

中国老年人认知功能状态转移规律 及风险因素研究*

刘晓婷 陈铂麟

【内容摘要】伴随着人口老龄化和高龄化,大多数老年人面临不同程度的认知功能衰退。基于2011和2014年CLHLS数据,采用连续时间齐性马尔科夫过程刻画老年人分年龄、分性别的认知功能状态转移规律,识别了影响认知功能状态转移的风险因素,并估算了2015~2024年10年间不同认知功能状态老年人口需求规模。中国老年人整体认知功能缺损率呈现下降趋势,尤其在高龄老人中更加明显。男性、教育程度高、坚持锻炼、参与社会交往和拥有较好健康状况(自评健康好、所患慢性病数少、无功能受限和初始认知状态好)的老年人具有更好的抵御认知下降的能力。预测至2024年,中国65岁及以上认知缺损的老年人有2785万。为失智老年人长期照护需求规模的预测提供了方法论基础。

【关键词】认知功能缺损;连续时间齐性马尔科夫过程;转移概率矩阵;长期照护

【作者简介】刘晓婷,浙江大学公共管理学院副教授、浙江大学民生保障与公共治理研究中心研究员;陈铂麟,浙江大学公共管理学院硕士研究生。浙江杭州:310058

Cognitive Function Transition and Risk Factors for Older Adults in China

Liu Xiaoting Chen Bolin

Abstract: The older adults are suffering from declining cognitive function with the rapid population ageing. On the basis of 2011 and 2014 CLHLS database, this research explores the transition of cognitive function by age and gender, using the method of continuous time homogeneous Markov process. Risk factors affecting cognitive function are identified. The size of elderly population with cognitive impairment at four different levels is estimated and projected for the decade of 2015-2024. The probability of cognitive impairment decreases among older people, and the decline is most significant among the oldest old. Being male, having higher level education, doing persistent exercise, participating social activity, and better health status are associated with a relatively slow decline in the cognitive function. It is projected that there would be 27.85 million elderly population over 65 years old with cognitive impairment by 2024. In addition, this research provides the basic methodology for need assessment of long-term care services for older adults with dementia.

Keywords: Cognitive Impairment, Continuous Time Homogeneous Markov Process, Transition Probability Matrix, Long-Term Care

Authors: Liu Xiaoting is Associate Professor, School of Public Affairs, Center of Social Welfare and Governance, Zhejiang University; Chen Bolin is Master Student, School of Public Affairs, Zhejiang University. Email: xtlou@zju.edu.cn

* 本文为国家自然科学基金重大项目“代际均衡与多元共治——老龄社会的社会支持体系研究”(71490733)和教育部人文社会科学研究青年基金“中国老年人认知功能的弗林效应研究”

1 引言

伴随着人口老龄化和高龄化,中国已经成为世界上认知症患者最多的国家,2015年达到约950万人(Alzheimer's Disease International, 2015)。随着人口老龄化程度的加深,认知症患者每20年将会翻一倍(Ferri et al., 2005)。除认知症外,大部分老年人也经历着不同程度的认知功能衰退,这不仅会降低生活质量,严重者会影响基本日常生活活动能力,减少剩余预期寿命,提高死亡风险(Yaffe et al., 2016)。认知功能缺损老年人医疗服务和长期照护的费用较高,对家庭和社会都造成了巨大的负担(Ritchie et al., 2016)。目前尚无药物可以完全治愈认知症,尤其是中晚期的治疗效果较差,但是早期诊断和预防干预可以显著延缓认知功能恶化,年龄、性别、种族等人口统计学因素和教育、收入、生活习惯等社会经济因素也可能对个体认知功能衰退产生影响(Deary et al., 2009)。因此,识别影响认知功能缺损的风险因素,并进行相应的风险预防 and 风险控制必要而迫切。

我国正在探索建立长期照护保障制度,需要对长期照护需求进行精确估计,而失智老年人也应该是长期照护的重点保障对象且与失能老年人呈现不同的照料需求和照料费用特征。但国内对于老年人的认知功能变化规律尚缺乏相关研究。识别我国老年人的认知功能变化规律,研究认知功能状态的动态演化过程,预测未来失智老年人口的长期照护需求,为长期照护资源的合理配置、照护基金的精准流向提供了决策依据,也是长期照护保障制度平稳有效运行的保证。

2 文献述评

老年人的失能问题一直备受关注,学界对失能率(张文娟、魏蒙, 2015)、失能的影响因素(Lu et al., 2017)以及失能老年人规模预测和长期照护费用测算(曾毅等, 2012; 黄枫、吴纯杰, 2012)都进行了深入研究。然而,国内对老年人认知功能发展规律的研究相对较少。国外研究着重于老年认知功能发展轨迹(Cognitive Trajectory),多采用模型拟合认知的变化曲线。

首先,文献阐述了认知功能随年龄增长而衰退的特征(Hedden and Gabrieli, 2004),认知下降的速率也会随着年龄增长而加快(McCarrey et al., 2016)。其次,认知的发展轨迹在不同老年人群中呈现出较大的异质性,包括基线状况的不同以及变化速率的不同。例如,美国老年人的认知功能得分平均下降速率是0.41分(Karlamangla et al., 2009),女性在记忆、执行能力和总体认知功能的衰退速率上明显慢于男性(Zaninotto et al., 2018)。并且在不同的年龄组之间,认知功能发展轨迹呈现出不同的模式(Zahodne et al., 2015)。最后,认知发展轨迹还呈现出队列效应,随着教育水平的提高和生活条件的改善,一般人群的认知水平整体提高,这被称为弗林效应(Flynn Effect)。Rodgers等(2003)发现近代美国老年人的认知功能改善,患严重认知障碍的老年人比率下降。

目前,国内对失能老年人的健康状态转移规律和失能状态预测具有较为成熟的方法,如黄枫和吴纯杰(2012)、曾毅等(2012)和胡宏伟等(2015)利用微观数据和人口多元特征,建立不同健康状态之间的转移概率矩阵、多状态生命表等,追踪老年人生命周期内的健康演变轨迹,预测需要护理的失能老年人规模。这种模拟预测的精度较高,在学界广泛使用。

本文在方法上参考了黄枫、吴纯杰(2012)计算健康状态转移概率的方法,采用连续时间齐性马尔科夫过程研究中国65岁及以上老年人分年龄、分性别的认知功能状态转移规律,识别了影响认知功能状态转移的风险因素,并结合基于2010年人口普查数据的人口预测估算了2015~2024年处于不同认知功能状态的老年人口规模,为长期照护保障制度的设计提供依据。

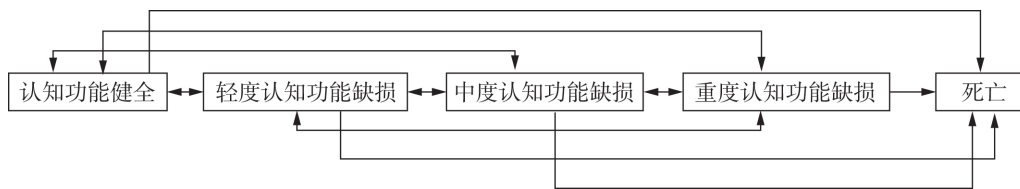
3 研究方法

3.1 连续时间齐性马尔科夫过程

本研究利用连续时间齐性马尔科夫过程刻画老年人认知功能状态的变化过程。假设老年人认知功能状态转变符合连续时间齐性马尔科夫过程,根据简易精神状态量表(MMSE)的标准,将存活态的老年人认知功能划分为4个状态:认知功能健全、轻度认知功能缺损、中度认知功能缺损和重度认知功能缺损。本文还设立死亡作为吸收态,即个体一旦进入死亡态,则无法再转移成其他状态。因此本文的状态空间共有5个:认知功能健全、轻度认知功能缺损、中度认知功能缺损、重度认知功能缺损和死亡。从理论上来说,除死亡态之外的其他认知功能状态都是可逆的,在马尔科夫转移概率矩阵中也存在从严重的认知缺损状态转向较好的认知功能状态的可能性,转移路径如下:

图1 认知功能状态转移路径

Figure 1 The Transitional Path of Cognitive States



资料来源:作者根据研究思路绘制。

3.2 转移概率计算方法

设 $p_{ij}(t)$ 为初始状态为 i 的老年人经过时间 t 转化为状态 j 的概率,则 $P(t) = [p_{ij}(t)]_{n \times n}$ 表示经过时间 t 的转移概率矩阵。由于本文使用的数据两次调查间隔3年,所以需要计算所有初始状态 i 经过3年后状态转变为 j 的概率 $p_{ij}(3)$ 。其中,死亡是吸收态,不存在从死亡状态转变为其他状态的过程,因此,本文使用二元离散选择 Logit 模型来计算结束态为死亡的概率。其他几种认知功能状态之间存在顺序关系,属于排序数据,使用有序 Logit 模型来计算几种状态的转移概率。

假设 S_{it} 表示 t 时刻老年人处在认知状态 i ,如 S_{1t-1} 表示期初认知功能完好, S_{5t} 表示期末时刻已经死亡。对于不同年龄段的老年人,期末死亡的概率可以表示为:

$$P(S_{5t} | X) = G(B_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_i S_{it-1} + \sum \beta_j X_j)$$

$$i = 1, 2, 3, 4; t-1 = 2011; t = 2014$$

其中 $G(\cdot)$ 表示 logistic 累计分布函数, X_i 表示控制变量。本文用多元有序 Logit 模型刻画不同状态之间的转变,转移概率可以表示为:

$$\begin{aligned}
 P(S_{1t} = 1 | S_{i-1}, X, S_{5t} = 0) &= G(\alpha_1 - \sum_{i=2}^4 \beta_i S_{i-1} - X\beta); \\
 P(S_{2t} = 1 | S_{i-1}, X, S_{5t} = 0) &= G(\alpha_2 - \sum_{i=2}^4 \beta_i S_{i-1} - X\beta) - G(\alpha_1 - \sum_{i=2}^4 \beta_i S_{i-1} - X\beta); \\
 P(S_{3t} = 1 | S_{i-1}, X, S_{5t} = 0) &= G(\alpha_3 - \sum_{i=2}^4 \beta_i S_{i-1} - X\beta) - G(\alpha_2 - \sum_{i=2}^4 \beta_i S_{i-1} - X\beta); \\
 P(S_{4t} = 1 | S_{i-1}, X, S_{5t} = 0) &= 1 - G(\alpha_3 - \sum_{i=2}^4 \beta_i S_{i-1} - X\beta)
 \end{aligned}$$

其中 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 表示模型的门限参数 β 表示回归系数, 可以采用极大似然法 MLE 对门限参数进行估计。由于使用多元有序 Logit 模型计算的是以老年人期末状态为生存的条件概率, 在计算认知功能状态转移矩阵时, 需要将其转化为无条件概率, 转换公式是:

$$\begin{aligned}
 P(S_{it} = 1 | S_{j-1}, X) &= P(S_{it} = 1 | S_{j-1}, X, S_{5t} = 0) [1 - P(S_{5t} = 1 | S_{j-1}, X)] \\
 i &= 1, 2, 3, 4; t-1 = 2011; t = 2014
 \end{aligned}$$

在计算出各认知功能状态的 3 年转移概率 $p_{ij}(3)$ 后, 可以得到 3 年转移概率矩阵 $P(3)$, 该矩阵每一个元素 $p_{ij}(3)$ 都大于等于 0 并且小于等于 1, 并且每一行的元素之和为 1。

3.3 转移强度矩阵与年度转移矩阵

3 年转移概率矩阵 $P(3)$ 还需要转换成年度转移概率矩阵 $P(1)$ 才能用于预测未来老年人在不同认知功能状态的人口规模。先将 3 年转移概率矩阵 $P(3)$ 转换成转移强度矩阵 Q , 再利用转移强度矩阵, 估算任意时长的转移概率矩阵。

转移强度矩阵表示瞬时的转移概率 $Q = [q_{ij}]_{4 \times 4}$ 其中:

$$q_{ij} = \lim_{\nabla t \rightarrow 0} \frac{p_{ij}(t + \nabla t) - p_{ij}(t)}{\nabla t}$$

由 Kolmogorov 向前方程可以导出 $P(t) = e^{Qt}$, 即任意时间的转移概率矩阵可以用转移强度矩阵和时间的指数表示, 推导可得 $Q = \frac{\log(P(t))}{t}$, $\log(P(t))$ 可通过泰勒展开得:

$$\log(P(t)) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{n} * (P(t) - I)^n$$

其中 I 为同阶单位矩阵, 计算出转移强度矩阵 Q 后, 可计算年度转移矩阵 $P(1)$:

$$P = P(1) = e^{Q \times 1} = e^Q$$

利用年度转移概率矩阵和人口普查数据, 可以预测未来一段时间内处在不同认知功能状态的老年人口规模。

4 数据处理和描述性统计

4.1 数据处理

本文运用“中国老年人健康长寿影响因素调查”(CLHLS) 2011 和 2014 年数据, 调查问卷分为存活被访者问卷和死亡老年人家属问卷。2011 和 2014 年除长寿地区健康老龄化典型调查外的全国其他调查点跟踪调查中, 没有新增替补受访者, 仅访问 2011 年调查到且 2014 年依然存活的老年人以及上次调查被访后已去世老年人的亲属。根据马尔科夫齐性假定, 个体的认知状态转移仅与当前所处的认知状态相关, 与前置状态无关。因此, 本文仅需要 2011

和 2014 年两年数据即可计算出分年龄、分性别的认知状态转移概率矩阵,并将其应用到人口预测,人口预测的精度不受样本年龄结构的影响。本文以 2011 年调查数据作为基期,研究至 2014 年认知功能状态变化,删除了在 2014 年失去跟踪的 820 个样本,剩余 8945 个样本,其中 2879 个样本在 2014 年的调查前已经死亡,存活的样本数量为 6066 人。本文还删除了年龄小于 65 岁的样本和关键变量缺失的样本,最后的有效样本量为 8726 人。

4.2 变量选择

关键变量是认知功能能力,在 CLHLS 问卷中,认知功能能力运用简易精神状态量表(MMSE)测量。MMSE 是目前世界上应用最广泛的神经心理学量表,由 Folstein 等(1975)编制。CLHLS 问卷中的 MMSE 在原量表的基础上做了部分改进:(1)将时间与地点定向的问题由 10 个缩减为 6 个,不要求老年人回答所在省(市)、县(区)、乡(镇/街道)的名称和所居住的楼层;(2)将语言测试中的一个问题“说一句完整的句子”改为“在一分钟内说出尽可能多的食物数量”,并将前面减少的 6 个问题的分值合并在该问题之中,该问题的总分为 7 分,一分钟内每多说一种食物名称可多得一分,说出 7 种或者 7 种以上的食物名称得 7 分。修改之后,认知功能问卷共设 24 道问题,分为 6 个部分,总分值仍然保持 30 分不变。根据 MMSE 的标准,将存活态的老年人认知状态划分成 4 类:24~30 分为认知功能健全,18~23 分为轻度认知功能缺损,10~17 分为中度认知功能缺损,0~9 分为重度认知功能缺损(Folstein et al., 1975)。改进后的简易精神状态量表消除了老年人教育程度差异带来的等级划分偏差,使得该认知等级划分更加科学有效(曾毅, 2013)。分别令认知功能健全、轻度认知功能缺损、中度认知功能缺损和重度认知功能缺损为 1、2、3、4,同时令 2014 年随访前死亡的老年人为状态 5,可以得到样本在 2011 与 2014 年的认知功能状态分布(见表 1)。

表 1 2011 和 2014 年老年人认知功能状态分布

Table 1 The Distribution of Cognitive States for Older Adults from 2011 to 2014

认知功能状态	2011 年		2014 年	
1 认知功能健全	5397	64.06%	3751	45.51%
2 轻度认知功能缺损	1170	13.89%	682	8.27%
3 中度认知功能缺损	776	9.21%	435	5.28%
4 重度认知功能缺损	1082	12.84%	547	6.64%
5 死亡	N/A	N/A	2828	34.30%

资料来源:表中数据来源于 CLHLS 2011 和 2014 年,下表同。

为了识别影响认知功能及其变化的风险因素,本文参考相关文献加入了对个体的认知功能有较大影响的人口和社会经济因素,主要包含人口特征、个人生活作息、健康状况和家庭状况。其中,人口特征包括性别、户籍与受教育年限;个人生活作息包括是否经常锻炼身体和社会交往;健康状况包括自评健康、慢性病数和身体功能是否受限;家庭状况包括婚姻情况和相对家庭收入。具体的变量界定见表 2。

4.3 描述性统计

表 2 报告了样本特征,平均年龄为 74.62 岁,女性样本占 52%,农村老年人占 51%,平均

受教育年限为 3.33 年,保持锻炼身体的老年人占 41%,参与社交活动占 31%,每位老年人平均患 1.35 种慢性病,功能受限比率为 30%,平均 MMSE 得分为 26.33。

表 2 样本描述性统计表(样本量 8726 人)

Table 2 Descriptive Analysis

变量类别	变量名称	变量定义	均值	标准差
人口特征	性别	男性 = 1	0.48	0.49
	年龄	周岁	74.62	8.64
	户籍	城市 = 1	0.49	0.50
生活作息	受教育年限	通过教育程度转化	3.33	5.09
	锻炼身体	现在经常锻炼身体 = 1	0.41	0.49
	社会交往	进行与人交往的活动 = 1	0.31	0.46
家庭状况	相对家庭收入	家庭收入在当地相对水平: 很富裕、比较富裕、一般 = 1	0.86	0.34
	是否有配偶	有配偶并且配偶还健在 = 1	0.59	0.49
健康状况	自评健康	认为自己身体健康为很好、好和一般 = 1	0.81	0.39
	慢性病数	所患慢性病数	1.35	1.54
	慢性病率	患一种或者一种以上慢性病 = 1	0.64	0.47
	活动受限	因为健康方面的问题,在日常生活活动中受到限制 = 1	0.30	0.46
	认知功能	MMSE 得分(范围: 0~30)	26.33	6.11

5 实证研究结果

5.1 Logit 存活概率模型

本文以样本在 2014 年随访时的存活状态作为因变量进行 Logit 二元回归。Logit 死亡概率模型可以用来预测不同初始认知功能状态老年人的 3 年死亡概率,同时可以识别影响老年人死亡的风险因素。回归结果见表 3 表 3 展现的是解释变量的平均边际效应。

男性较女性有明显的生存劣势,男性老年人具有更大的死亡概率。95 岁及以上的农村老年人具有一定的生存优势。有配偶并且配偶健在的老年人,生存概率会高于那些没有配偶或者已经丧偶的老年人,这种效应在 75~84 和 85~94 岁年龄组的老年人中尤为显著。有坚持锻炼身体习惯的 85~94 和 95 岁及以上的老年人生存概率分别提高了 7.23% 和 4.83%。积极参与社会交往也能带来更大的生存优势。

健康状况对死亡的预测作用最为显著。各年龄组自评健康好的老年人有更加高的生存概率。身体功能受限会显著提高 75 岁及以上老年人的死亡率。在 65~84 岁的老年人中,患慢性病数量越多的老年人,其死亡概率也越高。在初始认知功能状态变量中,除了轻度认知缺损变量在 65~74 岁的老年人中不显著以外,其余显著性都较强,在 75 岁及以上的老年人中,死亡概率随着认知功能状态的恶化而逐步提高,说明认知功能状态是影响死亡的重要风险因素。

表3 Logit 存活概率模型结果

Table 3 Results of Logit Survival Probability Models

解释变量	65~74 岁	75~84 岁	85~94 岁	95 岁及以上
性别	-0.0532 ^{***} (-3.92)	-0.0807 ^{***} (-4.72)	-0.1120 ^{***} (-5.19)	-0.1065 ^{***} (-4.10)
户籍	-0.0154 (-1.25)	-0.0169 (-1.09)	-0.0179 (-0.95)	-0.0708 ^{***} (-3.37)
教育	-0.0002 (-0.11)	0.0025 (1.01)	-0.0014 (-0.44)	-0.0002 (-0.04)
配偶	0.0056 (0.43)	0.0324 ^{**} (2.06)	0.0976 ^{***} (4.16)	0.0351 (0.86)
相对收入	0.0031 (0.20)	0.0024 (0.13)	0.0206 (0.82)	0.0054 (0.19)
锻炼身体	-0.0058 (-0.47)	0.0148 (0.91)	0.0723 ^{***} (3.39)	0.0483 [*] (1.84)
社会交往	0.0245 [*] (1.83)	0.0349 [*] (1.86)	0.0849 ^{***} (3.05)	-0.0073 (-0.21)
自评健康	0.0397 ^{***} (2.64)	0.0569 ^{***} (3.13)	0.0800 ^{***} (3.34)	0.1226 ^{***} (4.74)
功能受限	-0.0185 (-1.33)	-0.0853 ^{***} (-5.18)	-0.1038 ^{***} (-5.08)	-0.0910 ^{***} (-4.18)
慢性病数量	-0.0102 ^{***} (-3.11)	-0.0137 ^{***} (-3.08)	-0.0003 (-0.04)	0.0073 (0.89)
轻度认知功能缺损	-0.0001 (-0.00)	-0.0379 [*] (-1.65)	-0.0451 [*] (-1.80)	-0.1119 ^{***} (-3.84)
中度认知功能缺损	-0.0767 ^{**} (-2.26)	-0.1202 ^{***} (-4.12)	-0.1664 ^{***} (-5.32)	-0.1826 ^{***} (-6.07)
重度认知功能缺损	-0.0464 [*] (-1.92)	-0.2012 ^{***} (-6.06)	-0.2098 ^{***} (-6.65)	-0.1967 ^{***} (-6.94)
截距项	3.0727 ^{***} (7.85)	1.9585 ^{***} (9.25)	0.6810 ^{***} (4.11)	0.0808 (0.44)
样本数(个)	1727	2323	2528	2148
R ²	0.0786	0.0970	0.0790	0.0700

注: *** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05。

5.2 有序 Logit 认知功能状态转移模型

在存活样本中,由于认知缺损的不同程度之间存在着顺序关系,所以选择有序 Logit 回归模型。该模型计算的是以老年人期末状态为生存的条件概率,需要再将其转化为无条件概率,才可以用于计算认知功能状态转移矩阵。回归结果见表4。

表 4 有序 Logit 认知功能状态转移模型结果

Table 4 Results of Ordered Logistic Model for Cognitive State Transition

解释变量	65~74 岁	75~84 岁	85~94 岁	95 岁及以上
性别	-0.229 (-1.06)	-0.323 ** (-2.42)	-0.461 *** (-3.66)	-0.656 *** (-3.60)
户籍	0.142 (0.68)	0.092 (0.73)	0.215 * (1.89)	-0.028 (-0.18)
教育	-0.064 ** (-2.01)	-0.051 ** (-2.20)	-0.063 *** (-2.62)	-0.026 (-0.81)
配偶	-0.116 (-0.37)	-0.112 (-0.56)	-0.012 (-0.06)	-0.091 (-0.24)
相对收入	-0.331 (-1.24)	-0.583 *** (-3.81)	-0.227 (-1.56)	-0.268 (-1.26)
锻炼身体	-0.253 (-1.17)	-0.401 *** (-3.01)	-0.218 * (-1.80)	-0.375 ** (-2.15)
社会交往	-0.291 (-1.23)	-0.358 ** (-2.38)	-0.490 *** (-3.05)	-0.405 * (-1.81)
自评健康	-0.833 *** (-4.11)	-0.695 *** (-5.53)	-0.717 *** (-6.41)	-1.212 *** (-8.30)
功能受限	0.735 *** (4.04)	0.475 *** (4.51)	0.421 *** (4.45)	0.056 (0.49)
慢性病数量	0.112 * (1.86)	0.140 *** (3.55)	0.044 (1.12)	0.119 ** (1.99)
轻度认知功能缺损	1.840 *** (6.31)	1.253 *** (7.57)	1.070 *** (7.57)	0.847 *** (4.43)
中度认知功能缺损	2.846 *** (5.27)	2.066 *** (8.11)	1.674 *** (8.35)	1.377 *** (6.48)
重度认知功能缺损	5.289 *** (8.08)	3.160 *** (8.95)	2.469 *** (11.71)	2.334 *** (10.72)
门限参数 1	2.256 *** (7.34)	0.940 *** (5.27)	0.309 * (1.82)	-0.645 *** (-2.65)
门限参数 2	3.612 *** (10.59)	2.211 *** (11.61)	1.277 *** (7.34)	0.278 (1.15)
门限参数 3	4.874 *** (11.74)	3.030 *** (14.60)	2.287 *** (12.37)	1.376 *** (5.53)
样本数(个)	1503	1787	1366	750
R^2	0.1536	0.1172	0.1168	0.1292

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

期初的认知状态是影响 2014 年认知功能状态的最主要变量,所有期初认知功能状态在各个年龄段上的系数均为正,说明相比于期初认知功能健全的老年人,认知功能缺损的老年人在 3 年后认知功能继续下降的可能性更高。所有系数都在 1% 水平上显著,这保证了后续人口学预测的准确性。3 个门限参数之间在统计上具有显著区别,说明认知功能状态的划分合理,不宜再简化。

相比于女性而言,男性具有更好的抵御认知功能下降的能力,这与 Karlamangla 等(2009)的研究结论相近。教育程度越高的老年人更可能在 2014 年保持着健康的认知功能,因为教育能够提高初始认知水平,从而延缓老年人认知缺损到来的时间,但是大量的研究表明,教育并不能显著降低老年人认知下降的速度(Ritchie et al., 2016)。当到一定年龄后,高教育水平老年人的认知功能优势将消失,比如 95 岁及以上的老年人教育变量系数并不显著。在 75~84 岁的老年人中,家庭相对收入低的老年人群认知功能较差,物质匮乏可能间接加速个体认知功能下降速度。健康积极的生活作息对延缓认知功能下降具有显著的效应,尤其是 75 岁及以上坚持锻炼身体和积极参与社会交往的老年人都维持相对良好的认知功能状态。锻炼和社交对于抑制认知功能衰退的有效性被证实,并且这种抑制效应在高龄老年人中更加显著(Béland et al., 2005)。

自评健康、功能受限和慢性病数量均对认知功能的变化具有显著影响。自评健康好的人不仅具有更低的死亡率,认知功能的衰退速度也更加缓慢。功能受限的老年人同时在认知功能得分上表现出了更大幅度的下降,这可能与失能失智之间动态双向影响机制有关。罹患慢性病种数越多的老年人转移到更差认知功能状态的可能性越大,说明慢性病也是加速老年人认知功能下降的风险因素之一(Yaffe et al., 2016)。

5.3 认知功能状态转移概率矩阵

根据如上模型结果,以死亡作为吸收态,其余认知功能状态作为转移态,可以计算出 3 年的分年龄、分性别和初始认知状态的认知功能转移矩阵,再转化为转移强度矩阵和方便人口预测的年度转移概率矩阵,计算结果见表 5。

认知功能状态的转移具有明显的性别和年龄差异。根据年度转移概率矩阵,女性较男性具有较为明显的生存优势,在相同年龄、相同初始认知功能状态下,女性向死亡状态转移的概率均低于男性。随着年龄的增长,个体的死亡风险也随之增加。在 65~74 岁中,初始认知功能状态与死亡风险之间的相关性不高。但随着年龄的增长,两者逐渐呈现高度的相关性,初始认知功能状态更差的老年人具有更高的死亡概率。

年龄效应同样存在于存活样本的认知功能转移概率中,年龄增长加速认知功能衰退。在 65~74 岁的男性老年人中,期初认知功能健全的老年人在一年过后仍然保持认知功能健全的概率为 95.2%。但在 95 岁及以上的男性老年人中,期初认知功能健全的老年人在期末仍然保持认知功能健全的概率仅为 57.9%。如果期初认知功能缺损的程度越严重,认知功能恢复健全的概率便越低。在 65~74 岁的男性老年人中,期初轻度认知功能缺损的老年人有 44.1% 的概率恢复到认知功能健全,但中度认知功能缺损和重度认知功能缺损的老年人恢复认知功能健全的概率降为 8.2% 和 0.5%。个体一旦进入到重度认知功能缺损的状态,其认知功能改善的概率将会非常低。

表 5 年度认知功能状态转移矩阵

Table 5 Annual Probability Matrix of Cognitive State Transition

期初认知功能状态	期末认知状态									
	认知功能健全	轻度认知功能缺损	中度认知功能缺损	重度认知功能缺损	死亡	认知功能健全	轻度认知功能缺损	中度认知功能缺损	重度认知功能缺损	死亡
	男性					女性				
65~74 岁										
认知功能健全	0.952	0.018	0.004	0.001	0.025	0.962	0.022	0.005	0.001	0.010
轻度认知功能缺损	0.441	0.457	0.071	0.014	0.016	0.412	0.488	0.078	0.015	0.006
中度认知功能缺损	0.082	0.397	0.341	0.040	0.140	0.083	0.413	0.393	0.050	0.061
重度认知功能缺损	0.005	0.009	0.296	0.688	0.031	0.002	0.015	0.261	0.742	0.014
死亡	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
75~84 岁										
认知功能健全	0.878	0.048	0.009	0.006	0.059	0.885	0.064	0.011	0.008	0.033
轻度认知功能缺损	0.345	0.462	0.077	0.043	0.073	0.316	0.502	0.094	0.049	0.039
中度认知功能缺损	0.082	0.341	0.290	0.125	0.163	0.077	0.343	0.338	0.150	0.094
重度认知功能缺损	0.005	0.088	0.169	0.488	0.249	0.009	0.082	0.166	0.582	0.160
死亡	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
85~94 岁										
认知功能健全	0.746	0.070	0.023	0.011	0.149	0.750	0.105	0.033	0.015	0.098
轻度认知功能缺损	0.253	0.380	0.149	0.061	0.157	0.220	0.413	0.192	0.078	0.096
中度认知功能缺损	0.080	0.196	0.292	0.135	0.298	0.073	0.182	0.352	0.182	0.211
重度认知功能缺损	0.021	0.056	0.167	0.449	0.307	0.019	0.048	0.149	0.558	0.225
死亡	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
95 岁及以上										
认知功能健全	0.579	0.122	0.052	0.020	0.227	0.550	0.185	0.084	0.031	0.151
轻度认知功能缺损	0.144	0.280	0.178	0.067	0.332	0.120	0.287	0.247	0.104	0.242
中度认知功能缺损	0.049	0.126	0.280	0.130	0.415	0.042	0.100	0.326	0.202	0.330
重度认知功能缺损	0.012	0.023	0.104	0.458	0.403	0.009	0.019	0.076	0.573	0.324
死亡	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

5.4 各认知功能状态的人口规模预测

得到年度转移概率矩阵后,本文预测某一初始认知功能状态在若干年后的状态分布变化。这里采用微观模拟预测,在短期内的预测精度较高,但长期预测因受到较多干扰而失去了有效性,且马尔科夫齐性假设也仅在短期内成立,因此仅预测 2015~2024 年 10 年分年龄、分性别老年人口认知功能状态分布状况。本文采用了浙江大学人口所 2010 年第六次人口普查数据为基础进行预测的 2015 年人口预测数据作为起点,假定 2015 年全国 65 岁及以上

的老年人认知状态分布与 CLHLS 数据中 65 岁及以上的老年人认知功能状态分布一致。由于利用马尔科夫过程进行人口预测是一个动态变化过程,需要考虑每个年度新进入的 65 岁及以上老年人口规模、结构以及初始认知功能状态分布,本文同样使用了基于 2010 年人口普查数据估计的 2015~2024 年人口预测数据来确定每年 65 岁及以上老年群体的人口规模与结构,并假定每年新进入的 65 岁及以上老年人初始认知功能状态分布与 CLHLS 数据中 65 岁及以上老年人的认知状态分布一致。分性别的认知功能状态人口预测见表 6 和表 7。

表 6 男性老年人处于不同认知功能状态的人口预测(万人)

Table 6 Population Projection of Different Cognitive States for Men(Ten Thousand)

认知功能状态	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
65~74 岁										
认知功能健全	4315.9	4493.2	4774.6	5034.9	5340.0	5624.9	5839.5	6092.3	6253.0	6184.3
轻度认知功能缺损	183.6	187.6	204.7	219.6	234.8	248.2	258.2	269.7	277.1	274.7
中度认知功能缺损	34.8	55.0	62.6	67.5	71.8	75.9	79.3	82.6	85.3	85.5
重度认知功能缺损	44.9	42.7	43.6	44.9	47.2	49.3	50.9	53.0	54.2	53.2
75~84 岁										
认知功能健全	1864.6	1914.5	1953.0	1976.0	2027.3	2077.7	2144.6	2230.0	2314.2	2466.6
轻度认知功能缺损	186.0	199.0	207.3	211.5	216.4	221.1	226.6	233.8	241.8	255.6
中度认知功能缺损	51.6	56.9	59.2	60.1	61.3	62.5	63.8	65.7	67.8	71.6
重度认知功能缺损	55.2	52.4	51.8	51.6	52.1	52.8	53.6	54.9	56.5	59.5
85~94 岁										
认知功能健全	320.1	347.6	375.5	413.5	437.4	461.0	485.3	505.0	523.9	521.3
轻度认知功能缺损	73.9	69.2	71.6	76.7	81.0	85.4	90.0	94.1	98.0	98.9
中度认知功能缺损	32.9	38.7	38.6	39.4	41.0	42.8	45.1	47.2	49.2	50.5
重度认知功能缺损	51.3	37.6	32.7	31.7	31.9	33.0	34.6	36.1	37.7	38.6
95 岁及以上										
认知功能健全	11.4	13.8	15.6	17.4	19.4	21.4	22.5	24.0	25.6	25.4
轻度认知功能缺损	4.7	4.7	5.1	5.7	6.3	7.0	7.5	7.9	8.5	8.6
中度认知功能缺损	3.2	3.8	4.1	4.4	4.8	5.3	5.6	6.0	6.4	6.5
重度认知功能缺损	5.7	4.4	4.0	3.9	4.1	4.5	4.7	5.0	5.4	5.5

随着人口老龄化程度的加深,2015~2024 年 10 年间认知功能健全和认知功能缺损的老年人口数量不断增加。根据预测结果,中国 65 岁及以上轻度认知功能缺损人口将从 2015 年的 1247 万增加至 2024 年的 1679 万,中度认知功能缺损人口从 2015 年的 488 万增加至 2024 年的 618 万,重度认知功能缺损人口从 2015 年的 429 万增加至 2024 年的 489 万。认知功能缺损率随年龄增加而提升,2024 年 65~74 岁的老年人认知功能缺损率为 7.49%,75~84 岁 16.47%,85~94 岁 34.22%,95 岁及以上 58.54%。在 2024 年预测认知功能缺损的 2785 万人之中,男性 1008.8 万,认知功能缺损率 9.88%;女性 1776.2 万,认知功能缺损率 15.05%,高于男性。

表 7 女性老年人处于不同认知功能状态的人口预测(万人)

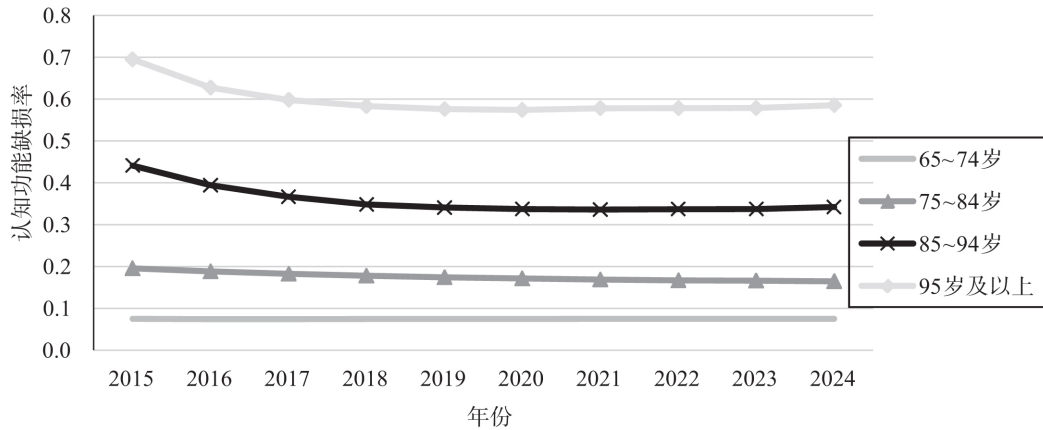
Table 7 Population Projection of Different Cognitive States for Women(Ten Thousand)

认知功能状态	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
65~74 岁										
认知功能健全	4191.9	4449.7	4794.5	5120.7	5480.4	5801.8	6060.4	6342.3	6529.5	6483.8
轻度认知功能缺损	310.3	297.9	310.2	326.5	347.7	366.8	382.0	399.5	410.1	404.7
中度认知功能缺损	79.0	89.4	97.2	104.2	111.8	118.7	124.3	130.3	134.4	133.9
重度认知功能缺损	36.5	42.9	49.0	54.2	59.2	63.5	67.1	70.6	73.2	73.4
75~84 岁										
认知功能健全	1829.2	1940.2	2031.2	2098.3	2181.5	2270.2	2377.8	2500.8	2628.9	2821.2
轻度认知功能缺损	324.1	347.3	345.6	342.3	344.4	349.7	359.1	373.0	388.9	414.0
中度认知功能缺损	175.4	125.6	113.2	108.6	107.4	107.7	109.5	112.8	117.0	124.3
重度认知功能缺损	104.4	112.9	111.4	108.0	105.9	105.0	105.5	107.8	111.1	117.5
85~94 岁										
认知功能健全	341.8	394.5	443.2	497.0	537.6	577.5	614.5	642.4	671.5	678.5
轻度认知功能缺损	154.5	139.9	141.5	149.9	158.5	168.3	178.4	187.0	195.7	200.2
中度认知功能缺损	98.8	96.9	93.9	94.9	97.9	102.4	108.0	113.3	118.5	122.8
重度认知功能缺损	110.3	100.5	95.4	93.9	94.3	96.7	100.8	104.9	109.4	113.1
95 岁及以上										
认知功能健全	13.9	19.3	23.1	26.7	30.3	33.7	35.4	37.6	40.2	40.4
轻度认知功能缺损	10.6	11.2	12.5	14.2	15.9	17.7	18.9	20.1	21.5	21.9
中度认知功能缺损	12.4	12.4	13.1	14.4	15.9	17.6	18.9	20.2	21.5	22.2
重度认知功能缺损	21.0	19.2	18.6	19.2	20.5	22.2	23.7	25.3	27.1	28.1

图 2 报告了 2015~2024 年老年人口中认知功能缺损率的变化。在这 10 年间,老年人的认知功能缺损率整体呈现下降趋势,从 2015 年的 14.38% 下降到 2024 年的 12.66%。这表明老年群体的认知功能有所改善,印证了“弗林效应”在中国老年人群体中的存在。虽然在各个年龄组老年人的认知功能缺损率都呈现下降趋势,但是认知功能状况改善的程度有所不同。高龄老年人整体认知功能状况改善的幅度更大。相较于低年龄组,85~94 岁和 95 岁及以上的老年人认知功能缺损率下降程度较为显著,年平均下降速率分别为 1.0% 和 1.1%。2020 年后,老年人的认知功能缺损率下降缓慢并趋于平稳,这可能是因为“弗林效应”到达了阈值,老年群体的整体认知功能逐渐稳定。在 2022 年后,认知功能缺损率经历小幅回升,这是否说明“弗林效应”的终结,还需要进一步研究。

图2 2015~2024年分年龄组老年人认知功能缺损率变化

Figure 2 Changes in Cognitive Impairment Rate for Older People by Age from 2015 to 2024



资料来源: 图中数据来自作者的人口预测。

6 总结与建议

本文利用连续时间齐性马尔科夫过程构建中国老年人认知功能状态的动态演变模型,在计算出65岁及以上老年人分年龄、分性别的转移概率矩阵基础上,预测了2015~2024年10年间不同认知功能状态的老年人口规模。研究发现男性、教育程度高、健康的生活作息(坚持锻炼和参与社会交往)和更好的健康状况(自评健康好、所患慢性病数少,无日常生活活动能力受限及初始认知功能状态好)的老年人具有较强的抵御认知功能缺损的能力。随着年龄增长,个体保持认知功能健全的概率下降继而认知功能缺损的概率上升。虽然认知功能缺损的老年人具有恢复认知功能健全的可能性,但是随着年龄增大,认知恢复健全的概率变小,一旦进入到重度认知功能缺损的状态,恢复的可能性微乎其微。男性老年人虽然具有生存劣势,却在保持认知功能完好上具有优势。预测至2024年,中国65岁及以上认知功能缺损老年人口数量为2785万人,其中轻度、中度、重度认知功能缺损的人口数分别为1679万、618万、489万人。在10年间,老年人整体的认知缺损率呈现下降趋势,这一趋势在高龄老人中更加明显,表示中国老年人整体的认知功能将得到改善。

高龄化是中国人口老龄化的一个显著特点,失智和失能是高龄化带来的重要后果。认知功能缺损不仅会影响老年人的日常生活能力,降低老年人的生活质量,甚至会带来更高的死亡风险。失智老年人的医疗服务和照护服务需求大幅增长,给家庭和社会带来巨大的资金和服务压力,而我国覆盖失智老年人的长期照护保障体系尚处于探索阶段。对制度进行顶层设计的前提是科学测算认知功能缺损老年人需求规模。本研究探索了老年人认知状态转移的规律并识别了影响认知转移的风险因素,为长期护理保障制度的建立提供了精算基础和技术支持,为了更好地将研究成果运用于实践,本文提出如下政策建议。

首先,无论是照护保障制度实施还是照护服务供给,都必须以需求评估为基础。然而,目前我国所采用的长期照护评估工具存在碎片化、主观化、单一化等问题,需求评估主要以身体功能为主,忽略了认知能力这一重要维度。由于失智老年人在照护服务和医疗康复方面的需求存在特殊性,表现出与身体功能缺损不同的发展轨迹,长期照护制度应该是涵盖失能、失智

老年人的完善制度,同时需要建立起一个统一、全面、客观及有效的需求评估体系,这也被认为是德国、日本和荷兰等国家长期照护保障制度成功的关键。

其次,认知功能状态转移虽然存在可逆性,但随着年龄增长和认知功能缺损程度的提高,功能恢复的概率下降,尤其是一旦进入中重度认知功能缺损,治疗的有效性更是微乎其微。及时进行有效的早期干预和风险调控有助于延缓认知功能衰退的速度,延迟认知功能到达重度缺损的时间。根据认知功能的影响因素,坚持锻炼身体和积极参与社会交往具有较强抵御认知功能缺损的作用,因此建议通过基础公共体育设施的完善鼓励老年人养成锻炼身体的习惯,通过组织社区老年人活动来促进其参与社会交往,形成积极健康的生活习惯,维持相对稳定的认知功能。社会政策还要加强对弱势群体的保护,加强对女性老年人、受教育程度较低的老年人的认知功能干预,尽量减弱相关风险因素的影响。

最后,虽然人口老龄化带来了失智老年人口数量的增加和照护压力的提高,但是我国老年人认知功能总体上呈现改善的状态,这是社会经济、文化、科技发展进步的结果,可以部分抵消老龄化带来的负面影响。在国家健康老龄化的战略背景下,要根据健康的影响因素从早期开始全生命周期进行综合干预,营造有利于老年健康的社会支持和生活环境,延长健康预期寿命,维护包括认知功能在内的健康功能。

本文还存在一定的研究局限。首先,根据老年人认知功能改善的趋势,在预测中每年进入65岁及以上老年人的认知状态分布应该是变好的,但是由于缺乏每年新进入群体的认知状态分布,本文只能假定新进入老年人与2014年CLHLS数据中65岁及以上老年人的认知状态分布一致,这可能低估未来认知状态健全的老年人口数量和比例。其次,有很多影响未来老年人认知功能变化规律的社会心理因素,本研究虽然依据相关文献,在通过转移概率模型计算转移概率矩阵时考虑到了相关因素对认知功能状态变化的影响,但在预测部分为了不让多状态转移概率模型更为复杂,没有再分教育、职业等维度来计算转移概率。在未来的研究中,我们会针对不同队列人群影响认知衰退的特征进行更详细的预测。

参考文献/References:

- 1 张文娟,魏蒙.中国老年人的失能水平到底有多高?——多个数据来源的比较.人口研究,2015; 3: 34-47
Zhang Wenjuan and Wei Meng. 2015. Disability Level of the Chinese Elderly: Comparison from Multiple Data Sources. Population Research 3: 34-47.
- 2 曾毅,陈华帅,王正联.21世纪上半叶老年家庭照料需求成本变动趋势分析.经济研究,2012; 10: 134-149
Zeng Yi, Chen Huashuai, and Wang Zhenglian. 2012. An Analysis on Trends of Future Home-based Care Needs and Costs for Elderly in China. Economic Research Journal 10: 134-149.
- 3 黄枫,吴纯杰.基于转移概率模型的老年人长期护理需求预测分析.经济研究,2012; 2: 119-130
Huang Feng and Wu Chunjie. 2012. A Study of Long-Term-Care Demand of the Elderly in China: Based on Multi Status Transition Model. Economic Research Journal 2: 119-130.
- 4 胡宏伟,李延宇,张澜.中国老年长期护理服务需求评估与预测.中国人口科学,2015; 3: 79-89
Hu Hongwei, Li Yanyu, and Zhang Lan. 2015. Evaluation and Projection of the Need for Long-term Care Services of Chinese Older People. Chinese Journal of Population Science 3: 79-89.

- 5 曾毅. 中国老年健康影响因素跟踪调查(1998-2012)及相关政策研究综述(上). *老龄科学研究*, 2013; 1: 65-72
Zeng Yi. 2013. Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey (1998-2012) and Related Policy Research Review. *Scientific Research on Aging* 1: 65-72.
- 6 Alzheimer's Disease International. 2015. World Alzheimer Report 2015: The Global Impact of Dementia. Alzheimer's Disease International (ADI), London. Retrieved from <https://www.alz.co.uk/research/world-report-2015>.
- 7 Ferri, C. P., Prince, M., Brayne, C., Brodaty, H., Fratiglioni, L., and Ganguli, M. 2005. Global Prevalence of Dementia: A Delphi Consensus Study. *Lancet* 9503: 2112-2117.
- 8 Yaffe, K., Peltz, C. B., Ewing, S. K., McCulloch, C. E., Cummings, S. R., Cauley, J. A., and Ensrud, K. E. 2016. Long-Term Cognitive Trajectories and Mortality in Older Women. *Journals of Gerontology: Series A Biological Sciences and Medical Sciences* 8: 1074-1080.
- 9 Ritchie, S. J., Tucker-Drob, E. M., Cox, S. R., Corley, J., Dykiert, D., Redmond, P., and Deary, I. J. 2016. Predictors of Ageing-Related Decline across Multiple Cognitive Functions. *Intelligence* 59: 115-126.
- 10 Deary, I. J., Corley, J., Gow, A. J., Harris, S. E., Houlihan, L. M., Marioni, R. E., and Starr, J. M. 2009. Age-Associated Cognitive Decline. *British Medical Bulletin* 1: 135-152.
- 11 Lu, B., Liu, X., and Yang, M. 2017. A Budget Proposal for China's Public Long Term Care Policy. *Journal of Aging & Social Policy* 1: 84-103.
- 12 Hedden T and Gabrieli J. 2004. Insights into the Ageing Mind: A View from Cognitive Neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience* 2: 87-96.
- 13 McCarrey, A. C., An, Y., Kitner-Triolo, M. H., Ferrucci, L., and Resnick, S. M. 2016. Sex Differences in Cognitive Trajectories in Clinically Normal Older Adults. *Psychology and Aging* 2: 166-175.
- 14 Karlamangla, A. S., Miller-Martinez, D., Aneshensel, C. S., Seeman, T. E., Wight, R. G., and Chodosh, J. 2009. Trajectories of Cognitive Function in Late Life in the United States: Demographic and Socioeconomic Predictors. *American Journal of Epidemiology* 3: 331-342.
- 15 Zaninotto, P., Batty, G. D., Allerhand, M., and Deary, I. J. 2018. Cognitive Function Trajectories and their Determinants in Older People: 8 Years of Follow-Up in the English Longitudinal Study of Ageing. *Journal of Epidemiology and Community Health* 8: 685-694.
- 16 Zahodne, L. B., Wall, M. M., Schupf, N., Mayeux, R., Manly, J. J., Stern, Y., and Brickman, A. M. 2015. Late-Life Memory Trajectories in Relation to Incident Dementia and Regional Brain Atrophy. *Journal of Neurology* 11: 2484-2490.
- 17 Rodgers, W. L., Ofstedal, M. B., and Herzog, A. R. 2003. Trends in Scores on Tests of Cognitive Ability in the Elderly U.S. Population, 1993-2000. *Journals of Gerontology: Series B Psychological Sciences and Social Sciences* 6: S338-S346.
- 18 Folstein, M. F., Folstein, S. E., and McHugh, P. R. 1975. Mini-Mental State: A Practical Method for Grading Cognitive State of Patients for Clinician. *Journal of Psychiatric Research* 3: 189-198.
- 19 Béland, F., Zunzunegui, M., Alvarado, B., Otero, A., and Del Ser, T. 2005. Trajectories of Cognitive Decline and Social Relations. *The Journals of Gerontology: Series B Psychological Sciences and Social Sciences* 6: 320-330.

(责任编辑: 宋 严 收稿时间: 2020-01)