

老龄问题研究

中国老年人虚弱变化轨迹及其分化： 基于虚弱指数的考察^{*}

巫锡炜 刘 慧

【内容摘要】虚弱指数近年来被广泛应用于研究老年人的健康和虚弱变化速度,以刻画老化引起的虚弱程度的动态过程。基于生命历程视角,文章强调从队列内认识和理解虚弱轨迹变化的意义,认为一个合适的理解队列内虚弱指数变化轨迹模式的框架应当满足3个重要属性:随机变异、轨迹分化与累积劣势。进一步,将此3个重要属性整合到增长曲线模型中,赋予参数具体含义,运用中国老年人健康长寿影响因素跟踪调查数据加以考察。初步分析结果表明:中国老年人虚弱程度随着年龄推移加速上升,但这种加速上升态势在超高龄老年人中消失了;中国老年人虚弱变化轨迹存在明显的分化,这种分化背后隐含着累积劣势机制,不过,其主要体现为组内而非组间累积劣势。

【关键词】虚弱指数;增长曲线模型;累积劣势;生命历程视角

【作者简介】巫锡炜,中国人民大学人口与发展研究中心副教授;刘慧,国家统计局人口和就业统计司副主任科员。北京:100872

Frailty Trajectory and Its Differentials among Older Adults in China: An Investigation Based on Frailty Index

Wu Xiwei Liu Hui

Abstract: Frailty index has been widely used to study the speed of change in frailty among older adults, and to depict the dynamic process of frailty caused by aging in recent years. Taking life course perspective as theoretical background, this study emphasizes the implications of observing and understanding the frailty trajectory within cohort, and also assumes that a framework for understanding the intra-cohort pattern of frailty should have three essential properties: random variability, trajectory heterogeneity, and cumulative disadvantage. Furthermore, relating these three properties to the specific parameters for growth curve models, datasets from China Longevity and Health Longitudinal Survey is applied to test them. The primary results indicate that frailty trajectory follows a U-shaped curve, but there is significant between-person variation, and within-group rather than between-group cumulative disadvantage mainly explains how the frailty trajectory differentiates.

Keywords: Frailty Index, Growth Curve Model, Cumulative Disadvantage, Life Course Perspective

Authors: Wu Xiwei is Associate Professor, Center for Population and Development Studies, Renmin University of China; Liu Hui is Senior Staff Member, Department of Population and Employment Statistics, China National Bureau of Statistics. Email: wuxiwei@ruc.edu.cn

^{*} 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)的资助。

1 问题提出

近 20 年来,为弥补以往老化测量指标的缺陷,以综合反映老年人的健康与老化状况,老年学和人口学研究领域的国外学者们借鉴并日益使用一个传统上用于研究个体在疾病和死亡方面易感性(Susceptibility)差异的概念——虚弱(Yang and Lee 2010),并基于一系列指标构建出虚弱指数(Frailty Index)来测量老年人的虚弱程度,反映其存在的健康风险。

作为能够有效衡量个体虚弱程度或健康损失的综合指标,虚弱指数近年来在病理学、医学、老年学和人口学研究中越来越受到关注,在国际上被广泛应用于研究老年人的健康和虚弱变化速度,以刻画老化引起的虚弱程度的动态过程。国内学术界以虚弱指数作为个体虚弱程度测量指标探究个体虚弱变化轨迹的研究还很不充分,仍处于起步阶段(曾宪新 2010)。顾大男等人(2007)首次基于老年人调查数据构建了虚弱指数,并探讨了其与痛苦死亡之间的关系。曾宪新(2010)和梁荫基(2010)则对国外已有相关研究加以综述和推介,集中介绍了虚弱的概念及其测量以及近年来围绕虚弱指数开展的实证研究,以推动国内学者开展这一领域的研究。潘国英等人(2015)基于 2011 年中国老年人健康长寿影响因素跟踪调查数据,用截面调查数据分析了造成高龄老年人虚弱指数个体差异的因素,发现虚弱指数可能受到个体和区域等多种因素的影响。黄匡时等人(2012)利用中国老年人健康长寿影响因素跟踪调查 1998~2011 年采集的 6 轮数据,以虚弱指数作为测量指标,对高龄老年人的老化率进行了分析,并探究了影响个体老化率的有关因素。杨磊和王延涛(2016)则利用中国老年人健康长寿影响因素跟踪调查 2002~2011 年采集的 4 轮数据,对中国老年人虚弱指数与死亡风险及其队列差异做了分析。

个体虚弱程度具有明显的过程性、累积性特征,同一队列在相同的时代背景中出生,在一样的历史环境中成长和变老,所面对的社会结构又相似,因此,老化变化上会有相似的地方,比较和分析队列间老化变化的差异因而也是非常必要的。然而,个体在生活经历、健康行为、社会经济地位等诸多方面存在差异,故同一队列的老年人在老化的变化上既有共性,也有特性。所以,也不可忽视队列内不同老年人在老化变化上的个体间变异。现有研究中,杨磊和王延涛(2016)虽在分析中考虑了不同老年人在虚弱指数变化上的个体间变异,但其关注点仍是比较队列间差异,而且,与其他同主题的研究一样,该研究也缺乏一个理论上的分析框架,因而既难以更为一般性地与健康研究、老年医学等领域中相关的理论问题联系起来,也忽略了虚弱状况的变化实际上是在个体生命历程展开中动态地发生着的。综上,目前有关中国老年人个体虚弱变化轨迹的研究还有可拓展的空间。

为此,本研究试图利用中国老年人健康长寿影响因素跟踪调查数据^①构建虚弱指数,并基于生命历程视角,探讨以下 3 个相互关联的问题:

- (1) 我国老年人的虚弱变化轨迹呈现出什么样的一般性特征?
- (2) 老年人之间在虚弱变化轨迹上是否存在明显的分化(即个体差异)?
- (3) 虚弱变化轨迹分化的机制是什么?

2 理论视角与研究假设

2.1 生命历程视角

生命历程视角关注社会结构、社会变化与个体之间的相互作用,强调受社会变迁影响的一系列生

^① 本研究使用的数据来自北京大学健康老龄与发展研究中心组织管理的“中国老年人健康长寿影响因素跟踪调查”。该调查得到国家自然科学基金(项目批准号:71233001 和 71110107025)、NIH(项目批准号:R01AG023627)和联合国人口基金的联合资助。感谢该中心允许作者将该数据用于本次研究。该项目以及数据的详细信息可参见 <http://web5.pku.edu.cn/ageing/html/projects.htm>。

命事件在个体生活中出现的先后顺序和转换过程对个体日后生活的影响。该视角不再将不同观测点的状态孤立起来,而是将个体在生命不同阶段、不同观测时点暂时性的状态联系起来构成具有连续性的生命历程。近几十年来,生命历程理论在社会学、心理学、流行病学和经济学领域引起广泛关注,大量实证研究也证实该视角可以应用到个体层面追踪数据的研究中,且具有优越性(Elder,1985; Dannefer 2003; Elman and Angela 2004; Mayer 2009)。具体而言,该视角试图在微观个体与宏观结构之间架起一道桥梁,综合累积的、造成异质性的各种微观与宏观因素,透过个体、组织和制度背景,以求发现高于个体的社会形塑作用,考察个体在这些因素作用下的调适与建构。

尽管目前从生命历程视角出发对老年健康的研究越来越多,但是这些研究多是讨论不同特征群体健康状况的差异,对健康状况的变化过程(即发展轨迹)的研究很少,而对老年虚弱的研究就更少。

老年人虚弱状况的现有研究主要关注两个方面的过程:队列间变异和队列内变异。队列间变异源于不同队列进入老年期时间的不同;队列内变异则源于相同队列内不同个体伴随年龄增长而出现的变异(Ryder,1965; Alwin and Krosnick,1991)。队列间变异强调不同的社会背景、时代条件在虚弱变化轨迹及其分化中的效应;队列内变异则强调年龄在虚弱变化轨迹及其分化中的效应。因此,研究队列内变异的方法是一种常见的人口学方法,即通过构建一个综合性的队列,跟踪不同年龄的老年人虚弱程度的分布,并总结出虚弱程度的年龄概貌(Boyd et al.,2005; Fried et al.,2001; Mitnitski et al.,2002、2005; 黄匡时等,2012)。虽然,这种“年龄概貌方法”描述了虚弱程度在不同年龄上的差异,但是,它无法展示虚弱变化的整体路径是如何随队列内不同个体的年龄增长而变化的。因此,年龄概貌方法不适用于展示微观机制如何引起宏观的虚弱状况分化。

本研究认为,虚弱状况分化应该从它的微观基础——生命历程轨迹出发来加以认识。这种视角假定个体的生命表现为一系列相关联的生命阶段(Mayer 2009; Western et al.,2012),将这些阶段连接起来构成生命历程整体。正如本研究应用生命历程轨迹不仅描绘了生命不同阶段的虚弱状况,同时还将这些时间点上的状态按照时间顺序依次连接起来展示每个人的发展轨迹。该视角既关注微观个体,也关注由微观个体构成的整体,既可以展示微观个体之间虚弱状况变化轨迹的差别,也可以看到个体及由个体构成的群体的整体轨迹的相似之处。

借鉴 Cheng(2014)分析队列内工资不平等模式时所做的讨论,从生命历程框架出发考察虚弱程度的分化必须考虑3个基本属性:虚弱指数的随机变异(随机变异属性)、个体之间虚弱指数变化轨迹上的差异(轨迹分化属性)以及个体虚弱指数的累积劣势(累积劣势属性)。下面,本研究将结合已有的相关理论和经验研究发现来介绍和说明这些基本属性的含义,就这些属性对于宏观层级的虚弱变化模式的影响提出假设,并将这些属性在模型中加以形式化。

2.2 生命历程框架的3个重要属性

本文将具体解释为什么随机变异、轨迹分化、累积劣势这3种属性对生命历程框架很重要,并引出与老年人虚弱变化轨迹分化微观机制有关的3个假设。

2.2.1 随机变异属性

由于生命历程视角假定多重生命领域的内在联系,而其中一些领域或者因素尚未明确,因而预计虚弱水平将会因那些未知因素的影响而波动或变化。有些因素可能只会产生短期影响,而有些因素,比如因重伤而残疾、中风等,则会产生较长时期的影响。基于此,本研究提出属性1(随机变异属性),即生命历程框架应当包含随机成分以捕捉虚弱的随机变异。

随机变异不仅是总体虚弱水平差异的重要部分,而且随机变异的累积自身也会对虚弱状况产生影响,从而加剧这种分化。如果意外因素(比如疾病或者伤害)的波动对个体虚弱状况产生持续性影响,那么这种看似短暂的影响则会在个体此后的生命历程中起作用,带来更大的队列内虚弱状况分

化。基于此,本研究提出关于随机变异与队列内虚弱指数分化之间关系的假设 1: 由于随机变异的累积,队列内虚弱状况分化会随生命历程的推进而增加。

2.2.2 轨迹分化属性

生命历程框架下轨迹分化的属性取决于两个概念,初始虚弱水平和虚弱发展轨迹。初始虚弱水平是指个体老年期开始阶段的虚弱程度,它可以被看作是个体老化过程的起点。虚弱发展轨迹是指个体虚弱水平从初始水平开始,随生命历程展开而发展的态势。已有不少研究讨论了个体初始虚弱指数的差异(Mitnitski et al. 2002; Goggins et al. 2005; 顾大男等 2007),少数研究讨论了虚弱(老化)发展轨迹的差异(黄匡时等 2012; 杨磊、王延涛 2016)。

虚弱变化轨迹因人而异,原因可能有多种。首先,健康损失是一个随年龄增长而不断累积的过程,在这个过程中,个体行为习惯、饮食习惯会对个体健康带来不同程度的影响。其次,遗传因素与健康息息相关。大量研究表明世界范围内男性和女性的健康状况之间存在显著差异。此外,个体的早期经历以及家庭、工作和组织背景等,比如职业类型、保健意识、婚姻转变等方面,都会对个体的健康带来潜移默化的影响。简言之,从健康损失累积的角度来看,很多因素都会对个体老化产生影响,这些影响会反映到虚弱的轨迹分化中。基于此,本研究提出属性 2(轨迹分化属性),即生命历程框架应当允许个体虚弱指数变化轨迹的分化。

虽然已有的一些研究中也提出了虚弱轨迹分化的概念(Yang and Lee 2010; 杨磊、王延涛 2016),但是,很少有研究明确地讨论其对队列内虚弱变化轨迹分化模式的影响。本研究认为,虚弱变化轨迹上的分化会导致队列内个体间虚弱水平的分化随着生命历程的推进而加剧。由于个体虚弱水平会以不同速度变化着,故初始虚弱水平几乎一样的老年人个体之间的虚弱水平随着时间推移也会呈现出不同,即可变的轨迹本身会引起个体间虚弱水平分化的加剧。因此,本研究提出假设 2: 队列内虚弱状况分化会随生命历程的推进而加剧。

2.2.3 累积劣势属性

累积劣势(Cumulative Disadvantage)概念最早由社会学家 Robert Merton(1968)提出,它是指个体在某些既定的特征上随时间推移而产生的系统性分化。20 世纪 80 年代,累积劣势概念被引入老化研究(Dannefer, 1987),分为比较研究和纵向研究两种角度,前者是结构性的视角,后者则是生命历程的视角。不过,累积劣势往往带有路径依赖的意涵。

轨迹分化属性强调的是个体之间变化轨迹的差异,而生命历程框架的第 3 个属性则强调的是个体的虚弱变化率对个体初始虚弱水平的依赖性。也就是说,虚弱变化轨迹不仅因性别、民族、婚姻等因素而异,而且那些具有较高初始水平的个体也会具有较高的增长率,也即,身体状况好的老年人会变得相对越来越好,而身体虚弱的老年人则会变得越来越虚弱。近年来,越来越多的研究将累积劣势理论应用到老年健康研究中(徐洁、李树茁 2014; 杨菊华、谢永飞 2013),考虑的因素包括居住地、教育、职业等。

不过,累积劣势是一个复杂的社会过程,它是各种机制在不同水平上共同作用的结果(Cheng, 2014)。简单地说,累积劣势的过程就是先期的劣势会在后期的发展中逐步积累,使其处境越来越差。为了更好地了解和认识老年人在虚弱变化上的累积劣势属性,本研究将累积劣势分为组间劣势和组内劣势。

组间累积劣势,是指一个社会群体在生命早期阶段相比于另一社会群体的虚弱劣势会随着生命历程的推进而加大。现有的一些研究已经证实了组间累积劣势的存在,且这些社会群体由性别、民族、受教育状况来界定(Fried et al. 2001; Mitnitski et al. 2002; Yang and Lee 2010)。

组内累积劣势,是指具有相同群体特征的个体之间的虚弱劣势会扩大。比如,那些在早期阶段就

比较健康的个体往往具有更低的虚弱增长率(Boyd et al. 2005; Fried et al. 2001)。经验上,如果在控制了观测群体的身份归属后,虚弱初始水平与虚弱变化速度之间仍存在正相关性的话,那就意味着组内累积劣势在起作用。

目前,有关虚弱或健康变化上是否存在组间和组内累积劣势的问题仍未得到系统性的考察。尽管一些研究倾向于支持累积劣势机制,但也有些研究在讨论“年龄作为平衡因素”的现象,即随着年龄的增长,个体间健康状况的差异不是增大而是变小(Yang and Lee 2009)。对此,可能的推测是:累积劣势存在于组间而非组内,或者说存在于某些社会群体之间而非其他社会群体之间。为检验这些可能性,本研究提出属性3(累积劣势属性),即生命历程框架应该既反映老年人虚弱上的组间累积劣势,也反映组内累积劣势。由此得到假设3:组内与组间累积劣势会导致队列内虚弱状况随时间推移而分化。

基于生命历程框架的3个属性,本研究形成上述3个假设。接下来,将把生命历程框架应用到具有全国代表性的追踪调查数据中,来分析中国老年人虚弱的变化轨迹及其分化,以回答本研究所提出的3个问题。

3 数据来源、变量测量与统计模型

3.1 数据来源

本研究所使用的数据源于中国老年人健康长寿影响因素跟踪调查(CLHLS)。作为使用广泛的高质量老年人调查数据,CLHLS基线调查于1998年进行,随后分别在2000、2002、2005、2008和2011年进行了跟踪调查。CLHLS基线调查和跟踪调查涵盖了我国31个省级单元中的23个,到2010年时,这23个地区的总人口为11.56亿,大约占内地总人口的85%。该项目的调查样本大体上可认为对中国大陆地区的老年人口具有代表性。

CLHLS项目的基线调查和跟踪调查涉及丰富的内容。调查内容包括老年人个人及家庭的基本状况,涵盖被调查者的社会、经济背景及家庭结构,尤其是采集了老年人本人健康状况与生活质量状况的自我评价、性格心理特征、认知功能、生活方式、日常活动能力、经济来源、经济状况、生活照料以及生病时的照料者、能否得到及时治疗与医疗费支付者等九十一个问题共一百八十多个子项上的信息。关键在于,该跟踪调查项目每轮数据都几乎完全一致地收集了包括心理特征、自评健康、生活满意度、躯体功能、器具性日常生活能力、生活自理能力、认知功能、慢性病患病情等在内的大量健康信息。这些数据是本研究构建虚弱指数的基础。此外,已有研究表明此项目所采集的数据质量非常高,包括年龄申报、死亡率、自报疾病以及其他绝大多数变量(Wang et al. 1998; Gu 2007; Zeng 2008)。

本研究将老年人定义为65岁及以上的个体。基于此,因1998年基线调查和2000年追踪调查主要针对80岁及以上高龄老年人进行,从2002年追踪调查开始加入65岁及以上老年人,故本文的分析将采用2002~2011年共计4轮调查收集到的数据。同时,样本中删除了65岁以下和105岁以上的被调查者^①,最终纳入分析的为65~105岁的32050名老年人。

3.2 变量测量

3.2.1 因变量及其测量

本研究的因变量为虚弱。在不同背景下,针对不同群体展开的虚弱状况实证研究对虚弱概念给出的界定为:虚弱是一种普遍的、正常的身体状态,它不是一种疾病,许多人的身体可以称之为虚弱,但是,他们并没有生病,年轻人也可以是虚弱的,而有许多老年人的身体状况则并不虚弱。虚弱是一种综合的、系统性的功能指标,它涵盖了身体、心理、功能、营养状况和社会调节能力等多个方面,可以

^① 有研究表明,调查中106岁及以上的年龄申报质量可能较差(Zeng 2008)。

被看作是个体健康“赤字”超过了“资本”的状态(Bortz 2002; Markle-Reid 2003)。

基于上述具有一定程度共识的定义,在虚弱分类的基础上,Mitnitski 和 Rockwood 等学者提出了构造虚弱指数的方法,以其来测量个体的虚弱程度(Mitnitski et al. ,2002; Rockwood et al. ,1999)。其基本思路是通过各种健康表征来测量健康赤字,其内容覆盖老年人自理能力、认知功能、患病情况、自评健康和心理健康状况等方面,是反映人体健康的累积性指标。其构建方式具体为:给定个体在所有健康测量指标中不健康指标所占的比例,即 $FI = \text{不健康指标个数} / \text{所有健康测量指标个数}$ 。自虚弱指数被提出以来,学者们开展了大量的实证性临床研究,这些研究表明,虚弱指数作为一种临床表现,对预测健康状况具有有效性和稳定性(Fried et al. 2004; Woods et al. 2005; Mitnitski et al. 2002)。

以往研究中构建虚弱指数所用变量的个数为 20 ~ 165 个不等(Goggins et al. ,2005; Puts et al. ,2005; Rockwood et al. ,1999、2005),一般为 30 ~ 70 个。虽然这些研究构建虚弱指数运用的变量数目并不一致,但其内容大都覆盖自理能力、认知功能、患病情况、自评健康和心理健康状况等方面^①。

借鉴前人的研究经验,考虑数据的可得性,本研究选取了 41 个健康状况测评问项构建虚弱指数,涵盖问卷中认知能力、日常活动能力、工具性日常活动能力、器具性障碍、15 种疾病、视听残障、过去 2 年患重病次数、老年人健康自评以及访谈员对老年人健康状况的评价等方面的具体问项。认知能力,根据略加调整的简易精神状态量表 MMSE^② 的得分而定,具体涉及一般能力测量、反应能力测量、注意力及计算能力测量、回忆 & 语言 & 理解能力测量以及自我协调能力测量等 5 个方面的题目,各项目均要求老年人独立回答,在此排除了不方便量化计分的“重复次数”项,总分 24 分,方便起见,本研究对其进行了重新赋值,得分 1 ~ 10 赋值为“1”,11 ~ 16 赋值为“0.75”,17 ~ 20 赋值为“0.5”,21 ~ 23 赋值为“0.23”,24 赋值为“0”。日常活动能力(即 ADL)包括老年人在洗澡、穿衣、如厕、室内活动、吃饭、控制大小便等 6 个方面的具体问项,每一问项的赋值方式为“能够独立完成活动,不需要帮助”= 0,“需要辅助”= 0.5,“完全不能独立”= 1。工具性日常活动能力(即 IADL)由独自出去串门、独自外出购物、独自做饭、独自洗衣服、连续走 1 公里、提起约 5 公斤的东西、连续蹲起 3 次、独自乘坐公共交通工具出行这 8 个具体问题进行测试,对于每一方面,若“能独立完成”,赋值为 0;若“有一定困难”,赋值为 0.5;若“完全无法完成”则赋值为 1。器具性障碍由上肢活动能力(手触颈根、手触后腰、手臂上举)、从椅子中站起来、从地上捡书、5 步内转一圈这 6 方面来反映,对于每一方面,若“能”,则赋值为 0;若“不能”,则赋值为 1。15 种疾病具体包括高血压、糖尿病、心脏病、中风及脑血管疾病、气管炎及肺炎、肺结核、白内障、青光眼、癌症、前列腺疾病、胃肠溃疡、帕金森综合征、褥疮、痴呆、关节炎,对于每一项疾病,若患有,赋值为 1;若没有,赋值为 0。对于视力、听力残障,赋分方式为:无障碍,赋值为 0;有障碍但可以听(看)到,赋值为 0.5;完全听(看)不到,赋值为 1。对于过去 2 年患重病次数,若没有,赋值为 0;若有 1 次,赋值为 1;若有 2 次及以上,则赋值为 2。老年人自评健康则根据“非常差 = 1、差 = 0.75、一般 = 0.5、好 = 0.25、非常好 = 0”的方式进行赋值。访谈员对老年人健康状况的评价也采用类似的赋值方式,即“看起来相当健康 = 0、比较健康 = 0.25、身体虚弱 = 0.75、体弱多病 = 1”。最后将这 41 个指标上的得分加总并除以理论上最高分 42,所得的结果作为每位老年人在相应年龄时的虚弱指数,其取值范围是 0 ~ 1。

① 有学者试验了运用不同变量个数构建虚弱指数来探讨加拿大老年人的虚弱状况水平与分布是否会发生变化,结果发现,虚弱指数并不会因为运用变量的个数而发生明显改变,表明虚弱指数对构建变量的个数选择并不敏感,具有稳健性(Mitnitski et al. 2002)。

② MMSE 在临床及社会研究中应用最为广泛且被证实在测量认知能力方面受文化及性别的影响小,调查中使用的是略加调整的简易精神状态量表(Folstein et al. ,1975)。

3.2.2 自变量及其测量

本研究的自变量包括两大类。一类是用来拟合老年人虚弱变化轨迹的,即时间,这里以每次调查时老年人的年龄来测量,以反映个体生命历程的展开;另一类是用来探究虚弱变化中是否存在累积劣势的。这些变量反映了老年人个体的社会群体归属,主要包括性别、民族、受教育状况、退休前的职业、童年时期是否经常挨饿等5个社会经济变量。

另外,为了确保得到合理、有效的结果,本研究也纳入了一些必要的控制变量。根据其用途,这些控制变量也可区分为两类。为了控制跟踪调查中因调查对象失访可能引起的样本选择性误差,分析中纳入了被调查的老年人在下一轮调查前是否死亡和是否失访两个变量信息^①。同时,参照 Yang 和 Lee(2010)的做法,还控制了反映婚姻状态(是否有配偶)和健康习惯(过去是否经常饮酒、过去是否经常抽烟)等特征的变量,以考虑社会整合和健康行为的混杂效应。

表1呈现了本研究中因变量和主要自变量的描述统计结果。从中可以看到,虚弱指数的均值随时间推移大体呈现上升态势,反映出被调查老年人虚弱状况不断恶化的整体趋势。另外,也可以看到样本在性别、受教育状况、民族、婚姻状况、童年生活境遇、退休前职业以及生活习惯上呈现出来的基本特征。

表1 变量描述统计

Table 1 Descriptive Statistics for Relevant Variables

变量	年份或取值类别	均值或百分比	标准差
虚弱指数	2002 年	0.176	0.14
	2005 年	0.176	0.15
	2008 年	0.184	0.15
	2011 年	0.183	0.15
性别	男性	41.93	
	女性	58.07	
受教育状况	文盲	64.00	
	非文盲	36.00	
民族	汉族	94.40	
	少数民族	5.60	
童年时期是否经常挨饿	是	66.77	
	否	33.23	
退休前职业	体力劳动	89.08	
	脑力劳动	10.92	
是否有配偶	有配偶	29.78	
	无配偶	70.22	
主食	大米	58.44	
	小麦或谷物	41.56	
过去是否经常饮酒	是	29.04	
	否	70.96	
过去是否经常抽烟	是	32.08	
	否	67.92	
样本规模(个)		32050	

① 因为,一般而言,在下一轮调查前退出的老年人,其健康状况往往更差。类似的处理可见李婷和张闫龙(2014)。

3.3 统计模型

统计学上,基于追踪调查数据拟合变化轨迹通常使用分层模型(Multilevel Models)和结构方程建模两种框架,且前者被称作发展模型(Growth Model)。相比而言,发展模型具有明显优势:第一,在随机缺失的前提下,既不需要剔除那些带有缺失值的观测对象,也不需要缺失值进行填补,具有处理非平衡数据和不完整数据的能力;第二,具有较大的灵活性,对不同被调查者重复观测次数不等和同一被调查者重复观测间隔时间不等的情形都无需做专门处理;第三,不要求不同观测之间的相互独立,可通过灵活地设定残差方差、协方差结构来处理。因此,本研究采用基于分层模型框架的发展模型来进行老年人虚弱变化轨迹的分析。

具体到本研究中,出于介绍方法的考虑,先假设老年人*i*的虚弱指数(记为FI)随时间推移呈线性变化,构建层1模型:

$$\text{层1 } FI_{ti} = \pi_{0i} + \pi_{1i} \times (age_{ti} - 65) + \varepsilon_{ti} \quad (1)$$

其中,假定 $\varepsilon_{ti} \sim N(0, \sigma^2)$ 。由于公式(1)中以年龄作为时间测度,且以65岁进行对中,对应着老年人的起点,故 π_{0i} 表示老年人*i*在65岁时的虚弱指数,反映个体*i*刚步入老年期时的虚弱状况,即初始虚弱水平。 π_{1i} 体现的则是年龄每增加1岁所引起的虚弱指数的变化程度,它反映老年人*i*虚弱指数的增长速度,即虚弱增长率。本研究将通过比较模型拟合优度的方式来确定虚弱指数与年龄之间的恰当函数关系,得到中国老年人虚弱变化轨迹的一般性特征。

显然,公式(1)刻画的是虚弱指数的个体内变异。同时,由于个体间特征的不同,比如性别、受教育状况、早期生活经历的差异等,变化轨迹可能出现明显的个体间变异,即虚弱指数初始水平和变化率可能因个体而异,因此构建层2模型,以解释或说明变化轨迹的个体间分化:

$$\text{层2 } \pi_{0i} = \gamma_{00} + \gamma_{01} \times x_i + \mu_{0i} \quad (2a)$$

$$\pi_{1i} = \gamma_{10} + \gamma_{11} \times x_i + \mu_{1i} \quad (2b)$$

其中,假定 $\mu_{0i} \sim N(0, \tau_{00})$ 、 $\mu_{1i} \sim N(0, \tau_{11})$ 且 $\text{Cov}(\mu_{0i}, \mu_{1i}) = \tau_{01} = \tau_{10}$ 。注意,由于 μ_{0i} 和 μ_{1i} 两个随机效应项的存在,意味着每位老年人的虚弱指数变化轨迹都会偏离所属群体的平均变化轨迹。层2模型中, γ_{00} 和 γ_{01} 分别为控制老年人个体特征*x*后虚弱指数的平均初始水平和平均变化率, γ_{10} 和 γ_{11} 为解释变量*x*的回归斜率,分别揭示虚弱指数平均初始水平和平均变化率在群体之间的差异。可见,通过将同一老年人在不同年龄时的观测作为层1,将老年人个体作为层2,分层增长曲线模型既可以刻画出典型的变化轨迹,也可以很方便地对变化轨迹(截距所体现的初始水平和斜率所体现的增长率)的个体间差异进行探讨。

对本研究而言,更重要的是,上述分层增长曲线模型的关键要素直接对应着前面所介绍的生命历程框架中的基本属性。第一,公式(1)中,残差 ε 代表个体内不同年龄上的随机成分。如果 $\text{Var}(\varepsilon_{ti}) = \sigma^2 > 0$,那么随机变异属性将会得到经验支持。第二,公式(2b)中, π_{1i} 的个体间差异反映的是虚弱指数变化轨迹的个体间分化。如果 $\text{Var}(\pi_{1i}) = \tau_{11} > 0$,那么虚弱变化轨迹的个体间分化属性将会得到经验支持。第三,如果现实中存在组间累积劣势,则体现社会属性的指标*x*应该在同一个方向上影响 π_{0i} 和 π_{1i} 。因此,如果对应同一协变量*x*的 π_{0i} 和 π_{1i} 系数对(比如 γ_{01} 和 γ_{11} 、 γ_{02} 和 γ_{12})均显著不等于零,并具有相同的符号,这就意味着有较高初始虚弱指数的社会群体也具有更快的增长率,进而组间累积劣势属性将会得到经验支持。第四,如果现实中存在组内累积劣势,那么 π_{0i} 和 π_{1i} 的残差成分应当正相关。因此,如果 $\text{Cov}(\mu_{0i}, \mu_{1i}) = \tau_{01} = \tau_{10} > 0$,则意味着在这些组内,具有较高初始虚弱指数的个体也具有更快的增长率,进而组内累积劣势属性将会得到经验支持。

上述第一和第二条款分别对应着假设1和假设2,而第三和第四条款则对应着假设3。因此,生命历程框架的理论组成与本研究所采用的统计策略能够对应起来。

需要说明的是,与以往类似研究不同,本研究主要强调从队列内考察老年人虚弱变化轨迹。这样做的优势是可以控制住队列效应的干扰,而这对于准确刻画老年人虚弱变化轨迹及其分化非常重要(李婷、张闫龙 2014; Yang 2007)。为此,考虑老年人出生时所处的时代特征,兼顾各组都有一定规模的样本个体,本研究将全部样本按照出生年份区分为 4 个队列: 1897 ~ 1911、1912 ~ 1924、1925 ~ 1936 和 1937 ~ 1946 年,其中最年长的老年人队列出生于民国之前,而最年轻的队列则出生在抗日战争正式爆发以后。分析的重点是考察 4 个队列内的虚弱变化轨迹分化情况及引起分化的机制。

4 研究发现

4.1 老年人虚弱变化轨迹的一般性特征

就变化轨迹拟合而言,层 1 模型的设定很重要,因为它直接体现了变化轨迹的一般性特征,比如,是线性的还是非线性的、是连续的还是非连续的。为此,首先随机选取部分老年人个体绘制经验轨迹图^①。本研究发现,大致可以认为老年人虚弱变化轨迹呈现非线性增长的特征,层 1 模型设定虚弱指数与年龄之间为二次曲线关系较为合适。作为更正式的确认,进一步设定虚弱指数与年龄的线性、二次曲线以及分段函数 3 种关系形式,拟合相应模型并比较何者更优,最终选定中国老年人虚弱变化轨迹的基本形式。

虚弱指数与年龄之间 3 种关系形式设定下的模型拟合优度见表 2^②。表中结果显示^③,就 AIC 和 BIC 统计量来看,二次曲线设定下的值最小,分段函数和线性函数设定下的值均明显更大。因此,老年人虚弱指数随年龄呈二次曲线变化的模式优于分段函数和线性函数^④。这与杨磊和王延涛(2016)采用相同数据得到的发现相一致。另外,李婷和张闫龙(2014)基于同一数据对老年人自评健康、心理健康、ADL 和认知水平等健康指标随年龄变动轨迹的分析也得到了类似的发现。因此,本研究的分析进一步确认,可以认为中国老年人虚弱指数随年龄推移而变化的轨迹呈现为二次曲线。

表 2 虚弱指数与年龄不同关系形式设定下模型拟合优度比较

Table 2 Comparison of Different Specifications on Relation between Frailty Index and Age

关系形式	Log Likelihood	AIC	BIC
线性	-40589.767	81165.53	81103.14
二次曲线	-40256.693	80501.39	80447.90
分段函数	-40593.295	81168.59	81088.36

图 1 直观展示了中国老年人虚弱程度随年龄推移而变化的典型轨迹,可见其呈现出明显的二次曲线特性。同时,刚步入老年时的初始水平和随后的变化率均存在显著的个体间变异。因为这两者对应的方差估计值分别为 0.610 和 0.014,且都在 0.05 的统计水平上显著,这意味着虚弱变化轨迹存在明显的个体间分化。那么,这种分化是如何发生的?下文将对此进行分析。

① 限于篇幅,文中并未展现经验轨迹图,如有需要请联系作者。

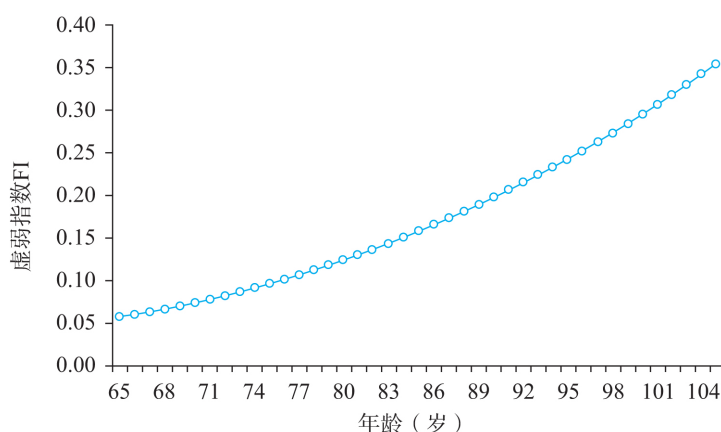
② 二次曲线关系设定中,年龄二次项没有设置个体间的随机效应,意味着不同老年人个体虚弱变化的加速度不存在个体间变异。当然,慎重起见,本研究也对虚弱变化的加速度(π_{2i})是否具有随机效应做过正式的统计检验,结果表明虚弱变化加速度上的个体间差异统计上并不显著。另外,年龄分段函数的分界点设定在 80、90 和 100 岁处,Stata 中以 mkspline 命令来实现。

③ 由于 3 种设定下的模型并不一定存在嵌套关系,所以需要根据 Raftery(1995)提出的信息标准(即 AIC 和 BIC 统计量)来判断何种关系形式设定下得到的模型能最好地拟合数据,AIC 和 BIC 值越小的模型越好。

④ 根据 Raftery(1995),模型 A 的 BIC 值比模型 B 更小的幅度超过 10,则支持模型 A 的证据极强。

图1 中国老年人虚弱变化的典型轨迹

Figure 1 Typical Trajectory of Frailty for Older Adults in China



4.2 对生命历程框架3个属性的检验

接下来,本研究对老年人个体虚弱变化轨迹有关的3个假设进行检验。需要说明的是,前述的3个假设都强调队列内的比较,而非已有研究主要强调队列间的比较。通过分队列来看老年人虚弱变化轨迹的好处是能够控制队列效应,从而得到有关中国老年人虚弱变化轨迹的更有效结论^①。表3提供了分队列样本的模型拟合结果。就不同队列的模型拟合结果来看,虚弱随年龄推移呈二次曲线增长的典型模式适用于1912~1924、1925~1936及1937~1946年3个出生队列,但并不适用于1897~1911年这一最早的出生队列,因为该队列对应模型中年龄的二次项系数并不统计显著。可见,老年人虚弱变化轨迹存在队列间分化。这也在一定程度上反映了区分不同队列进行分析的必要性。下面,本文将考察生命历程框架下虚弱变化轨迹3种重要属性在不同队列内的表现。

首先,虚弱变化轨迹分化属性是否存在每个队列中都存在?表3中的结果显示,相同个体特征在不同队列中对虚弱指数初始水平与变化率的影响不同。在4个队列中,年龄一次项的系数均显著大于0(分别为0.0059、0.0103、0.0071和0.0066),年龄二次项的系数除在1897~1911年出生队列中不统计显著以外,其他3个队列中均显著大于0(分别为0.0004、0.0003和0.0003)。由于二次项系数体现的是变化的加速度,故这些结果表明,除1897~1911年出生队列外,老年人虚弱指数在其他3个队列内均随年龄加速增长,老年人的虚弱变化模式存在明显的队列分化。更为重要的是,虚弱指数增长率的差异在1897~1911年出生队列中并不显著大于0,而在其他3个队列中均显著大于0。前文提到,如果 $\text{Var}(\pi_{1i}) = \tau_{11} > 0$,且在统计上显著,意味着虚弱指数变化轨迹存在显著分化。由此可见,除最年长的1897~1911年出生队列外,其他3个队列的虚弱变化轨迹均存在明显分化。换言之,1912~1924、1925~1936及1937~1946年这3个出生队列中虚弱变化轨迹的分化状况均支持研究假设2。对于1897~1911年出生队列,不仅虚弱指数在变化率上不存在显著变异,且在初始水平上也不存在显著差异,而只有个体内变异(即 σ^2)是统计显著的,这说明目前考虑的个体间社会经济特征对最年长出队列老年人个体之间虚弱指数变化轨迹的差异并无解释力。考虑到该队列老年人的年龄均在95岁以上,这似乎反映出超高龄老年人的虚弱变化主要表现为生理性衰老,而生理性衰老在老年人群中是个单调递减的过程(李婷、张闫龙,2014)。

① 随着数据的积累,年龄和队列将逐渐被区分开,从而越来越可能得出关于特定队列虚弱状况发展轨迹的稳定估计,这是追踪调查数据在方法论上的优势。

表3 分队列的增长曲线模型参数估计结果

Table 3 Estimated Results for Growth Curve Models by Cohort

			参数	队列 1 1897 ~ 1911	队列 2 1912 ~ 1924	队列 3 1925 ~ 1936	队列 4 1937 ~ 1946
固定效应							
初始状态	截距	γ_{00}	0.2143 ***	0.1115 ***	0.0593 ***	0.0501 ***	
π_{0i}	女性(否=0)	γ_{01}	0.0658 *	-0.0067	0.0102 *	0.0143 ***	
	文盲(否=0)	γ_{02}	-0.0338	-0.0191	-0.0021	-0.0004	
	少数民族(否=)	γ_{03}	0.0681	0.0347	-0.0055	-0.0251 ***	
	脑力劳动(否=)	γ_{04}	-0.0014	0.0149	-0.0018	-0.0044	
	经常挨饿(否=)	γ_{05}	-0.0365	0.0223 *	0.0024 *	0.0028 *	
	主食大米(否=)	γ_{06}	0.0016	0.0185 *	-0.0017	-0.0007	
	一次项	截距	γ_{10}	0.0059 ***	0.0103 ***	0.0071 ***	0.0066 ***
π_{1i}	女性(否=0)	γ_{11}	-0.0011	0.0017 ***	0.0007 *	0.0002	
	文盲(否=0)	γ_{12}	0.0012	0.0014	-0.0007	-0.0008	
	少数民族(否=)	γ_{13}	-0.0031 *	-0.0028 **	-0.0066	0.0053 ***	
	脑力劳动(否=)	γ_{14}	0.0001	-0.0012	-0.0023	-0.0006	
	经常挨饿(否=)	γ_{15}	0.0011	-0.0011	-0.0001	-0.0014	
	主食大米(否=)	γ_{16}	-0.0014	-0.0021 ***	-0.0007 *	-0.0023 **	
	二次项 π_{2i}		γ_{20}	0.0001	0.0004 ***	0.0003 ***	0.0003 ***
控制变量							
	死亡(否=0)	γ_{30}	0.0625 ***	0.0565 ***	0.0436 ***	0.0228 ***	
	无应答	γ_{40}	0.0561 ***	0.0256 ***	0.0121 ***	0.0042	
	有配偶(否=0)	γ_{60}	0.0035 *	-0.0001	0.0001	0.0003	
	抽烟(否=0)	γ_{50}	-0.0017	0.0031	0.0029	0.0036	
	饮酒(否=0)	γ_{70}	-0.0141 ***	-0.0086 ***	0.0008	-0.0011	
随机效应							
	个体内方差	σ^2	0.01187 ***	0.01016 ***	0.00508 ***	0.00244 ***	
	π_{1i} 的方差 μ_{1i}	τ_{11}	0.00544	0.00002 ***	0.00001 ***	0.00003 ***	
	π_{0i} 的方差 μ_{0i}	τ_{00}	0.00001	0.00007	0.00072 ***	0.00113 ***	
	π_{0i} 、 π_{1i} 协方差	τ_{01}	-0.00001 ***	-0.00003 ***	-0.00005 ***	0.00001 ***	
			AIC	17152.09	26198.97	28114.11	12005.31
			BIC	16970.25	26010.05	27932.92	11850.46
观测个案数			n	12065	11656	5990	2339

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

其次,是否存在累积劣势?为了检验与此相关的假设,本研究细分为组间和组内累积劣势两个方面。如前所述,如果存在组间累积劣势,则体现为社会属性的某个特征对虚弱初始水平 π_{0i} 和变化率 π_{1i} 具有相同方向的影响。具体表现为,同一协变量 x 在 π_{0i} 和 π_{1i} 系数方程中的系数均显著不等于 0,并具有相同的符号。根据表 3 中的拟合结果,以民族、受教育状况、退休前职业、童年时期是否经常挨饿等社会经济特征划分的队列内群组之间,均不存在显著的组间累积劣势。具体地,对于 4 个队列而言,不同民族、受教育状况、退休前职业和童年时期挨饿经历的同队列老年人,要么仅在虚弱初始水平上存在显著差异,要么仅在虚弱变化率上存在显著差异,要么在两者上均不存在显著差异,要么在两者上都存在显著差异但差异的方向并不相同。然而,对于 1925 ~ 1936 年队列而言,不但女性老年

人的初始虚弱水平显著更高,而且其虚弱变化率也显著更大。这意味着,除 1925 ~ 1936 年队列老年人的虚弱状况在性别维度上存在组间累积劣势之外,其他队列中并没有看到同一队列中有着较高初始虚弱水平的老年人社会群体也具有更快的虚弱增长率这一现象。

为检验队列内组内累积劣势,需要考察模型中虚弱初始水平与变化率两者对应的两个残差成分 μ_{0i} 和 μ_{1i} 之间的协方差 τ_{01} 。由表 3 可知,除最年轻的 1937 ~ 1946 年队列外,其他 3 个更年长的队列内这两个残差成分之间的协方差 τ_{01} 均为统计上显著的负数。这表明,在控制性别、民族、受教育状况、退休前职业等特征条件下,此 3 个队列内虚弱指数的初始水平与变化率负相关。其实际含义是,对出生于 1897 ~ 1936 年的老年人而言,在性别、民族、受教育状况、退休前职业等特征相同的情况下,那些初始虚弱程度更高的老年人往往倾向于有更慢的虚弱增长率,这使得同队列老年人的虚弱程度会随着年龄的推移而表现得越来越相似。该结果并不支持前述假设 3。不过,对于最年轻的 1937 ~ 1946 年队列, μ_{0i} 和 μ_{1i} 之间的协方差 τ_{01} 为统计上显著的正值。这说明,对于该年轻队列,那些初始虚弱程度较高的个体其虚弱增长率也较高。也就是说,此最年轻队列老年人的组内虚弱程度会随着年龄的推移而倾向于越来越分化或差异变大。由此,本文所涉及的老年人中,只有最年轻的 1937 ~ 1946 年队列的虚弱变化情形支持假设 3。这一结果也从侧面反映出,队列效应在虚弱变化轨迹中发挥作用以及分队列分析老年人虚弱变化轨迹的必要性。

最后,检验随机变异属性是否在每个队列中都存在。表 3 中呈现的结果对此给出了肯定的答案。不管是在哪个出生队列内,残差方差 σ^2 均显著大于 0,且远大于截距方差。这些结果表明,随机变异在虚弱指数总变异中占据很大比例,说明虚弱变化轨迹存在随机变异的属性,这与假设 1 的推测相一致。

5 结论与讨论

越来越多的老化过程研究关注健康损失累积与健康负担,体现了老化过程研究的生物性倾向。为了综合衡量老化过程,人口老龄化与老年临床实践中发展出“虚弱”这一概念,并在操作化层面构建虚弱指数对其进行测量。因其稳定性和有效性,虚弱指数已经成为一个衡量个体生物老化率的重要指标。然而,运用横截面数据开展的研究只能近似地描述老年人虚弱状况的差异,而不能准确刻画老年人虚弱状况变化发展的轨迹,展示其动态过程,更无法从个体层面讨论虚弱状况变化轨迹的分化,从而更好地理解个体在某个时点上虚弱状况的差异。本研究使用高质量的老年人追踪调查数据,从生命历程视角出发,分队列拟合虚弱变化轨迹,排除队列效应,考察中国老年人虚弱变化轨迹的典型特征及其分化属性,试图从分析视角与实际内容上丰富已有研究。

基于生命历程视角,本研究强调从队列内认识和理解虚弱变化轨迹的意义,从理论层面提出,一个合适的理解队列内虚弱指数变化轨迹模式的框架应当满足 3 个重要属性:随机变异、轨迹分化与累积劣势。在理解这 3 个属性意涵的基础上,本研究将其整合到增长曲线模型中,赋予参数具体含义,以经验调查数据加以考察。

整体而言,中国老年人虚弱变化轨迹呈现出明显的二次曲线特征,虚弱程度随着年龄的推移加速上升,这与一些现有研究(杨磊、王延涛 2016;李婷、张闫龙 2014)的发现相一致。但是,这种加速上升不是无限的。本研究发现,对于超高龄老年人,虚弱程度加速上升的趋势消失了,这或许是老年人健康选择性的一种具体反映。

老年人虚弱变化存在明显的分化。一方面,虚弱随年龄呈二次曲线变化的一般性特征并不存在于所有人群中,对于超高龄老年人,虚弱程度加速上升的趋势并不存在;另一方面,就同一出生队列中的老年人而言,控制社会经济特征之后,他们在虚弱的初始水平与增速上仍存在显著的个体间差异。可见,中国老年人虚弱状况变化轨迹并不遵循统一的模式,而是存在明显分化。这与医学和遗传学研

究中普遍存在的一个假设相左:存在个体衰老的决定因素使得人类老化遵循相同的路径。

老年人虚弱变化上存在累积劣势效应,但是,这种劣势主要体现为组内累积劣势而非组间累积劣势。本研究并没有发现,相比于男性、非文盲、汉族、童年时期不常挨饿的老年人,女性、文盲、少数民族、童年时期经常挨饿的老年人不但初始虚弱水平高而且增长速度也快,但是却发现,控制了性别、受教育程度、民族、童年时期生活状况等社会经济特征之后,1937~1946年出生的老年人的虚弱初始水平与其增长率正相关,这意味着他们的虚弱程度会随着年老而倾向于差异越来越大。不过,这种组内累积劣势并不存在于出生年代更早的老年人中,反而他们的虚弱程度会随着年老而倾向于差异越来越小。对于这种现象,本研究提出了一些可能的原因猜测。首先,个体的能动性在弥补虚弱指数差距上发挥了作用。那些原本更加虚弱的个体,通过积极的健康干预措施,弥补了与身体更加强健的个体之间的差距,降低了虚弱指数增长率。这说明个体适应性和可变性在老化与健康中的重要性(Hickey, 1980)。每个人的一生都是一个社会化与现实建构的一生,当个体接近生命尾声时会不断调整心态,梳理人生经历,不断适应当下的状态(Marshall, 1980),心态的调整影响了个体健康,从而使个体之间虚弱指数的分化减轻。其次,与累积劣势理论相反,根据资源均等化理论,随着老年阶段的推进,个体之间在收入和社会地位上的差距缩小,与之相关联的健康状况之间的分化也在减小(Yang and Lee, 2009)。此外,也可能是由于生存选择性力量的存在,使得存活下来的老年人平均而言表现得更不虚弱。

生命历程框架在理论、经验和方法论上都丰富了老化研究。近年来,社会科学研究越来越重视理解宏观社会现象的微观基础。越来越需要一种框架或者视角,可以将微观与宏观连接起来,形成一个系统,而生命历程框架恰好满足了这种需求,为未来的研究提供了一种思路。虽然有不少研究也使用了增长曲线模型探究老年人虚弱或健康变化轨迹及其分化,但是并没有将这种统计方法整合到一个理论性视角或框架中。本研究试图从社会学意义上理解和解释模型中的有关参数,从而将方法与理论衔接起来。

受限于数据,本研究中缺少65岁以下接近老年期的数据,因此,我们无法研究接近老年期的健康赤字累积变化或者虚弱发展轨迹。实际上,个体的虚弱或健康是一个长期变化、累积的结果,现状是由过去发展而来的。也正是因为如此,目前针对成年人或老年人的研究都开始越来越强调早期甚至儿童期生活状态与经历的影响。虽然有研究指出,假定不同因素之间具有相同的权重不会对虚弱指数的效度产生实质性影响(Mitnitski et al., 2004; Goggins et al., 2005)。但是,不同社会背景下,可能会存在差异。因此,假定构建虚弱指数所用的各种赤字指标对健康的影响相同是否合理也有待在未来的研究中进行检验。如果一些健康损失对个体生物健康的影响更大,那么这个假定的合理性就会出现。最后,个体内的随机变异明显在虚弱指数总变异中占据更大比例,这是老年人虚弱变化轨迹存在随机变异属性的表征。限于研究目的,本文并未对其中可能呈现的系统性变异的来源进行考察,但是,这不妨碍今后的研究对此加以分析。其中,值得探讨的是,老年人虚弱变化轨迹的随机变异是与生物性的体质因素密切相关,还是主要由生命历程中某些社会性“意外冲击”所造成的?这些不足或未及之处都有待于今后进一步的研究。

参考文献/References:

- 1 顾大男,曾毅,柳玉芝,曾宪新. 中国老年人虚弱指数及其与痛苦死亡的关系研究. 人口研究, 2007; 5: 35-41
Gu Danan, Zeng Yi, Liu Yuzhi and Zeng Xianxin. 2007. A Study on the Relationship between Frailty Index and Death with Pain among Older Adults in China. Population Research 5: 35-41.
- 2 黄匡时,陆杰华,科克·斯考特. 中国高龄老人的老化率及其影响因素研究. 人口研究, 2012; 4: 64-77

- Huang Kuangshi ,Lu Jiehua and Kirk Scott. 2012. Rate of Ageing of the Chinese Oldest-old and Its Determinants. *Population Research* 4: 64 – 77.
- 3 李婷,张闫龙. 出生队列效应下老年人健康指标的生长曲线及其城乡差异. *人口研究*,2014; 2: 18 – 35
Li Ting and Zhang Yanlong. 2012. Growth Curve Trajectories of Elderly People's Health Indicators in China: Cohort Variations and Rural-urban Disparities. *Population Research* 2: 18 – 35.
- 4 梁荫基. 虚弱指数在老年人健康评估中的应用及研究进展. *中华护理杂志*,2010; 12: 1144 – 1146
Liang Yinji. 2010. Application and Research Progress of Frailty Index in Health Assessment of the Elderly. *China Journal of Nursing* 12: 1144 – 1146.
- 5 潘国英,陈鹤,张拓红. 高龄老人虚弱指数的个体和区域影响因素分析. *中国社会医学杂志*,2015; 5: 351 – 354
Pan Guoying ,Chen He and Zhang Tuohong. 2015. Analysis on the Individual and Environmental Determinants of Frailty Index among Chinese Older People Aged over 80. *Chinese Journal of Social Medicine* 5: 351 – 354.
- 6 徐洁,李树茁. 生命历程视角下女性老年人健康劣势及累积机制分析. *西安交通大学学报(社会科学版)*,2014; 4: 47 – 53
Xu Jie and Li Shuzhuo. 2014. The Health Disadvantages and Cumulative Mechanism of Elderly Women. *Journal of Xi'an Jiaotong University (Social Sciences)* 4: 47 – 53.
- 7 杨菊华,谢永飞. 累计劣势与老年人经济安全的性别差异: 一个生命历程视角的分析. *妇女研究论丛*,2013; 4: 16 – 29
Yang Juhua and Xie Yongfei. 2013. The Latest Status of the Economic Security of the Elderly in China. *Collection of Women's Studies* 7: 16 – 29.
- 8 杨磊,王延涛. 中国老年人虚弱指数与死亡风险及队列差异. *人口与经济*,2016; 2: 48 – 57
Yang Lei and Wang Yantao. 2016. Cohort Differences in Frailty Index and Mortality Risk among Chinese Elderly. *Population and Economy* 2: 48 – 57.
- 9 曾宪新. 老年健康综合指标——虚弱指数研究进展. *中国老年医学杂志*,2010; 21: 3220 – 3223
Zeng Xianxin. 2010. A Comprehensive Indicator of Health of the Elderly: Progress in Research on Frailty Index. *Chinese Journal of Gerontology* 21: 3220 – 3223.
- 10 Alwin ,D. F. and J. A. Krosnick. 1991. Aging , Cohorts , and the Stability of Sociopolitical Orientations over the Life Span. *The American Journal of Sociology* 1: 169 – 195.
- 11 Bortz ,Walter M. 2002. A Conceptual Framework of Frailty: A Review. *The Gerontological Society of America* 5: M283 – M288.
- 12 Boyd ,C. M. et al. 2005. Frailty ,Hospitalization ,and Progression of Disability in a Cohort of Disabled Older Women. *The American Journal of Medicine* 11: 1225 – 1231.
- 13 Cheng ,Siwei. 2014. A Life Course Trajectory Framework for Understanding the Intracohort Pattern of Wage Inequality. *American Journal of Sociology* 3: 633 – 700.
- 14 Dannefer ,D. 1987. Aging as Intracohort Differentiation: Accentuation ,the Matthew Effect ,and the Life Course. *Sociological Forum* 2: 211 – 236.
- 15 Dannefer ,D. 2003. Cumulative Advantage/Disadvantage and the Life Course : Cross-Fertilizing Age and Social Science Theory. *The Journals of Gerontology* 6: 327 – 337.
- 16 Elder ,Glen H. 1985. *Life Course Dynamics: Trajectories and Transitions ,1968 – 1980*. Ithaca ,New York. Cornell University Press.
- 17 Elman ,C. and Angela M. O'Rand. 2004. The Race is to the Swift: Socioeconomic Origins ,Adult Education ,and Wage Attainment. *American Journal of Sociology* 1: 123 – 160.
- 18 Folstein ,M. F. ,Folstein ,S. E. ,and P. R. McHugh. 1975. Mini-Mental State: A Practical Method for Grading the Cognitive State of Patients for the Clinician. *Journal of Psychiatric Research* 3: 189 – 198.
- 19 Fried L. P. et al. 2001. Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 3:

- 146 – 156.
- 20 Fried , L. P. et al. 2004. Untangling the Concepts of Disability , Frailty , and Comorbidity: Implications for Improved Targeting and Care. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 3: 255 – 263.
- 21 Goggins , W. B. et al. 2005. Frailty Index as a Measure of Biological Age in a Chinese Population. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 8: 1046 – 1051.
- 22 Gu , Danan. 2007. General Data Assessment for the 2005 Waves of the Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey. The Technical Report No. 2007 – 1. Duke University , Durham , NC.
- 23 Hickey , Tom. 1980. *Health and Aging*. Monterey , CA: Brooks/Cole.
- 24 Markle-Reid , M. 2003. Conceptualizations of Frailty in Relation to Older Adults. *Journal of Advanced Nursing* 1: 58 – 68.
- 25 Marshall , Victor M. 1980. *Last Chapters: A Sociology of Aging and Dying*. Belmont , CA: Wadsworth.
- 26 Mayer , K. U. 2009. New Directions in Life Course Research. *Annual Review of Sociology* 1: 413 – 433.
- 27 Merton , R. K. 1968. The Matthew Effect in Science: The Reward and Communications Systems of Science are Considered. *Science* 3810: 56 – 63.
- 28 Mitnitski , A. B. et al. 2002. Frailty , Fitness and Late-life Mortality in Relation to Chronological and Biological Age. *BMC Geriatrics* 1: 1 – 8.
- 29 Mitnitski , A. B. et al. 2004. The Estimation of Relative Fitness and Frailty in Community-dwelling Older Adults Using Self-report Data. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 6: 627 – 632.
- 30 Mitnitski , A. B. et al. 2005. Relative Fitness and Frailty of Elderly Men and Women in Developed Countries and Their Relationship with Mortality. *Journal of American Geriatric Society* 12: 2184 – 2189.
- 31 Puts , M. T. , Lips , P. and Deeg D. J. 2005. Static and Dynamic Measures of Frailty Predicted Decline in Performance-based and Self-reported Physical Functioning. *Journal of Clinical Epidemiology* 11: 1188 – 1198.
- 32 Raftery , A. E. 1995. Bayesian Model Selection in Social Research. *Sociological Methodology* 25: 111 – 196.
- 33 Rockwood , K. et al. 1999. A Brief Clinical Instrument to Classify Frailty in Elderly People. *The Lancet* 9148: 205 – 206.
- 34 Rockwood , K. et al. 2005. A Global Clinical Measure of Fitness and Frailty in Elderly People. *Canadian Medical Association Journal* 5: 489 – 495.
- 35 Ryder , N. B. 1965. The Cohort as a Concept in the Study of Social Change. *American Sociological Review* 6: 843 – 861.
- 36 Wang , Zhenglian et al. 1998. Age Validation of Han Chinese Centenarians. *Genus* 1 – 2: 123 – 141.
- 37 Western , B. , D. Bloome , B. Sosnaud and L. Tach. 2012. Economic Insecurity and Social Stratification. *Annual Review of Sociology* 38: 341 – 359.
- 38 Woods N. F. et al. 2005. Frailty: Emergence and Consequences in Women Aged 65 and Older in the Women's Health Initiative Observational Study. *Journal of the American Geriatric Society* 8: 1321 – 1330.
- 39 Yang , Y. 2007. Is Old Age Depressing? Growth Trajectories and Cohort Variations in Late-Life Depression. *Journal of Health and Social Behavior* 1: 16 – 32.
- 40 Yang , Y. and L. C. Lee. 2009. Sex and Race Disparities in Health: Cohort Variations in Life Course Patterns. *Social Forces* 4: 2093 – 2124.
- 41 Yang , Y. and L. C. Lee. 2010. Dynamics and Heterogeneity in the Process of Human Frailty and Aging: Evidence from the US Older Adult Population. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences* 2: 246 – 255.
- 42 Zeng , Yi. 2008. Reliability of Age Reporting among the Chinese Oldest-old in the CLHLS Data Sets. *Demographic Methods & Population Analysis* 20: 61 – 78.