的队列人群至最后一次调查时的存活比率越高,平均死亡年龄越低,因而死亡的选择效用影响越小。就首次观测至死亡时点的时间长度而言,3 个队列中,1919~1928 年出生队列人群的平均存活时间最长,达到 4.41 年;1909~1918 年出生队列人群次之,为 3.63 年;1899~1908 年出生队列人群的平均存活时间最短,仅 2.52 年。

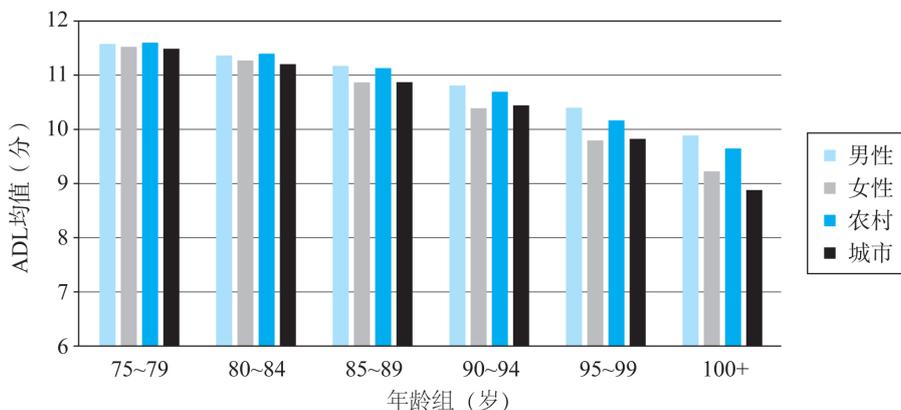
##### 4.3 高龄老年人的生活自理能力

如图 1 所示,老年人的生活自理能力随年龄增长呈缓慢下降趋势,但即使在百岁以上的老年人群

中,他们的生活自理能力得分也大多超过9分,这表明样本人群的生活自理能力普遍维持在较好的状态。与75~89岁的较低年龄组老年人相比,生活自理能力的年龄差异在90岁及以上的较高年龄组老年人中表现得更为突出,这与以往研究发现的老年人生活自理能力与年龄之间的非线性关系相吻合。此外,老年人的生活自理能力存在性别和城乡差异,男性老年人的生活自理能力优于女性老年人,农村老年人的生活自理能力得分超过城市老年人,上述差异可能是死亡的选择作用和社会经济背景的保护作用所共同产生的效果。

图1 五岁组老年人的ADL平均得分

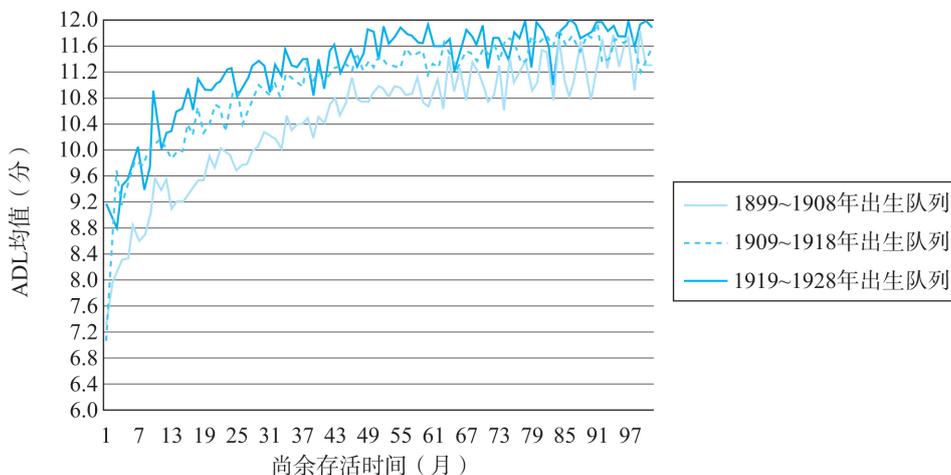
Figure 1 Mean Values of ADL Scores for Five-year Age Groups



出生与死亡是个体衰老进程的起点和终点,死亡前的尚余存活时间是在日历年龄之外,反映个体衰老进程的另一个时间变量。图2中展示了按照尚余存活时间对样本老年人的生活自理能力得分进行统计的结果,可以发现,随着与死亡时点间隔的缩短,老年人的生活自理能力逐渐下降,而且在临近死亡的两年左右的时间,生活自理能力出现加速下降态势。比较1899~1908、1909~1918和1919~1928年3个出生队列人群的生活自理能力下降过程可以发现,与较晚出生的老年人群相比较,较早出生的老年人群的生活自理能力相对较低,这一差异在临近死亡时更为突出,这可能与该队列人群较高的死亡年龄有关。

图2 老年人临终前的ADL平均得分变化轨迹

Figure 2 Mean Values of ADL Scores of the Elderly in Their Remaining Survival Time (RST)



## 5 高龄老年人生活自理能力变化过程中的年龄和队列效应

### 5.1 回归模型中时间变量的选择

对老年人生活自理能力与年龄和尚余存活时间之间关系的已有研究表明,随着时间的推移,老年人生活自理能力呈现加速下降态势。时间和生活自理能力之间的非线性关系可以通过在模型中引入时间变量的多项式来实现,但是多项式的具体形式还需要通过比较模型的拟合优度来进行选择。此外,对于时间变量的选取,究竟是年龄还是尚余存活时间对生活自理能力变化过程的解释力更强,也需要通过比较模型的回归结果来实现。

在多层线性回归模型中引入时间变量的多项式时,为了赋予回归结果中的截距值更强的现实意义,本研究对时间变量做了中心化处理,分别以年龄和尚余存活时间的均值,即91岁和3年作为两个时间变量<sup>①</sup>的新零点。以时间变量和截距作为固定效应预测参数,以截距的随机效应来反映不同个体之间生活自理能力水平的差异,从而得到线性混合效应模型。模型1和模型2的具体形态如前文公式(2)所示。在后续的模型3、4和5中,当以尚余存活时间为时间变量时,将引入模型的年龄作为随时间变化的自变量,模型具体形态如前文公式(3)所示。

模型1和模型2分别以年龄和尚余存活时间为自变量解释生活自理能力的变化过程,从模型的拟合效果来看,模型2的AIC值(Akaike Information Criterion Index)较小,拟合优度更高,表明尚余存活时间对老年人生活自理能力变化轨迹的预测力更强。模型3在模型2的基础上加入了年龄作为随时间变化的自变量,从而在控制年龄的情况下,观察随尚余存活时间缩短而发生的生活自理能力的变化。与模型2相比,模型3的AIC值下降了近1098,自由度增加1,对应的 $P$ 值 $<0.001$ ,上述卡方检验结果表明模型3的拟合效果取得显著改进。模型4在模型2的基础上增加了尚余存活时间的三次项,拟合优度也有显著的提高。综合模型3和模型4的拟合效果,模型5同时增加了尚余存活时间的三次项和观测时被访者的年龄作为预测变量,与模型4相比,模型5的AIC值更低,卡方检验对应的 $P$ 值 $<0.001$ ,改进后的模型拟合效果显著优于其他模型。

表2 应用线性混合效应模型对高龄老年人ADL变化趋势的拟合结果

Table 2 Regression Estimates for the Mixed HLM of ADL of the Oldest-old

	系数				
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5
截距	10.649	10.742	10.801	10.900	10.969
age-91	-0.107		-0.074		-0.075
$(age-91)^2/100$	-0.229				
RST-3		0.451	0.375	0.441	0.363
$(RST-3)^2/100$		-4.039	-4.047	-8.386	-8.638
$(RST-3)^3/100$				0.514	0.543
截距方差	2.058	2.433	2.160	2.462	2.177
残差	5.235	4.751	4.750	4.690	4.692
自由度	5	5	6	6	7
AIC	176901.649	175652.416	174554.432	175414.004	174283.876

### 5.2 高龄老年人尚余存活时间中生活自理能力的变化趋势及其队列差异

为了揭示不同队列人群的生活自理能力变动轨迹,模型6在模型5的基础上纳入出生队列标志,

<sup>①</sup> 据此,本研究在回归模型中将中心化后的时间变量“年龄”命名为“age-91”,将中心化后的时间变量“尚余存活时间”命名为“RST-3”。

将其作为不随时间变化的自变量,以揭示老年人群在生活自理水平(截距)及其变化轨迹(斜率)上存在的队列差异(见公式(3))。表3中的回归分析结果表明,随着年龄的增加,老年人的生活自理能力逐渐下降,距离死亡时点越近,生活自理能力受损的程度越高。与增龄带来的生活自理能力下降相比较,尚余存活时间的缩短对老年人ADL的影响幅度更大。模型5的回归结果显示,老年人的年龄每增1岁,ADL将下降0.075分,而其剩余的存活时间每减少1年,ADL将下降0.363分。在模型6~8中陆续引入了其他自变量来解释ADL的变化后,年龄与尚余存活时间对老年人ADL影响幅度的差异有所变动,但是根本的模式并未发生改变,即与年龄相比,死亡的临近对ADL的影响更为强烈。如果以寿命和ADL为标准来衡量人类的生理衰老进程,那么上述分析中揭示的尚余存活时间与ADL之间的动态关系或许可以为人类的生理衰老进程随人口预期寿命的延长不断减缓的判断提供佐证。

表3中对老年人的ADL随时间变化的拟合结果显示,尚余存活时间(RST-3)与ADL之间存在非线性关系。模型5中的常数项取值为10.969,这一数值在现实中代表了年满91岁且还可以继续存活3年的老年人群的ADL平均得分。回归模型中RST-3的二次项回归系数为负值说明随着死亡的临近,老年人的生活自理能力呈现加速下降趋势,但RST-3的三次项回归系数为正值则表明这种加速下降的态势将逐渐减弱。

模型6中增加了出生队列作为老年人不随时间变化的特征变量,回归结果显示,1899~1908、1909~1918和1919~1928年3个出生队列的老年人群的ADL水平存在显著差异,越早的出生队列的ADL状态越好。对于91岁且还可以继续存活3年的老年人而言,1919~1928年出生队列人群的ADL均值为10.751,1909~1918年出生队列人群的ADL均值为11.018,1899~1908年出生队列人群的ADL均值为11.025。但是,比较3个出生队列与尚余存活时间的交互项回归系数可以发现,越早出生的队列人群中,ADL的下降速度越快,但是加速下降持续的时间相对较短。综合均值与变化速度的拟合结果可以推断,在具有相同日历年龄的老年人群中,较早出生队列中的老年人生活自理能力状态较好,在接近生命终点时,ADL快速下降,与较晚的出生队列人群相比,前者处于生活自理能力严重受损的时间相对较短,因此需要长期照护服务的时间较短,对高强度服务的需求数量较少。本研究推测,处于不同出生队列的同龄人群所经历的死亡选择作用存在一定程度的差异,可能会导致现有存活人群在生活自理能力的变化轨迹上出现差别。与较晚出生的队列人群相比,较早出生的队列人群经历了更加严苛的死亡淘汰过程,他们需要更加健壮的体魄才能存活至与后辈相同的年龄,因而使得存活人群表现为受到衰老和疾病的侵扰较少,能够在生命历程中维持相对较长时间的生活自理能力完好状态。但是,也不排除社会发展进程所导致的养老资源上的队列差异,较早出生的队列在失能后无法得到良好的照护,从而导致其带残存活时间相对较短。上述两种因素并非相互矛盾,可能会同时影响老年人的健康状况和生活自理能力。

在模型8中控制了其他人口特征、社会经济特征、童年经历、健康行为、生活环境等相关因素后发现,高龄老年人在生命历程的最后3~4年时间内生活自理能力将出现快速下降,生活自理能力平均水平的队列间差距扩大,但是在下降速度上表现出的差异缩小。观察RST-3的二次项回归系数可以发现,与模型5相比,高龄老年人生活自理能力的下降速度进一步放缓,这一趋势在较早出生的队列人群中表现得尤为突出。控制相关因素后所出现的队列差异变化进一步凸显了死亡的选择作用,尽管较早的出生队列样本拥有更高的平均死亡年龄,但生活在近似的社会经济条件和生活环境中,他们却表现出更加良好的生活自理状态,生活自理能力下降速度及带残存活时间也与后续队列更加接近。上述事实说明,老年人活动能力的队列差异中至少有部分应该归因于社会经济背景、童年经历、健康行为和生活环境等相关因素的影响。在排除其他社会经济因素的影响后,高龄老年人在生命最后阶段的生活自理能力变化轨迹具有一定的趋同性,寿命的延长仅带来了衰退轨迹的微弱变化。这一结

论与 1990 年代以来许多欧洲国家老年人口处于活动能力重度受损状态下的时间未出现明显增加的事实相吻合( Robine et al. , 1999) 。因此, 在相对稳定的社会经济环境下, 随着老年人口的预期寿命不断延长, 基于基本生活自理能力而估算的健康预期寿命在余寿中的比重将持续扩张。

表 3 应用线性混合效应模型对高龄老年人 ADL 变化趋势的回归分析结果

Table 3 Results from Mixed HLM of ADL of the Oldest-old

	系数			
	模型 5	模型 6	模型 7	模型 8
截距	10.969 <sup>***</sup>	10.751 <sup>***</sup>	9.868 <sup>***</sup>	9.878 <sup>***</sup>
age-91	-0.075 <sup>***</sup>	-0.082 <sup>***</sup>	-0.078 <sup>***</sup>	-0.079 <sup>***</sup>
RST-3	0.363 <sup>***</sup>	0.318 <sup>***</sup>	0.317 <sup>***</sup>	0.450 <sup>***</sup>
(RST-3) <sup>2</sup> /100	-8.638 <sup>***</sup>	-8.277 <sup>***</sup>	-7.977 <sup>***</sup>	-7.861 <sup>***</sup>
(RST-3) <sup>3</sup> /100	0.543 <sup>***</sup>	0.524 <sup>***</sup>	0.506 <sup>***</sup>	0.484 <sup>***</sup>
出生队列(1919~1928)				
1899~1908		0.274 <sup>***</sup>	0.377 <sup>***</sup>	0.387 <sup>***</sup>
1909~1918		0.267 <sup>***</sup>	0.308 <sup>***</sup>	0.312 <sup>***</sup>
性别(女性)				
男性			0.411 <sup>***</sup>	0.393 <sup>***</sup>
城乡(城市)				
农村			0.422 <sup>***</sup>	0.405 <sup>***</sup>
职业(家务劳动/其他)				
农、牧、渔民			0.261 <sup>***</sup>	0.253 <sup>***</sup>
专业技术/管理人员			-0.225 <sup>**</sup>	-0.231 <sup>**</sup>
工人/军人			0.284 <sup>***</sup>	0.287 <sup>***</sup>
童年是否经常挨饿(否)				
是			-0.081 <sup>*</sup>	-0.077 <sup>*</sup>
现在/过去是否经常锻炼(否)				
是			0.552 <sup>***</sup>	0.560 <sup>***</sup>
去世前家里有无厕所(有)				
无			0.150 <sup>***</sup>	0.152 <sup>***</sup>
与 RST 交互				
出生队列(1919~1928)				
1899~1908		0.088 <sup>***</sup>	0.083 <sup>***</sup>	0.066 <sup>***</sup>
1909~1918		0.024 <sup>+</sup>	0.025 <sup>*</sup>	0.019
性别(女性)				
男性				-0.069 <sup>***</sup>
城乡(城市)				
农村				-0.076 <sup>***</sup>
职业(家务劳动/其他)				
农、牧、渔民				-0.054 <sup>**</sup>
专业技术/管理人员				0.029
工人/军人				-0.038 <sup>*</sup>
童年是否经常挨饿(否)				
是				0.023 <sup>*</sup>
现在/过去是否经常锻炼(否)				
是				-0.076 <sup>***</sup>
AIC	174283.876	174238.387	173493.877	173366.610

注: \*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*  $p < 0.05$ , +  $p < 0.1$ ; 括号内为参照类。

## 6 高龄老年人生活自理能力的内部差异

为了更加准确地识别高龄老年人生活自理能力随时间变化的趋势,模型7中纳入了老年人的人口特征、社会经济特征、童年经历、健康行为以及生活环境等因素,以揭示各类人群在生活自理能力水平上的差异(见表3)。此外,考虑到性别、城乡、社会经济特征、童年经历以及健康行为对老年人生命历程中活动能力变化轨迹的影响的长期性,模型8中增加了上述变量与尚余存活时间的交互项,以评估各类特征对生活自理能力下降速度的影响。模型7的回归结果显示,对于具有相同历年年龄的老年人而言,不同特征的高龄老年人群的生活自理能力水平存在明显差别。综合模型8中引入交互项后对下降速度的考察可以发现,老年人死亡前的活动能力变化轨迹存在明显的性别和城乡差异,社会经济状况、童年经历、健康行为以及生活环境的不同会导致他们的活动能力衰退轨迹出现偏差。

在控制了年龄、城乡、职业和童年经历、健康行为、生活环境等相关特征属性之后,可以发现,男性老年人在死亡前一段时间的生活自理能力状态明显优于女性,这符合以往研究中对男性“活得短,但活得更健康”的判断。相对较低的死亡年龄和疾病负担降低了他们对外界照料的需求,男性老年人的余寿中生活能够自理的时间所占的比重要超过女性。老年女性正在成为家庭和社会长期照料服务的主要目标人群。

模型8的回归结果表明,不同社会经济背景的老年人之间的生活自理能力状态及其变化轨迹存在显著差异。与农村老年人相比,城市老年人的生活自理能力较差,且在去世之前生活自理能力的下降幅度更加明显;60岁之前以专业技术或管理工作为主要职业的老年人的生活自理能力也明显弱于从事其他职业的人群,他们在去世之前的生活自理能力下降幅度要超过以农牧渔业、工人或军人为主要职业的老年人群。以上事实说明,这两类人群在去世之前的生活自理能力衰退更为严重,需要接受他人照料的时间长度和照料强度明显超过其他人群。本研究推测,死亡的选择作用是导致上述现象出现的主要原因:城市老年人和专业技术管理人员拥有相对较好的社会经济条件以及医疗和日常照料资源,他们可以在生活自理能力受限的情况下维持长时间的存活。换言之,这两类老年人在余寿中处于生活自理能力带残存活状态的时间相对较长,因此需要长时间和高强度的照料服务。

童年期良好的营养状况和成年期经常性的锻炼身体有利于维持个体的身体健康,这类人群通常会具有良好的内在能力。与其他老年人群相比,他们在进入老年期后可以更长时间地保持生活自理能力完好状态。综合上述两类人群在去世之前的生活自理能力水平和衰退速度可以推断:衰老和疾病对他们的生活自理能力的影响较小,他们生命周期中处于生活自理能力受限状态的时间较短,生活自理能力缺损的程度较低,因失能而带来的日常照料负担较轻。

## 7 研究结论

本文对1899~1908、1909~1918和1919~1928年出生的3个队列人群的分析表明,在高龄老年人的生活自理能力变化过程中,年龄效应和队列效应同时存在。不同出生队列的人群在死亡之前的生活自理能力变化过程存在显著差异,这种队列差异部分源自老年人不同的社会经济背景、童年经历、健康行为和生活环境。但即使在控制上述因素之后,队列差异仍然存在,较早出生的队列人群生活自理能力相对较好,他们在去世之前需要接受长期照料的时间和强度均低于较晚出生的队列。然而,由于3个队列样本的死亡年龄和死亡水平存在差别,特别是1919~1928年的出生队列中因为最后调查时点存活而被剔除出研究人群的比例偏高。在排除上述因素之后,队列效应的影响力还有待更进一步的评估。

对CLHLS调查数据的回归分析结果表明,年龄对高龄老年人生活自理能力衰退轨迹的影响较弱,而距离死亡的时间长度对高龄老年人生活自理能力具有更好的预测性。在正常的因为衰老和慢性疾病所导致的死亡模式下,不同死亡年龄的老年人在生活自理能力发展轨迹上具有一定的趋同性。

本研究在比较不同出生队列人群在尚余存活时间内的生活自理能力变化过程后发现,个体处于生活自理能力受限状态的时间相对稳定,随着人口预期寿命的延长,生活自理能力的衰退过程不断延迟。虽然与工具性生活自理能力相比,外界干预对基本生活自理能力的改善作用较小,但是因为这一能力受限而产生的照料服务需求并不会陷入持续快速增长状态。因此,在人口老龄化不断加剧,高龄化趋势日益显现的社会背景下,家庭、政府和社会应该以更加乐观的心态来审视失能老年人的照料问题。

老年人在生活自理能力的衰退过程中表现出明显的内部异质性,由此导致各类老年人由于生活自理能力受限而产生的日常照料服务需求存在明显差异。研究发现,男性老年人的生活自理能力普遍优于女性人群,死亡前生活自理能力的下降速度也更为缓慢。女性在老年期相对较高的照料服务需求将会导致她们的家庭和社会地位进一步恶化,而倡导健康管理、抑制慢性疾病对老年人日常活动能力的影响将对消除生活自理能力中的性别差异、提高老年女性的生活质量,发挥积极的作用。

与其他高龄老年人相比,城市人群和60岁以前主要从事专业技术和管理工作的老年人的生活自理能力相对较低,他们在生命最后阶段会经历更大幅度的生活自理能力衰退。与农村老年人相比,城市老年人的收入更为稳定、医疗服务可及性更高、预期寿命较长;而专业技术和管理人员与其他职业人群相比,拥有更加充足的社会经济资源为老年生活提供支持。上述两类人群的生活自理能力及其变化过程表明,他们在去世之前会需要相对较长时间和高强度的照料服务,而良好的社会经济状况可以支持其获得更多的优质照料资源,使得他们可以在生活自理能力受损的情况下得以长时间存活。另一方面,较差的社会经济条件会通过死亡的选择作用筛选出足够强壮的个体进入老年期,导致经济状况较差的老年人群的生活自理能力反而优于其他人群。随着婴幼儿和成年期人口死亡率水平的持续下降,死亡的选择作用减弱,社会经济背景引发的老年人生活自理能力发展轨迹的差异将更多地通过健康生活方式、医疗和照料资源等保护渠道发挥作用。

此外,本研究还发现,个体在童年期获得充足的营养以及在成年期坚持经常性的健身活动可以使其在进入老年期后维持长时间的生活自理能力完好状态,降低衰老和疾病对活动能力的影响,减轻照料负担,促进健康老龄化。社会的发展使得后续出生队列的人群可以在成年期获得更好的生活条件,近年来社会对健康生活方式的倡导也使得越来越多的中年人养成了健身锻炼的习惯,这些变化都将改善未来老年人群的活动能力发展轨迹,降低老年人在生命的最后旅程中对外界照料支持的需求。

在本研究中,由于样本人群的生活环境较为稳定,基线调查收集的社会、经济和生活环境等相关信息在跟踪访问时发生变动的概率很低,因而导致时期效应未受到充分关注。但是,基于对相关变量的影响分析和变化趋势可以预期,这种时期效应更有可能表现为老年人失能发生时间的延迟和带残存活时间的延长。尽管如此,预期寿命的延长所带来的老年人的失能风险和失能后的存活时间的变化相对较小。失能与个体的尚余存活时间而非生理年龄之间有着更为密切的关系,这一发现会降低人们对未来失能老年人照料负担快速上升的悲观预期。而且,在人口预期寿命增长模式已知的情況下,上述结论将有助于更加准确地预测活动能力下降而带来的老年人照料需求的变动。

虽然本研究尽可能地利用多次跟踪调查数据来再现老年人生活自理能力的变化过程,但受到数据的限制,研究仍旧存在缺憾:首先,由于未完成对3个队列全部样本人群死亡前的跟踪,可能会导致本文对于队列效应的估计存在一定的偏差;其次,由于CLHLS项目在对2012年之前的存活老年人的跟踪调查中未涉及生活环境设施的相关信息,本文无法就生活环境设施对生活自理能力变化过程的影响展开更深入的研究,对于生活条件变化产生的时期效应也需要进一步的评估。

## 参考文献/References:

- 1 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. *中国人口科学*,2004; S1: 16-23 ,176  
Gu Danan and Zeng Yi. 2004. Social-Demographic Effects on the ADL Dynamics among Oldest-old. *Chinese Journal of Population Science Special Issue S1*: 16-23 ,176.
- 2 巫锡炜. 中国高龄老年人残障发展轨迹的类型: 组基发展建模的一个应用. *人口研究* 2009; 4: 54-57  
Wu Xiwei. 2009. Type of Development Trajectory of Functional Status among the Oldest-old Chinese: An Application of Group-based Modeling of Development. *Population Research* 4: 54-57.
- 3 曾毅,冯秋石, Therese Heskett, Kaare Christensen, J. W. Vaupel. 中国高龄老年人健康状况和死亡率变动趋势. *人口研究* 2017; 4: 22-32  
Zeng Yi, Feng Qiushi, Therese Heskett, Kaare Christensen and Vaupel J. W. 2017. Trends of Disability and Mortality among the Oldest-Old in China. *Population Research* 4: 22-32.
- 4 Christensen K., Doblhammer G., Rau R., and Vaupel J. W. 2009. Ageing Populations: The Challenges ahead. *Lancet* 374: 1196.
- 5 Fong J. H., and Feng J. 2018. Comparing the Loss of Functional Independence of Older Adults in the U. S. and China. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 74: 123-127.
- 6 Fries J. F. 1980. Aging, Natural Death and the Compression of Morbidity. *New England Journal of Medicine* 303: 130-135.
- 7 Freedman V. A., Martin L. G., Schoeni R. F., and Cornman J. C. 2008. Declines in Late-life Disability: the Role of Early and Mid-life Factors. *Social Science and Medicine* 66: 1588-1602.
- 8 Gruenberg E. M. 1977. The Failure of Success. *Milbank Q* 55: 3-24.
- 9 Heikkinen E. 2003. What are the Main Risk Factors for Disability in Old Age and How Can Disability be Prevented? <http://www.euro.who.int/document/E82970>.
- 10 Hirsch C. H., BuřkováP., Robbins J. A., Patel K. V., and Newman A. B. 2012. Predicting Late-life Disability and Death by the Rate of Decline in Physical Performance Measures. *Age and Ageing* 41: 155-161.
- 11 Hou C., Ping Z., Yang K., et al. 2018. Trends of Activities of Daily Living Disability Situation and Association with Chronic Conditions among Elderly Aged 80 Years and Over in China. *Journal of Nutrition Health Aging* 22: 439-445.
- 12 Hubert H. B., Bloch D. A., Oehlert J. W., and Fries J. F. 2002. Lifestyle Habits and Compression of Morbidity. *Journals of Gerontology: Biological Sciences and Medical Sciences* 57 A: 347-351.
- 13 Kaplan G. A., Strawbridge W. J., Camacho T., and Cohen, R. D. 1993. Factors Associated with Change in Physical Functioning in the Elderly: A Six-year Prospective Study. *Journal of Aging and Health* 5: 140-153.
- 14 Kaneda T., Zimmer Z., Fang X., and Tang Z. 2009. Gender Differences in Functional Health and Mortality among the Chinese Elderly: Testing and Exposure versus Vulnerability Hypothesis. *Research on Aging* 31: 361-388.
- 15 Liang Y., Song A., Du S., Guralnik J. M., and Qiu C. 2015. Trends in Disability in Activities of Daily Living among Chinese Older Adults, 1997 - 2006: The China Health and Nutrition Survey. *Journal of Gerontology: Biological Sciences and Medical Sciences* 70A: 739-745.
- 16 Leigh J. P., and Fries J. F. 1992. Disability in Occupations in a National Sample. *American Journal of Public Health* 82: 1517-1524.
- 17 Mor V., Wilcox v., Rakowski W., and Hiris J. 1994. Functional Transitions among the Elderly: Patterns, Predictors and Related Hospital Use. *American Journal of Public Health* 84: 1274-1280.
- 18 Manton K. G. 1982. Changing Concepts of Morbidity and Mortality in the Elderly Population. *Milbank Q* 60: 183-244.
- 19 Manton K. G., Gu X. L., and Lamber V. L. 2006. Change in Chronic Disability from 1982 to 2004 - 2005 as Measured by Long-term Changes in Function and Health in the U. S. Elderly Population. *The National Academy of Science* 13: 18374-18389.
- 20 Martin L., Feng Q., Scheoni B., and Zeng Y. 2014. Trends in Function and Activity Limitations among Chinese Oldest-old, 1998 to 2008. *Population and Development Review* 40: 475-495.

- 21 Martin L. G. ,and Schoeni R. F. 2014. Trends in Disability and Related Chronic Conditions among the Forty-and-over Population: 1997 – 2010. *Disability and Health Journal* 7: S4-S14.
- 22 Nagi S. Z. 1965. *Some Conceptual Issues in Disability and Rehabilitation*. Washington: American Sociological Association.
- 23 Peeters G. ,Dobson A. J. ,Deeg D. J. H. ,and Brown W. J. 2013. A Life-course Perspective on Physical Functioning in Women. *Bulletin of the World Health Organization* 91: 661-670.
- 24 Robine J. M. ,and Michel J. P. 2004. Looking Forward to a General Theory on Population Aging. *Journal of Gerontology: Biological Sciences and Medical Sciences* 59A: 590-597.
- 25 Robine J. M. ,Romieu I. ,and Cambois E. 1999. Health Expectancy Indicators. *Bulletin of WHO* 77: 181-185.
- 26 Schoeni R. F. ,Freedman V. A. ,and Martin L. G. 2008. Why is Late-Life Disability Declining? *Milbank Q* 86: 47-89.
- 27 Schultz G. ,and Shoven J. 2008. *Putting Our House in Order: A Guide to Social Security and Health Care Reform*. New York: Norton.
- 28 Zimmer Z. ,Martin L. G. ,Nagin D. S. ,and Jones B. L. 2012. Modeling Disability Trajectories and Mortality of the Oldest-Old in China. *Demography* 49: 291-314.

( 责任编辑: 陈佳鞠 收稿时间: 2019 - 01)