

老龄问题研究

中国高龄老人的老化率 及其影响因素研究^{*}

黄匡时 陆杰华 科克·斯科特

【内容摘要】通过计算中国高龄老人虚弱指数随年龄变化速度来估算个体的老化率,发现高龄老人的老化率呈锥形分布,高度收敛于其平均值,且在不同年龄阶段的平均值趋于一致,即大约每年2%~2.5%老化速度。回归结果表明,无论是早期变量还是当前变量,最多只能解释16%的个体老化率的变化,这间接说明个体老化率的主要影响因素既不是早期经历也不是当前生活状况。此外,研究还发现,早期和现在有规律的运动、病重时有足够的医疗服务和在日常开支上有充足的财政支持,有助于一定程度上减慢个体的老化速度。不过,多数假设影响老化率的变量在本研究中的大多数模型中并不显著,这些变量包括出生地、现居住地、婚姻次数、现在的婚姻状态、早期的经济和医疗条件、幼年时期的饥饿经历、早期的喝酒和抽烟经历等。

【关键词】高龄老人;老化率;老化速度;虚弱指数

【作者简介】黄匡时,北京大学社会学系博士研究生;陆杰华,北京大学社会学系教授;科克·斯科特(Kirk Scott),瑞典隆德大学人口经济学中心副教授。北京:100081

Rate of Ageing of the Chinese Oldest – old and Its Determinants

Huang Kuangshi Lu Jiehua Kirk Scott

Abstract: Based on estimating the rate of ageing by calculating the change of frailty index of the Chinese oldest – old over time, this study concludes that the density distribution of rate of ageing looks like a cone with high proportion of samples converging the mean rate of ageing while the mean rates of ageing for the elderly at different ages are nearly the same, almost 2% – 2.5% per year. The regression results show that all of the regression models of both early and present variables can explain at most 16% of the change of individual rate of ageing, which indirectly means that both the early experience and present status are not the main determinants of individual rate of ageing. Moreover, doing regular exercise both in early life and in present life, the adequacy of medical service if seriously ill and sufficiency of financial support for daily costs are helpful for the elderly to slow the rate of ageing, while most postulated determinants of rate of ageing are not tested statistically significantly in this study, including the birth place, current residence, marriage times, availability of medical service both at around age 60 and in childhood, and experience of hunger in childhood.

Keywords: The Oldest Old, Rate of Ageing, Speed of Ageing, Frailty Index

Authors: Huang Kuangshi is PhD Candidate, Department of Sociology, Peking University; Lu Jiehua is Professor, Department of Sociology, Peking University; Kirk Scott is Associate Professor, Department of Economic History, Lund University, Sweden. Email: huangkuangshi@163.com.

^{*} 感谢欧洲人口学博士生学校(The European Doctoral School of Demography)、德国马普人口研究所(the Max Planck Institute for Demographic Research, Germany)和瑞典隆德大学(Lund University, Sweden)的资助;感谢德国马普人口研究所 James W. Vaupel 教授、美国伍兹霍尔海洋研究所(Woods Hole Oceanographic Institution, USA) Hal Caswell 教授、瑞典隆德大学(Lund University, Sweden) Kirk Scott 副教授和美国约翰·霍普金斯大学(Johns Hopkins University, USA) 助理教授 Vladimir Canudas – Romo 的宝贵建议和评论以及指导;感谢美国杜克大学曾毅教授的数据支持。

1 引言

近些年,人类老化率(即个体老化速度)的研究日益成为老化研究领域中最具有吸引力的研究领域。因为它能有助于回答与人类衰老相关的关键性问题:人是怎么样变老的?人类的老化率是什么?它是一个常数吗?所有的人类有相同的老化率吗?为什么人会变老?什么样的因素影响老化率?影响老化率的最重要的因素是什么?我们能减缓老化速度吗?我们能多大程度控制老化率?怎么减缓老化速度?对这些问题的回答将使人类真正成为自己生命的主人。

当前已有的老化率研究主要集中在发达国家的老年人口^①,而对发展中国家的老人的老化率的研究相对不多,中国老年人的老化率研究更是寥寥。中国有世界上最大数量的老化人口。根据国家统计局第六次全国人口普查公报,中国在2010年有13.7亿人口,60岁及以上的老年人口占13.26%,即1.8亿,其中65岁及以上的老年人口占8.87%,即1.2亿。如此庞大的老年人口的老化率值得关注。本文将利用中国老年人健康长寿影响因素调查(CLHLS)的跟踪数据对中国高龄老人的老化率进行研究,并在此基础上分析影响个体老化率的相关因素。

2 数据和方法

2.1 数据来源

本文的数据来自于中国老年人健康长寿影响因素调查(CLHLS)。到目前为止该调查分别在1998、2000、2002、2005、2008和2011年进行了六次面对面的(与国际接轨的)问卷调查。在每次调查中,上一次调查中的幸存者会被重新调查,已经死亡的调查者被新的参与者取代。CLHLS随机选择了中国大陆31个省内的22个省、直辖市和自治区进行调查,分别是辽宁、吉林、黑龙江、河北、北京、天津、山西、陕西、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、四川和重庆。这些省市自治区大约拥有9.85亿人口,约占中国大陆总人口的85%(Zeng et al. 2002)。每一次调查中,被调查者要进行一次面对面的问卷调查和一次基本的体检。调查中收集的受访者的信息包括:人口特征,家庭和家庭户特征,居住安排,早期和目前的生活方式,比如吸烟、喝酒和饮食习惯,心理特点,经济和医疗资源,家庭支持,自我健康评估,生活满意度的自我评估,上下肢活动情况,日常生活中的器具性活动(instrumental activities of daily living, IADL),日常活动情况(activities of daily living, ADL),认知功能,患慢性疾病情况以及慢性病对其日常生活的影响。对CLHLS数据的系统评估结果显示,在年龄报告的精确度、自认磨损的随机性和很多测量方法的可靠性、有效性和一致性上的数据质量很高(Gu, 2008; Gu & Dupre, 2008; Zeng & Gu, 2008)。

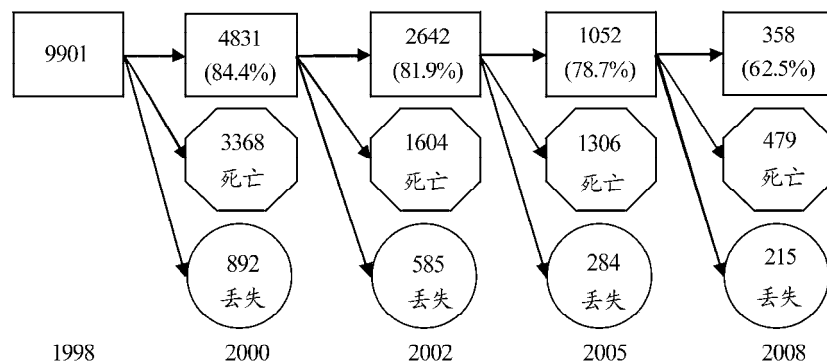
本研究选用1998年基础调查中的9093位高龄老人(80岁以上)。为简单起见,删除了那些在某次跟踪调查中没有参与而在随后的跟踪调查中参与的个体,最终选取了9091位高龄老人。在这些高龄老人中,有4831位(53.14%)活了下来重新接受了2000年的调查,2642位(29.06%)接受了2002年的调查,1052位(11.57%)接受了2005年的调查,358位(3.94%)接受了2008年的调查。本研究仅限于有两次或两次以上调查的4831位个体中,这些参与者在接下来的三次调查中有3389位死亡,1084位丢失。面谈率在2002年是81.9%,2005年是78.7%,2008年是62.5%。由于样本原因,本研究只跟踪到2008年,即从1998年到2008年的10年研究期。

① 德国马普人口研究所于2010年下半年启动了一个历时4年(2011~2015年)的关于老化率的研究项目(Research Project on the Rate of Aging, 简称为B-Project),并组建了以James Vaupel为首的实力雄厚的老化率研究团队(Rate of Aging Research Team, 简称为B-Team)。本文第一作者于2010年8月到2011年9月在欧洲人口学博士学位学校(EDSD)学习期间受到该项目和James Vaupel的后发。详情浏览: <http://www.demogr.mpg.de/go/appl-rate-of-aging/default.htm>

本研究将 4831 个高龄老人分成了四个调查队列(见图 1)。队列 1 是 2002 年调查中死亡和丢失的受访老人,即经历了 1998 年和 2000 年的两次调查;队列 2 是 2005 年调查中死亡和丢失的受访老人,他们参加了 1998、2000 和 2002 年三次调查;队列 3 是参加了 1998、2000、2002 和 2005 年四次调查的老年人,也就是在 2005 年调查中死亡和丢失的老人;队列 4 是参与之前的四次调查,并在 2008 年调查中依然存活的老年人,即他们参与过 1998、2000、2002、2005 和 2008 年五次调查。

图 1 1998 年基础调查的 9091 个中国老人的四次跟踪调查流程图

Figure 1 the Flow - Chart of Four Follow - up Surveys of 9091 Chinese Elderlies Interviewed in 1998



注:长方形的中的数字是被调查者数量和访谈率。

2.2 老化率的定义和测量

国外大多数研究人员在实际研究中将“老化过程”(the process of ageing)等同于“老化率”(rate of ageing)。从字面上看,老化率指一种老化的速度(speed)或加速度(acceleration),不过,通常国外研究报告中“老化速度”(speed of ageing)主要用于群体层面,即用来解释 65 岁以上老年人口占总人口的比例的变化速度,而“老化率”(rate of ageing)主要用于个体层面,即描述个体生理和心理特征随着时间而发生的变化速度。与生育率、死亡率和出生率等生命统计指标不同的是,老化率指个体特征随着时间而发生的变化情况而不是一种比率或者比例。正因为这样,研究人员倾向于使用“rate of ageing”而不使用“aging rate”。

国外学者通常将可测量的老化特征来测量老化率。生物学家将生物种群的“老化率”定义为死亡率(mortality)的增加和繁殖力(fecundity)的下降(Linda Partridge, Nicholas H. Barton, 1996),因此,在一些生物学家关于生物种群的老化率的实证研究中, $l(x)$ 和 $m(x)$ 的乘积被作为一种测量某一年龄(x)个体老化率的方法而被广泛使用,其中 $l(x)$ 是指从出生到 x 岁的存活率, $m(x)$ 指在 x 岁时的繁殖力(Linda Partridge et al., 1996)。不过,这个表达式并没有包括一些随着年龄增加而变化的老化特征,Linda Partridge 等人(1996)提出用 Fisher 的“生殖值”(reproductive value)作为老化率的理想指标,即 $v(x) = \int_x^\infty \frac{l(y)}{l(x)} m(y) e^{r(x-y)} dy$,其中 $v(0) = 1$, r 是人口增长的渐进率,在很多情况下看做是 0。

对于那些关注人类尤其是老年人甚至是高龄老人的老化率的研究学者而言,他们大致沿着两条路径来研究老化率。一是以死亡率为中心的老化率,这条路径把死亡率的加速度变化的比率(the rates of acceleration of mortality)作为老化率(Johnson, 1990; Elisabetta, 2003)。这些研究将老化率定义为由于个体随着年龄的增加的日益退化(deterioration)而导致的死亡机会增加的速度,即随着年龄增长死亡率的变化速度(Vaupel, 2010)。当然,这条路径也试图将老化过程表现出来的一些衰老特征(比如虚弱)纳入进去。1979 年, Vaupel J. 等人为研究死亡率而设计了虚弱模型(frailty model),这个虚弱模型将个体死亡的敏感性的概念纳入了生存数据分析中(Vaupel et al., 1979)。后来, Yashin 等

人提出了一个改进的关联虚弱模型(correlated frailty model) (Yashin et al. ,1995) 。二是把将老年人的晚期生活或者高龄生活的特征比如虚弱、病态、残疾等随着年龄的变化速度作为老化率。这一路径以实际的老化过程而不是以老化的最终结果即死亡为中心,将虚弱(frailty) 或退化(senescence) 或衰弱(debility) 、疾病(diseases) 或病态(morbidity) 、残疾(disability) 等老年人的一些特征纳入到老化率的测量中。这类研究者把衰老的标记(markers) 随着年龄而发生的改变速度定义为老化率。他们使用 rates of ageing 而不是 rate of ageing,因为老化过程中有很多老化标记,比如视力模糊、听力不清晰、手腕无力、皮肤粗糙等(Aihie Sayer A, Cooper C, Evans JR et al,1998) 。这一研究路径主要用两种常用方法来定义虚弱(即老化) :一是表型法(phenotypic method) ,即采取从十几个老化特征(包含体重减轻、疲劳、虚弱、迟钝、活动减少等) 中任意选三个项目来界定虚弱(即老化) (Fried et al. , 2001) ;二是建立一个尽可能包罗所有老化标记的综合性指数。虚弱指数(frailty index) 便是当前普遍使用的测量老年虚弱特征的综合性指数(Bergman et al. , 2007; Kulminski et al. , 2008; Levers, Estabrooks, & Ross Kerr, 2006; Rockwood et al, 2007) 。虚弱指数并不局限于个体具体某一或某几个特征的老化过程,而主要关注随着年龄增加导致的健康缺陷的累积数(Kulminski et al. , 2006; Mitnitski et al. , 2005) 。许多研究表明虚弱指数在预测死亡率上是一个比表型法更理想的测量方法(Kulminski et al. , 2006, 2008; Rockwood et al. , 2007) 。因为虚弱指数具有三个比较明显的优势:首先,虚弱指数更方便计算所有可能的虚弱特征中的累计虚弱比例(Rockwood, 2005) ;其次,虚弱指数是一种更综合的测量,可以整合各种各样的心理、功能条件和能力等因素(Fisher, 2005; Rockwood, Fox, Stolee, Robertson, & Beattie, 1994) 。最后而且也是重要的是,虚弱指数的有效性在各个种群中被广泛得到证明,它作为一种生物年龄的代表,是对健康变化、医疗保健利用率和死亡的强有力的预测工具(Goggins, Woo, Sham, & Ho, 2005; Janssen, Shepard, Katzmarzyk, & Roubenoff, 2004; Kulminski et al. , 2006; Mitnitski, Graham, Mogilner, & Rockwood, 2002; Mitnitski, Mogilner, & Rockwood, 2001; Mitnitski et al. , 2005; Puts, Lips, & Deeg, 2005; Song, Mitnitski, MacKnight, & Rockwood, 2004; Yashin et al. , 2007) 。

关于虚弱指数中指标数量的选择,不同的研究学者选择不同数量和类别的指标,本研究在参考前人对中国大陆(Gu et al, 2009) 、加拿大(Mitnitski et al. , 2005) 、美国(Kulminski et al. , 2006) 和中国香港(Goggins et al. , 2005) 的研究的基础上,选用 30 个基本的项目来构建虚弱指数。这 30 个项目包括:6 个生活自理能力项目,5 个器具性日常生活能力项目,1 个自评健康项目,1 个由调查员评价的老年人健康状况项目,1 个听力功能项目,1 个视力功能项目,1 个心率项目,1 个有关过去两年患重病情项目以及 13 个慢性病(如高血压、糖尿病等) 项目(见表 1) 。每一个项目如果不健康就被编码为 1,如果健康就被编码为 0。遵循先前的研究(Goggins et al. ,2005) ,如果受访者在过去两年中经历过两次或者更多次重大疾病则被赋值为 2,如果经历过一次重大疾病则被编码为 1,如果没有经历重大疾病则编码为 0。这样,30 个项目的理论总分为 31 分。如果将每一个老人所有这些项目的分值加总并除以理论总分便得到了该老人的虚弱指数值。因此,虚弱指数将个人老化特征概括为一个介于 0 和 1 之间的值(Markle - Reid, 2003; Mitnitski et al. , 2005 ; Gu et al, 2009) 。虚弱指数值最小为 0,最大为 1。得分为 0 表示该老人没有任何疾病,得分为 1 表示该老人在所有项目均处于不健康状态。

在获得每个老人每次调查的虚弱指数值之后,本文将每个个体的虚弱指数值随着时间的变化定义为老化率。已有文献认为人类的老化率大致遵循三种模式:一是类似死亡率模式,即指数变化模式(在人类的早期和中期老化的速度是非常缓慢的,在 40 岁以后的生活中,老化的速度线性的快速增长) ;二是 logistic 模式,有研究显示,在老年阶段老化的速度将会放慢,死亡率在高龄阶段看起来更像是以 logistic 模式减慢(Vaupel et al. , 1979; Horiuchi and Coale, 1990; Manton and Vaupel, 1995;

Thatcher et al., 1998)。Gu Danan et al 的观察报告显示,65 岁到 109 岁年龄间的虚弱指数曲线更符合 logistic 曲线分布,而不是指数分布、线性分布、二次分布(Gu Danan et al, 2009); 三是线性模式, Kaare Christensen et. al 将诸如握力、残疾评价、认知综合评价、抑郁症评价等老化指标作为因变量,将时间作为自变量,然后采用线性回归模型,认为斜率就是每个个体的老化率(Kaare Christensen et. al, 2008)。在 Kaare Christensen 等人关于丹麦 1905 同期组群的四次跟踪研究中, Kaare Christensen 把总体平均值的回归系数作为群体水平的老化率,而把基于每次跟踪调查的数量的条件回归系数看作是个人水平的老化率(Kaare Christensen et. al, 2008)。还有一些研究表明,与死亡率成指数型增加不同,人类功能的衰退往往是线性的(Strehler, 1999), James Vaupel 甚至假设: 随着年龄的增长,每个个体的老化率化随着时间的推移而趋近于一个常数(Vaupel, 2010)。遵循前人关于个体老化呈现线性模式(Kaare Christensen et. al, 2008), 本文假定老年人的老化遵循线性模式,并且使用线性回归估计老化率(见图 2)。本文使用虚弱指数的值作为因变量,时间作为自变量。老化模型可以表示为: $y = a + bx + \varepsilon$ 。这里的 y 表示对于既定时间 x 年的虚弱指数的值,回归系数或者斜率为老化率。这样,每一个老人会有一个老化率值。

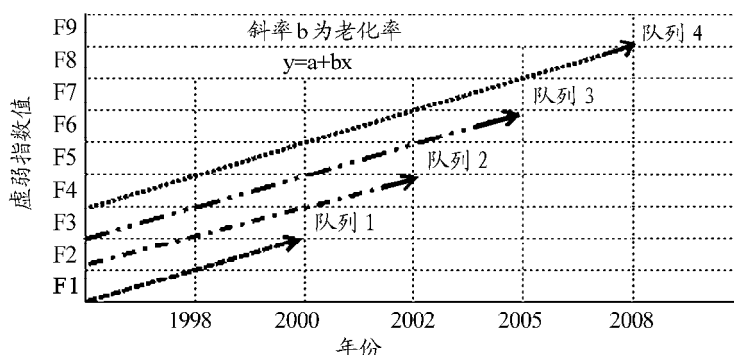
表 1 虚弱指数的指标及其编码

Table 1 List of Items Included in the Frailty Index and Coding

序号	项 目	编 码
1	日常活动能力(ADLs): 洗澡需要帮助	如果是编码为 1, 否则为 0
2	日常活动能力(ADLs): 穿衣需要帮助	如果是编码为 1, 否则为 0
3	日常活动能力(ADLs): 如厕需要帮助	如果是编码为 1, 否则为 0
4	日常活动能力(ADLs): 室内活动需要帮助	如果是编码为 1, 否则为 0
5	日常活动能力(ADLs): 吃饭需要帮助	如果是编码为 1, 否则为 0
6	日常活动能力(ADLs): 不能控制住大小便	如果是编码为 1, 否则为 0
7	器具性障碍: 不能把手放到脖子后面	如果是编码为 1, 否则为 0
8	器具性障碍: 不能把手放到后背	如果是编码为 1, 否则为 0
9	器具性障碍: 不能从椅子中站起来	如果是编码为 1, 否则为 0
10	器具性障碍: 不能从地上捡起书	如果是编码为 1, 否则为 0
11	器具性障碍: 不能在 5 步内转一圈	如果是编码为 1, 否则为 0
12	自我评估健康差	如果是编码为 1, 否则为 0
13	访谈员评估健康差	如果是编码为 1, 否则为 0
14	听力障碍	如果是编码为 1, 否则为 0
15	视力障碍	如果是编码为 1, 否则为 0
16	心律失常	如果是编码为 1, 否则为 0
17	过去 2 年患重病的次数	如果 2 次及以上编码为 2, 如果 1 次编码为 1, 0 次编码为 0
18	患高血压	如果是编码为 1, 否则为 0
19	患糖尿病	如果是编码为 1, 否则为 0
20	患心脏病	如果是编码为 1, 否则为 0
21	患中风及脑血管疾病	如果是编码为 1, 否则为 0
22	患支气管炎, 肺气肿, 哮喘病或肺炎	如果是编码为 1, 否则为 0
23	患肺结核	如果是编码为 1, 否则为 0
24	患白内障	如果是编码为 1, 否则为 0
25	患青光眼	如果是编码为 1, 否则为 0
26	患癌症	如果是编码为 1, 否则为 0
27	患前列腺疾病	如果是编码为 1, 否则为 0
28	患胃肠溃疡	如果是编码为 1, 否则为 0
29	患帕金森氏病	如果是编码为 1, 否则为 0
30	患褥疮	如果是编码为 1, 否则为 0

图2 四个子队列的老化率

Figure 2 Rate of Ageing for 4 Sub-cohorts



注: 每个个体下一调查年度的虚弱指数值并不一定增加, 它可能下降也可能维持现状。也就是说, 个体老化率(即斜率)可能是负数, 零或者是正数。

2.3 分析方法

在获得每个老人的老化率的基础上, 本文将进一步分析影响每个个体老化率的因素。本文将所有可能影响个体老化的 21 个变量分为早期变量和当前变量两类。早期变量总共有 12 个变量, 包括 5 个人口特征变量(年龄、出生地、受教育程度、婚姻次数和主要职业)、4 个生活方式变量(过去是否吸烟、喝酒、有规律的运动和有规律的体力劳动)和 3 个经济医疗特征(在幼年时期是否有足够的医疗服务、在 60 岁左右生病的时候是否能得到足够的医疗服务、在童年时期是否经常饿着肚子上床睡觉)。当前变量总共有 9 个变量, 包括 2 个居住环境变量(现居住地和居住方式)、1 个婚姻状况变量、3 个生活方式变量(目前是否吸烟、目前是否喝酒、现在是否有规律的做运动)、3 个经济医疗变量(所有收入是否足够满足日常花费、去年的家庭总收入、当你病重的时候是否能得到足够的医疗服务)。本文将所有的分类变量编码为虚拟变量, 并将不利于老化率的变量比如农村、没有受过教育等设置为参考变量, 然后采用线性回归的方法检验这些变量的影响效果。由于前 1998 和 2000 年调查中没有设置家庭收入问题, 因此在队列 1 中我们没有关于家庭收入的信息。

3 结果

3.1 老化率

表 2 的结果表明, 队列 2、队列 3 和队列 4 的老化率平均值相对接近, 在 0.02 上下波动, 而队列 1 的老化率平均值明显偏高。将四个队列进行分解后可知, 队列 1 的平均值特别高是因为存在较多的死亡样本, 这些死亡样本的老化率平均值接近于 0.1。如果我们从队列 1 的平均值中扣除队列 1 中死亡样本的平均值再加上丢失样本的平均值, 就能得到队列 1 修正的平均值 0.024 ($0.062 - (0.096 - 0.058) = 0.024$), 而调整后的平均值非常接近其他三个队列的平均值。此外, 队列 2 和队列 3 中的丢失样本和死亡样本也具有基本相同的老化率平均值。因此, 我们倾向于认为, 高龄老人总体上趋向于相同的老化率, 这个老化率介于 0.02 到 0.025 之间。

从四个队列的密度分布来看(见图 3), 除了队列 1 外, 队列 2、队列 3 和队列 4 的密度分布图像呈锥形, 即个体老化率向平均值高度收敛。从四个队列的年龄分布来看(见图 4), 队列 2、队列 3 和队列 4 的不同年龄段的老化率平均值非常接近, 几乎是一条直线, 尤其是队列 4 的平均老化率曲线更加平直。队列 2 和队列 3 的老化率平均值曲线接近队列 4 的曲线, 虽然三条曲线在更高的年龄段老化率的平均值都有轻微的增加, 但是这种增加可能来自于死亡样本或者丢失样本的偏差。图 5 表明死亡

样本和丢失样本的平均值明显高于或低于存活样本的平均值。死亡样本的老化率平均值随着年龄增加而不断增加,这主要是因为年龄越大,死亡样本越多。从存活样本来看,除了高年龄段因样本少出现波动外,其他年龄段的平均值基本是一条直线。如果将不同队列的死亡样本进一步分解(见图6),结果表明队列1、队列2和队列3的死亡样本的老化率平均值都是一条直线,而且队列2和队列3的平均值曲线很接近所有存活样本的平均值曲线。因此,我们可以合理地推论,高龄老人的老化率从平均值来看介于0.02~0.025之间,或者说,总体上而言,高龄老人的老化率在0.0225左右波动。

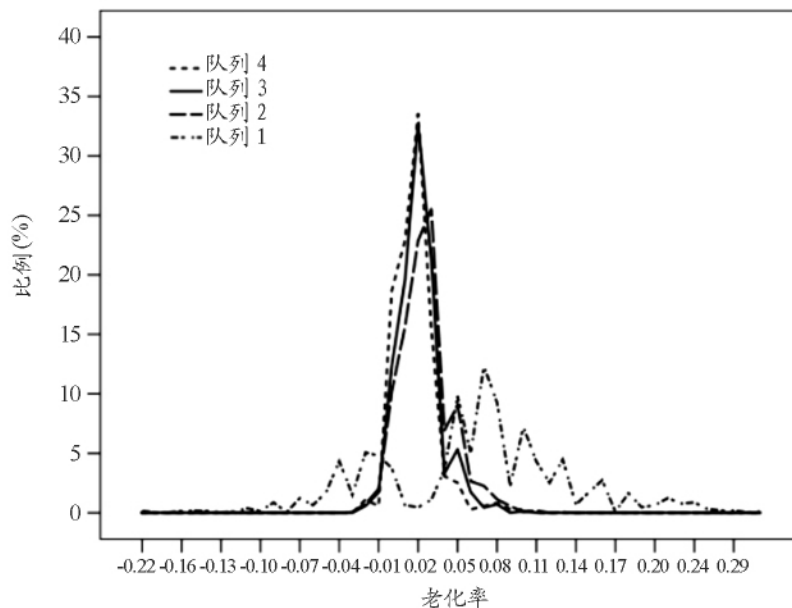
表2 不同样本和队列的老化率

Table 2 Rate of Ageing for Different Cohorts and Samples

研究样本	1998	2000	2002	2005	2008	百分比(%)			
	老化率的平均值(标准差)					样本量	个体老化率为正数的比例	个体老化率为0的比例	个体老化率为负数的比例
队列1	0.062(0.073)					2189	74.7	3.7	21.6
队列2	0.026(0.02)					87	10.2	2.8	
队列3	0.021(0.016)					694	85.3	12.4	2.3
队列4	0.018(0.016)					358	79.6	18.7	1.7
总平均值		0.041(0.054)	0.023(0.018)	0.02(0.016)	0.018(0.016)	4831	80.6	8.2	11.2
样本量		4831	2642	1052	358				
队列1的丢失样本	-0.03(0.041)					585	5.3	14	80.7
队列2的丢失样本	0.023(0.020)					81.7	14.1	4.2	
队列3的丢失样本	0.020(0.016)					215	82.3	14	3.7
丢失样本的总平均值	-0.006(0.041)					1084	40.6	14	45.4
丢失样本量			585	284	215				
队列1的死亡样本	0.096(0.049)					1604	100	0	0
队列2的死亡样本	0.026(0.020)					1306	88.1	9.3	2.5
队列3的死亡样本	0.021(0.016)					479	86.6	11.7	1.7
死亡样本的总平均值	0.058(0.051)					3389	93.5	5.3	1.2
死亡样本量			1604	1306	479				

图3 不同队列的老化率的密度分布

Figure 3 Density Distribution of Rate of Ageing for Different Cohorts



从个体老化率来看(见表4),在队列1的2189名老年人中,21.6%有负的老化率,在其他三个队列中有1.7%~2.8%的老年人有负的老化率。这表明不少老人越活越健康。队列1中的2189名老年人中,3.1%有零老化率,这意味着人们年龄变大但是没有变老。而在其他三个队列中零老化率的老年人所占的比重比队列1高很多,特别是队列4,零老化率的比例是18.7%。从全部样本来看,大约有80%的老年人有正的老化率而20%的老年人有零老化率或者负老化率。

图4 不同队列老化率的平均值的年龄分布

Figure 4 Change of Mean Rate of Ageing for Different Cohorts by Age

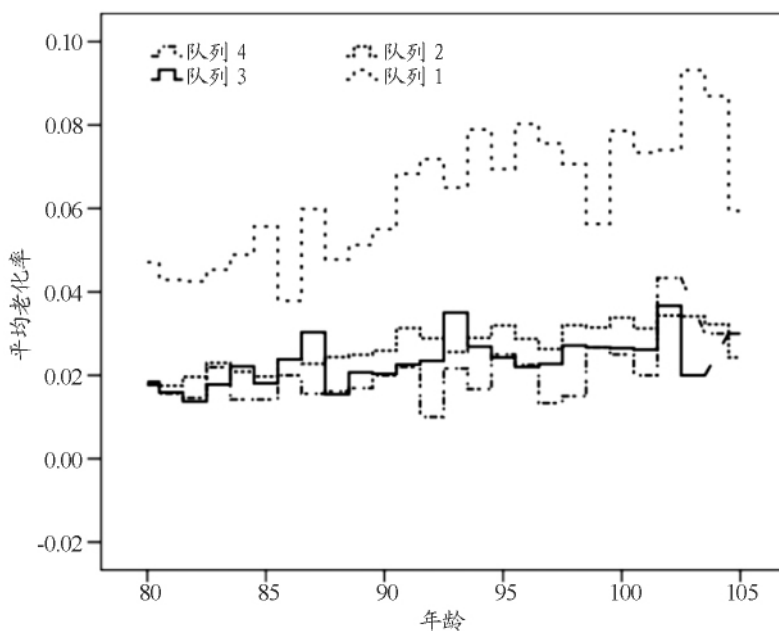
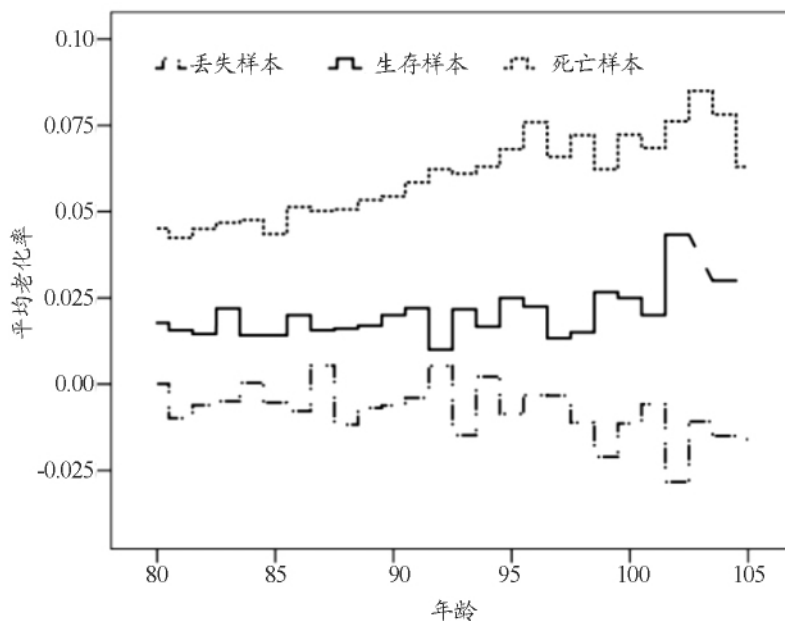


图5 不同样本老化率的平均值的年龄分布

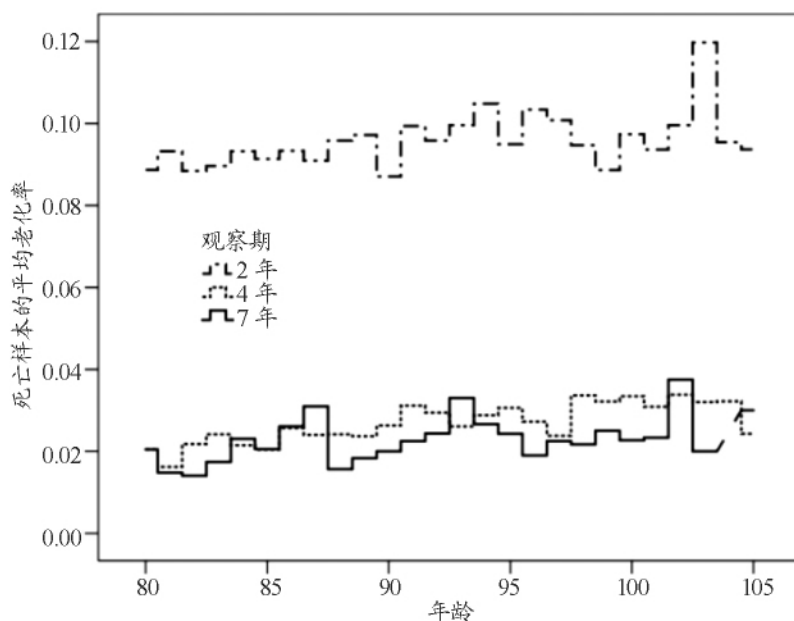
Figure 5 Change of Mean Rate of Ageing for Different Subsamples by Age



与前人的实证研究发现损失样本比起参与者有着更糟糕的健康状况不同的是(Christensen, K., 2008), 本研究发现, 损失样本中的大多数有比参与者更好的健康状况。在队列 1 中, 80% 的损失样本具有负的老化率而在队列 2 和队列 3 中, 有 20% 的损失样本有零老化率或负老化率。在所有的样本中, 60% 的损失样本具有非正老化率, 即使在死亡样本中, 有 7% 具有非正老化率, 这意味着他们可能死于偶然因素而不是正常的衰弱。

图 6 分解后不同队列死亡样本老化率平均值的年龄分布

Figure 6 Breakdown of Dead Samples for Different Cohorts



3.2 老化率的影响因素

表 3 显示, 在早期变量中的所有回归方程在统计上是显著的。不过, 所有模型的 R 平方值极其低, 只有 5% ~ 10%, 这意味着早期变量仅仅能解释 5% ~ 10% 的个体老化率的变化。换句话说, 从统计上来看, 早期生活并不是个体老化率变化的主要因素。表 4 的回归结果也显示, 尽管大部分的模型在统计上都显著, 除了队列 4 的女性模型因为样本太小导致不显著外, 然而, 所有的显著模型的最大 R 平方值只有 16%, 这意味着当前变量最多只能解释 16% 的个体老化率的变化。这间接表明无论早期变量还是当前变量都不是影响个体老化的主要因素。这与高龄老人的老化率接近一个常数存在很大的一致性。

无论早期变量模型还是当前变量模型, 回归系数具有统计显著性的变量非常少。表 3 显示, 在除了队列 4 之外的所有模型中, 年龄变量是唯一的一个在所有模型中都显著的变量。年龄的统计显著性意味着个人层面上的老化率的年龄效应是显著的。换句话说, 年龄越老, 老化率越高。这似乎与老化率随着年龄的增长总体变化不大的结论相矛盾。事实并非如此。首先, 老化率的平均值随着年龄变化而相对稳定, 但是个体层面上允许存在细微不同。其次, 虽然年龄对于个体老化率在统计上显著, 但是影响都很微弱。在队列 3 的老年人中每年只有 0.0004, 数字非常小的, 十年的影响仅仅是 0.004, 20 年的影响只有 0.008, 而在 30 年之后我们能看到年龄对老化率的显著作用即 0.012。也就是说, 对于老年人而言, 年龄的作用确实存在但是影响非常小的。最重要的是, 年龄对个体老化率的作用受死亡样本的影响很大, 正如前面讨论的, 因为在高龄阶段相对多的死亡样本大大地扭曲了年龄对个体老化率的影响作用。

表 3 早期变量对个体老化率的回归结果

Table 3 Regression Results for the Effects of Variables in Past Life on the Rate of Ageing

变量(参考群体)	总体		队列 1		队列 2		队列 3		队列 4	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
年龄	0.0015***	0.0016***	0.0007***	0.0013***	0.0006***	0.0006***	0.0004***	0.0004***	0.0002	0.0002
出生地(乡村)	-0.0027	0.0000	0.0019	-0.0039	0.0007	0.0012	-0.0016	0.0002	-0.0027	-0.0027
教育(文盲)	0.0024	-0.0011	-0.0047	0.0116**	-0.0008	-0.0009	-0.0020	-0.0030 [♀]	-0.0015	-0.0015
结婚次数(2次及以上)	0.0035	-0.0007	0.0035	-0.0012	-0.0004	0.0007	-0.0001	-0.0018	0.0035	0.0035
人口特征变量	-0.0083 [♀]	-0.0025	-0.0224**	0.0087	0.0003	0.0007	0.0014	-0.0006	0.0093*	0.0093*
专业技术人员	-0.0082	-0.0209	-0.0287**	0.0119	0.0006	0.0002	0.0048	0.0074 [♀]	0.0041	0.0041
政府事业单位管理人员	-0.0091*	-0.0005	-0.0172**	0.0105	-0.0006	0.0006	-0.0023	-0.0025	0.0030	0.0030
产业工人	-0.0062	0.0013	-0.0123*	0.0066	-0.0014	-0.0013	0.0022	0.0015	-0.0003	-0.0003
商人和服务人员	-0.0055	0.0008	-0.0041	0.0038	-0.0047	-0.0027	0.0172*	0.0125	0.0081	0.0081
军人	-0.0148	0.0120	0.0119*	-0.0065	0.0031 [♀]	0.0016	0.0046*	0.0014	0.0069**	0.0069**
家庭服务人员	0.0017	0.0004	0.0052	0.0230	-0.0003	0.0005	0.0001	-0.0010	0.0074	0.0074
其他	-0.0006	-0.0016	0.0100**	-0.0092*	0.0010	0.0015	-0.0012	-0.0004	0.0041*	0.0041*
否	0.0034	-0.0074	0.0076*	-0.0017	0.0015	0.0009	0.0012	0.0006	-0.0014	-0.0014
是	-0.0016	-0.0042**	-0.0014	-0.0083*	-0.0014	-0.0011	-0.0011	-0.0010	-0.0049*	-0.0049*
否	-0.0004	0.0051	-0.0035	-0.0134**	0.0014	0.0031*	0.0028	0.0034 [♀]	-0.0005	-0.0005
能	-0.0032	0.0031	0.0011	0.0098	-0.0008	0.0007	-0.0007	0.0007	-0.0019	-0.0019
从来没有生病	-0.0037	0.0034	0.0010	0.0127	-0.0031	-0.0012	-0.0041	-0.0024	-0.0034	-0.0034
能	-0.0057	0.0044	-0.0045	0.0027	0.0004	-0.0001	-0.0019	-0.0026	0.0008	0.0008
从来没有生病	0.0000	-0.0025	0.0032	0.0066	0.0009	-0.0005	-0.0011	-0.0025	-0.0008	-0.0008
否	0.0012	0.0449	0.0009	-0.0027	-0.0006	-0.0014	-0.0009	0.0000	-0.0002	-0.0002
幼年是否挨饿睡觉(是)	1909	2784	1787	1899	1383	1418	555	592	348	348
样本量	-0.0947***	-0.1023***	0.0016	-0.0476*	-0.0292***	-0.0320	-0.0122	-0.0095	-0.0048	-0.0048
常数	0.0550	0.0610	0.0760	0.0510	0.0750	0.0720	0.0830	0.0690	0.0980	0.0980
R 平方	5.5000***	9.5000***	7.2860***	5.0510***	5.5250***	5.4570***	2.4010***	2.1280***	1.7670*	1.7670*
F 值										

♀ p < 0.1; * p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

表 4 当前变量对个体老化率的回归结果

Table 4 Regression Results for the Effects of Variables at Present Life on the Rate of Ageing

变量(参考群体)	队列 1		队列 2		队列 3		队列 4	
	男		女		男		女	
居住环境变量								
居住地(农村)	-0.0033	-0.0026	0.0017	0.0016	0.0011	0.0010	-0.0003	0.0026
和家人居住	0.0252***	0.0249***	0.0043	0.0047**	0.0047*	0.0043*	0.0021	-0.0043
住养老院	0.0235**	0.0259**	0.0061*	0.0067*	0.0042	0.0046	0.0116	-0.0083
和配偶居住	-0.0251***	0.0061	-0.0056***	-0.0049***	-0.0045**	-0.0053**	0.0036	-0.0076
目前婚姻变量								
和配偶分居	-0.0032	-0.0045	-0.0003	-0.0014	-0.0101 [?]	-0.0161*	0.0019	-0.0048
离婚	-0.0262	-0.0088	0.0067	0.0121*	-0.0191	-0.0071	0.0000	0.0000
你的所有收入是否够用(否)	-0.0058	-0.0038	-0.0053***	-0.0049***	-0.0024	-0.0011	-0.0097	0.0027
经济医疗变量								
去年的家庭总收入	-	-	0.0000004*	0.0000004*	0.000000001	-0.00000001	0.00000005**	-0.00000005
当你生命时是否得到足够的治疗(否)	-0.0104	0.0027	-0.0045**	-0.0053***	-0.0015	-0.0016	-0.0064	-0.0109*
生活方式变量								
现在是否抽烟(是)	0.0157***	-0.0097 [?]	0.0046**	0.0043**	0.0022	0.0001	0.0000	0.0019
现在是否喝酒(是)	0.0063 [?]	-0.0031	0.0024 [?]	0.0021	0.0037*	0.0035*	-0.0020	0.0010
现在是否有规律的运动(否)	-0.0289***	-0.0242***	-0.0136***	-0.0134***	-0.0051***	-0.0052***	-0.0025	-0.0023
样本量	1625	1706	1310	1338	560	560	139	214
常数	0.0652***	0.0679***	0.0257***	0.0260***	0.0161***	0.0185***	0.0259***	0.0301***
R 平方	0.114	0.043	0.163	0.153	0.079	0.067	0.144	0.052
F 值	18.94***	6.98***	21.03***	20***	3.92***	3.464***	1.943*	0.998

‡ p<0.1; * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

在早期模型中(见表3),大多数的早期变量在所有模型中统计不显著,这些变量包括出生地、婚姻次数、60岁和幼年时期的医疗服务状况以及幼年时期的饥饿经历。少数变量仅在一两个模型中有重要意义,例如,职业的效果在队列1、队列4和总体模型中被观察到:与农民相比,专业人员、技术人员、官员、管理者、工人和商人具有更低的老化率;而与农民相比,士兵和家庭手工工人具有更高的老化率。值得注意的是,早期有规律地运动的负面影响在队列1、队列4和总体样本中的女性模型中统计显著,这表明,在过去有规律运动的女性老人的老化率比没有规律地运动的女性老人低。早期喝酒的正面效果在队列1的男性模型中显著。关于早期经历的其他变量(如受教育和吸烟)的效果在一些模型中是积极的而在另一些模型中却是消极的,个中缘由需要进一步研究。

在当前模型中(见表4),现居住地在所有模型中都统计不显著。当前有规律地锻炼对降低老化率的积极效用在队列1、队列2和队列3的所有模型中都统计显著。现居住安排变量在前三个队列中的大多数模型也是统计显著的:与独居的老年人相比,与家庭成员生活在一起的老人和生活在疗养院中的老人有更高的老化率。目前的婚姻变量在前三个队列中的所有模型中统计显著:已婚并且和配偶一起生活的人的老化率比老年丧偶者低。三个经济医疗变量仅在队列2统计显著。值得注意的是,去年的家庭收入变量在队列2中显著但是在队列3却不显著。当生病时能得到及时治疗在队列2统计显著。当前吸烟和喝酒变量只有少数模型中统计显著。总之,在当前变量中,有规律的锻炼和与配偶一起生活对减缓老化是有用的,已婚并且和配偶一起生活的人的老化率比老年丧偶者低,而在一些模型中显示,足够的经济支持和及时的医疗服务对延缓老化也有显著意义。

4 讨论

通过计算虚弱指数随着年龄的变化率来估算老人个体的老化率,得出一个重要发现:高龄老人个体的老化率的密度分布呈现锥形分布,高度收敛于其平均值,而且在不同年龄阶段的平均值趋于稳定,大约每年2%~2.5%的老化速度。这个发现与James W. Vaupel的假设即老化率基本上是“一个生物常数”可以说是某种程度上存在吻合(Vaupel, 2010)。此外,回归结果也表明,无论是早期变量还是当前变量,最多只能解释16%的个体老化率的变化,这间接说明个体老化率的主要影响因素既不是早期经历也不是当前生活状况。而以往关于基因对老化的影响方面的经验研究也认为基因并非老化的主要因素。因此,本研究认为:高龄老人的老化率在总体上相对稳定的,接近一个生物学概念上的常数。

当然,本研究依然存在值得进一步研究的疑点:一是本研究只在平均值上近似的验证了James W. Vaupel的假设。事实上,我们发现,在个体层面上,个体的老化率存在很大的差异,有些个体的老化率值是正的,有些个体的老化率值是负的,还有有些个体的老化率值为0,这意味着他们没有虚弱性的变老。这个发现也显示与先前的研究(Vaupel, J. W., et al., 2004; Baudisch A., 2005; Baudisch A., 2008)具有一致性。二是我们发现个体老化率的平均值在不同年龄阶段趋于稳定,但是总体上高年龄阶段略微高些。而且年龄对个体老化率的作用统计显著。尽管我们可以认为这些波动是由于高年龄阶段的死亡样本偏多造成的。数据显示,尽管临终前2年、临终前4年和临终前7年以及10年依然健在的老化率的平均值在各个年龄段都趋于一条直线,但是临终前2年的老化率显著高于其他队列。如果所有年龄阶段的老化率平均数趋于一致的话,那么如果解释临终前的老人的老化率偏高的现象呢?老化率是否存在某个突变的临界点?这些问题值得进一步研究。

本研究的另一个发现是,回归结果显示,不少早期经历和现在的一些生活状况以及规律有助于一定程度上缓解或者减慢个体的老化速度。有规律的运动无论在早期模型还是在当前模型都是统计显著的变量,即早期有规律的锻炼和当前有规律的运动对缓解老化有积极作用。另外,如果病重时有足够的医疗服务和在日常开支上有充足的财政支持对于减缓老化也是很有帮助的,这意味着经济和医

疗因素在老年人的健康老龄化中起到了非常重要的作用。不过,令人惊讶的是,大多数假设影响老化率的变量在本研究中大多数模型中并不显著,这些变量包括出生地、现居住地、婚姻次数、现在的婚姻状态、早期的经济和医疗条件、幼年时期的饥饿经历、早期的喝酒和抽烟经历等。当然,这些变量不显著的原因需要进一步观察和研究。

参考文献/References:

- 1 Zeng, Yi, J. W. Vaupel, Z. Y. Xiao, C. Y. Zhang, and Y. Z. Liu. 2002. Sociodemographic and Health Profiles of the Oldest – old in China, *Population and Development Review* 28: 251-273.
- 2 Gu D. 2008. General Data Assessment of the Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey in 2002. In: Zeng Y, Poston D, Vlosky DA, Gu D, editors. *Healthy Longevity in China: Demographic, Socioeconomic, and Psychological Dimensions*, Dordrecht, The Netherlands: Springer: 39-59.
- 3 Gu D, Dupre ME. 2008. Assessment of Reliability of Mortality and Morbidity in the 1998-2002 CLHLS Waves. In: Zeng Y, Poston D, Vlosky DA, Gu D, editors. *Healthy Longevity in China: Demographic, Socioeconomic, and Psychological Dimensions*, Dordrecht, The Netherlands: Springer: 99-115.
- 4 Zeng Y, Gu D. 2008. Reliability of Age Reporting Among the Chinese Oldest – old in the CLHLS Datasets. In: Zeng Y, Poston D, Vlosky DA, Gu D, editors. *Healthy Longevity in China: Demographic, Socioeconomic, and Psychological Dimensions*, Dordrecht, The Netherlands: Springer: 61-78.
- 5 Linda Partridge, Nicholas H. Barton. 1996. On Measuring the Rate of Ageing. *Proceedings: Biological Sciences* 1375: 1365-1371.
- 6 Johnson, T. E. 1990. Increased Life – span of Age – 1 Mutants in *Caenorhabditis Elegans* and Lower Gompertz Rate of Ageing. *Science* 249: 908-912.
- 7 Elisabetta Barbi. 2003. Assessing the Rate of Ageing of the Human Population, MPIDR Working Paper WP2003 – 008, March.
- 8 Vaupel, J. W. 2010. Biodemography of Human Ageing. *Nature* 7288: 536-542.
- 9 Vaupel James, Manton Kenneth, Stallard Eric. 1979. The Impact of Heterogeneity in Individual Frailty on the Dynamics of Mortality. *Demography* 16: 439-454.
- 10 Yashin, A. I., Vaupel, J. W. & Iachine, I. A. 1995. Correlated Individual Frailty: an Advantageous Approach to Survival Analysis of Bivariate Data. *Mathematical Population Studies* 5: 145-160.
- 11 Aihie Sayer A, Cooper C, Evans JR et al. 1998. Are Rates of Aging Determined in Utero? *Age and Ageing* 27: 579-83.
- 12 Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA. 2001. Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 56A: M146-M157.
- 13 Bergman H, Ferrucci L, Guralnik J, Hogan DB, Hummel S, Karunanathan S, Wolfson C. 2007. Frailty: An Emerging Research and Clinical Paradigm – issues and controversies. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 62: 731-737.
- 14 Kulminski A, Ukraintseva S, Kulminskaya IV, Arbeev K, Land K, Yashin A. 2008. Cumulative Deficits Better Characterize Susceptibility to Death in Elderly People than Phenotypic Frailty: Lessons from the Cardiovascular Health Study. *Journal of the American Geriatrics Society* 56: 898-903.
- 15 Levers MJ, Estabrooks CA, Ross Kerr JC. 2006. Factors Contributing to Frailty: Literature Review. *Journal of Advanced Nursing* 56: 282-291.
- 16 Rockwood K, Andrew M, Mitnitski A. 2007. A Comparison of Two Approaches to Measuring Frailty in Elderly People. *Journals of Gerontology: Medical Sciences* 62: 738-743.
- 17 Kulminski A, Yashin A, Ukraintseva S, Akushevich I, Arbeev K, Land K, Manton K. 2006. Accumulation of Health Disorders as a Systemic Measure of Aging: Findings from the NLTCs Data. *Mechanisms of Ageing and Development* 127: 840-848.

- 18 Mitnitski AB, Song X, Skoog I, Broe GA, Cox JL, Grunfeld E, Rockwood K. 2005. Relative Fitness and Frailty of Elderly Men and Women in Developed Countries and their Relationship with Mortality. *Journal of the American Geriatrics Society* 35: 2184-2189.
- 19 Rockwood K. .2005. Frailty and its Definition: A Worthy Challenge. *Journal of the American Geriatrics Society* 53: 1069-1070.
- 20 Fisher AL. 2005. Just What Defines Frailty? *Journal of the American Geriatrics Society* 53: 2229-2230.
- 21 Rockwood K, Fox RA, Stolee P, Robertson D, Beattie BL. 1994. Frailty in Elderly People: An Evolving Concept. *Canadian Medical Association Journal* 150: 489-495.
- 22 Goggins WB, Woo J, Sham A, Ho SC. 2005. Frailty Index as a Measure of Biological Age in a Chinese Population. *Journals of Gerontology: Medical Sciences* 60: 1046-1051.
- 23 Janssen I, Shepard DS, Katzmarzyk PT, Roubenoff R. 2004. The Healthcare Costs of Sarcopenia in the United States. *Journal of the American Geriatrics Society* 52: 80-85.
- 24 Mitnitski AB, Graham JE, Mogilner AJ, Rockwood K. 2002. Frailty, Fitness and Late - life Mortality in Relation to Chronological and Biological Age. *BMC Geriatrics*. 2: 1.
- 25 Puts MT, Lips P, Deeg DJ. 2005. Sex Differences in the Risk of Frailty for Mortality Independent of Disability and Chronic Diseases. *Journal of the American Geriatrics Society* 53: 40-47.
- 26 Song X, Mitnitski A, MacKnight C, Rockwood K. 2004. Assessment of Individual Risk of Death Using Self - report Data: An Artificial Neural Network Compared with a Frailty Index . *Journal of the American Geriatrics Society* 52: 1180-1184.
- 27 Yashin AI, Arbeev KG, Kulminski A, Akushevich I, Akushevich L, Ukraintseva SV. 2007. Cumulative Index of Elderly Disorders and its Dynamic Contribution to Mortality and Longevity. *Rejuvenation Research* 10: 75-86.
- 28 Gu Danan; Matthew E Dupre; Jessica Sautter; Haiyan Zhu; Yuzhi Liu; Zeng Yi, 2009. Frailty and Mortality Among Chinese at Advanced Ages. *The Journals of Gerontology: Social Sciences*. 64: 279-289.
- 29 Markle - Reid M. 2003. Conceptualizations of Frailty in Relation to Older Adults. *Journal of Advanced Nursing* 44: 58-68.
- 30 Horiuchi Shiro, Coale Ansley. 1990. Age Patterns of Mortality for Older Women, *Matemathical Population Studies* 4: 245-267.
- 31 Manton Kenneth G. , Vaupel James W. 1995. Survival after the Age of 80 in the United States, Sweden, France, England and Japan. *New England Journal of Medicine* 333: 1232-1235.
- 32 Thatcher Roger, Kannisto V? in?, Vaupel James. 1998. The Force of Mortality at Ages 80 to 120. Odense, Monographs on Population Ageing, Odense University Press: 104.
- 33 Christensen, K. and M. McGue and I. Petersen and B. Jeune and J. W. Vaupel. 2008. Exceptional Longevity does not Result in Excessive Levels of Disability, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105: 13274-13279
- 34 Strehler, B. L. 1999. Time, Cells, and Aging. *Demetriades Brothers, Larnaca*.
- 35 Vaupel, J. W. , Baudisch, A. , Dolling, M. , Roach, D. A. & Gampe, J. 2004. The Case for Negative Senescence. *Theoretical Population Biology* 65: 339-351.
- 36 Baudisch, A. . 2005. Hamilton's Indicators of the Force of Selection. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 23: 8263-8268.
- 38 Baudisch, A. . 2008. Inevitable Aging? *Contributions to Evolutionary - Demographic Theory* . Springer.

(责任编辑: 沈 铭 收稿时间: 2012 - 01)