



城市老年人生命旺盛现象网络结构传染特征分析

——基于仿真模拟实验

张淑娥¹, 吴群红¹, 曹德品¹, 刘晓宁¹, 孙涛²

1. 哈尔滨医科大学卫生管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150081; 2. 杭州师范大学公共卫生学院, 浙江 杭州 311121

摘要:生命旺盛现象的复杂网络,具有小世界特性,符合行为传播交流特点。文章运用NetLogo仿真平台,在经典SIR模型基础上,探究城市老年人生命旺盛现象网络结构传染特征,为积极老龄健康治理提供参考。在仿真实验观测中发现,生命旺盛感的传染具有系统延迟性、复杂特征以及级联扩散效应。生命旺盛现象传染率有等于、大于和小于免疫率三个场景,生命旺盛曲线、生命不旺盛曲线、潜在生命旺盛状态曲线均出现四次交点但传播趋势不同。社会网络的初始状态、生命旺盛现象的传染率和免疫率皆影响旺盛传染曲线的达峰时间,传染特征取向不同。研究提示不同强度生命旺盛现象的干预时间和效果不同,因此积极老龄社区的营造需要综合考虑区域老年人群旺盛的比例、特征、最佳干预方式、最佳干预时间等条件。

关键词:生命旺盛现象;老年人;网络结构;传染特征;仿真实验

中图分类号:C913.6

文献标志码:A

文章编号:1671-0479(2023)05-467-005

doi:10.7655/NYDXBSS20230512

积极老龄化的政策和顶层设计旨在通过营造长寿时代生产和生活空间,来激活老年人的积极心理,从而培育和孵化出更多积极行为^[1]。积极心理现象和积极行为社会现象的积累效应为积极老龄社会建设提供新的参考和视角。个体积极情绪与行为是可以传递和传染的。生命旺盛(心理)现象,又称生命旺盛感,是指老年人在生活中积极维持生命存续与生命意义的意向性心理活动,是追求健康与幸福生活过程中情感和认知两方面同时存在的心理成长状态,即个体体验到的学习适应力、生活意志力、生命活力、乐观态度及和谐关系的心理状态^[2]。生命旺盛感是城市老年人在相互交往、相互影响的过程中产生,可以在一定空间场域中以特定的积极方式表现出来,且形式多样。旺盛心理和行为可以从一个人传递到另一个人,一个家庭传递到另一个家庭,一个社区传递到另一个社区,一种老年人的积极心理体验也会在群体内部进行扩散和

传染。生命旺盛感是老年人积极心理的新兴议题,已经证实生命旺盛感对老年人的躯体健康、心理健康以及社会健康皆具有积极影响,旺盛老年群体行为的积极效应也会给家庭、邻里、社区带来辐射效应、涟漪效应^[3]。由于积极心理现象传染速度和传染强度会随着政策设计、社会环境、经济发展、社会资本和社会网络发生变化,先前研究也已证实现实存在的心理旺盛现象和社会旺盛现象的行为及积极效应,因此,进一步科学认识生命旺盛现象网络结构传染特征,有利于精准培育、激活和塑造更多老年人生命旺盛现象。

仿真模拟在处理社会、经济、生态和生物等一类高度非线性、高阶次、多变量、多重反馈等多个学科问题时都具有显著的优势。多主体仿真建模的方法能够帮助研究者实现思维预演的操作化,实现生命旺盛现象的动态传染与过程机制的全域化考察。因此,本文运用多主体仿真建模的方法分析不

基金项目:浙江省哲学社会科学领军人才培育专项“新业态劳动者社会保护理论创新研究”(23YJRC11ZD-1YB)

收稿日期:2023-07-30

作者简介:张淑娥(1991—),女,黑龙江哈尔滨人,博士,讲师,研究方向为脆弱人群心理健康、老龄健康治理、卫生政策;孙涛(1983—),男,浙江杭州人,博士生导师,教授,研究方向为脆弱人群心理健康、老龄健康治理、卫生政策,通信作者,hyolsuntao@126.com。

同条件下生命旺盛现象时间和网络空间的传染特征与规律,实现生命旺盛现象的动态传染与过程机制,从而进行全域化考察,为积极老龄社区治理提供参考依据。

一、研究方法

(一)NetLogo软件的功能与平台属性

NetLogo 仿真模拟平台能够模拟个体现象对群体或者社会影响的过程。NetLogo 是一种用于模拟自然和社会现象的多智能体编程语言和建模环境,适合复杂系统建模,也适用于对随时间演变的复杂系统进行建模。NetLogo 可以给仿真者提供成百上千的仿真主体,建模者可以向数百甚至数千个同时独立运行的“Agents”发出指令。这使得探索个人的微观行为、研究个体微观互动中涌现出的宏观模式成为可能^[4]。NetLogo 软件模型涵括社会、经济、政治、生物、医疗、管理、数学、计算机科学、系统科学和生活心理等各个方面内容。NetLogo 的主体主要由 Patches、Turtles、Links、The observer 四部分组成^[5]。

运用该平台研究的对象主要是开放系统。Patches 代表静止的主体,在界面中以网格形式排列,一个格子就是一个 Patch,社会生态系统研究中对对应医疗服务机构、社区建设等系统中的静态要素;Turtles 是可移动主体,即在 Patches 上移动,在社会生态系统研究中通常对应生命旺盛老年人等移动要素;Links 则是连接两个 Turtles;The observer 可视为操作者,一方面观察系统演化,另一方面执行前三个主体不能执行的任务。

研究主要分为四个环节:第一,场景预演与模型假设;第二,参数与规则设置和机制设置;第三,运行不同参数和规则下的仿真过程;第四,结果分析,包括评估不同实验条件下生命旺盛群体的网络传染特征和轨迹,对生命旺盛社会现象进行解读。

(二)基于社会网络原理的生命旺盛现象影响过程的模型仿真实验

NetLogo 多主体仿真有利于考察现象传染的所有因素、变量与参数之间的所有可能性,并能够动态且系统地呈现出现象传染效应。考虑到本研究是首次对生命旺盛现象进行探索,难以形成影响因素、变量和参数的完整谱系,实验依据研究前期的主要结果设定仿真参数,最终纳入三套实验方案进行仿真模拟。本研究参考情绪传染和行为传染参数设置^[6],在整个网络生命周期(T)中,生命旺盛现象的 SIR 模型建立假设在实验网络中的所有节点都具有三种状态。①既不是生命旺盛也不是生命不旺盛,用字母 S 表示。该状态下的节点没有被具有生命旺盛感的老年人感染,但不排斥与生命旺盛感

有近距离互动,有可能转变为生命旺盛感状态,也可能转变为无生命旺盛感状态。②有生命旺盛感状态,用字母 I 表示。该状态下的节点是生命旺盛状态且具有传染性。③无生命旺盛感状态,用字母 R 表示。该状态是不具备生命旺盛感的稳定状态,且不会转变为生命旺盛群体的状态。

模型中 $S(t)$ 、 $I(t)$ 、 $R(t)$ 分别表示生命旺盛现象传染期间 t 时刻处于既不是生命旺盛也不是生命不旺盛的状态、有生命旺盛感状态和无生命旺盛感状态的网络节点数^[7]。模型中表示网络病毒传染率和死亡率的参数是常数,分别表示生命旺盛现象的传染率和免疫率。实际上,两者都是与时间 t 相关的动态函数。老龄社会网络处于不同时期时,传染率和免疫率参数发展态势是不同的。本次实验模型对已处于老龄社会的网络节点中的无生命旺盛感的描述较为简单,并未考虑到老龄社会生命旺盛的重复影响现象。当网络节点处于生命旺盛状态后,也并不是所有的网络节点最终都会转变为无生命旺盛状态。实际上,有些人至死都是年轻的、热烈的。但是,大多数会因为躯体功能衰退,最终变成无生命旺盛的状态。借助六度分割理论和三度影响力学说^[6],参考课题组前期研究成果,本研究将实验参数设置为:社会网络节点为 300,即 300 名城市老人;平均节点度为 4,即平均每个老人影响 4 个城市老人;初始被感染的节点数生命旺盛感老年人为 30,即 10% 生命旺盛城市老人,生命旺盛现象传染率为 1%,生命旺盛现象免疫率为 1%,远端链接节点数为 4。

二、研究结果

本研究借用 Zanette 提出的最经典的 SIR 模型研究生命旺盛现象在小世界网络中的传染问题,并使用经 Moreno 改进的 D-K 模型创建了无标度生命旺盛现象传染模型。仿真实验研究结果提示,生命旺盛感的传染具有系统延迟性、复杂性以及级联扩散三个特征。旺盛老年人所处的社会网络的初始状态、生命旺盛现象的传染率和免疫率会影响生命旺盛传染曲线的峰值特征。

仿真实验一:生命旺盛现象传染率为 1%,生命旺盛现象免疫率为 1%。此过程中,生命旺盛、生命不旺盛、易感生命旺盛人群共出现 4 次交点,建立 4 次平衡。生命旺盛曲线呈现均峰效应,时间先后分别是:生命旺盛与易感生命旺盛态平衡,生命不旺盛与易感生命旺盛态平衡,生命旺盛与生命不旺盛态平衡,生命旺盛与易感生命旺盛态二次平衡(表 1)。

仿真实验二:生命旺盛现象传染率为 1%,生命旺盛现象免疫率为 2%。此过程中,生命旺盛、生命

不旺盛、易感生命旺盛人群共出现4次交点,建立4次平衡。生命旺盛曲线呈现宽峰效应,时间先后分别是:生命旺盛与易感生命旺盛个体平衡,生命不旺盛与易感生命旺盛个体平衡,生命旺盛与生命不旺盛个体平衡,生命旺盛与易感生命旺盛个体平衡。对比仿真实验一,生命旺盛、生命不旺盛、易感生命旺盛曲线所构成的面积变大,平衡时间更短,系统生命旺盛现象持续时间相对较长(表1)。

仿真实验三:生命旺盛现象传染率为2%,生命旺盛现象免疫率为1%。此过程中,生命旺盛、生命不旺盛、易感生命旺盛人群共出现4次交点,建立4次平衡。生命旺盛曲线呈现尖峰效应,时间先后

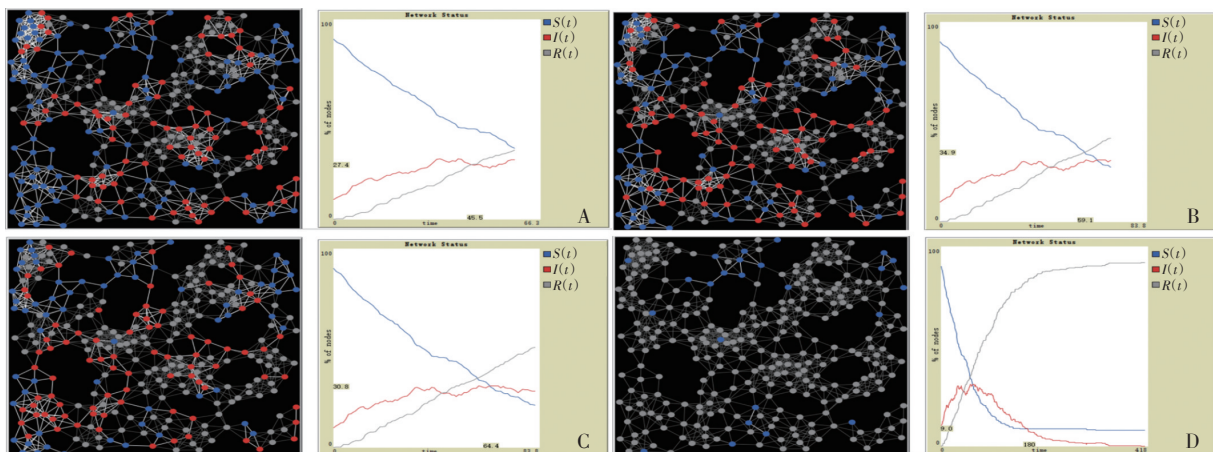
分别是:生命旺盛与生命不旺盛态平衡,生命旺盛与易感生命旺盛态平衡,生命不旺盛和易感生命旺盛态平衡,生命旺盛与易感生命旺盛态平衡(表1)。相比于仿真实验一和二,仿真实验三生命旺盛态、生命不旺盛态、易感生命旺盛态曲线所构成的面积变小,建立平衡顺序发生变化,建立平衡时间大于实验一的平衡时间,小于实验二的平衡时间。仿真实验三1~4阶段(4次平衡)SIR模型中各状态节点的动态变化如图1所示。平衡时间建立以及曲线面积形成意味着系统生命旺盛态发生时间相对更早,系统生命旺盛态持续时间更久。

研究表明,传染率/免疫率的比值越大,生

表1 三种仿真实验条件下生命旺盛感的曲线变化

实验	实验条件	交点一	交点二	交点三	交点四
仿真实验一	传染率=1%,免疫率=1%	$X=60.7, Y=42.1$	$X=87.2, Y=25.9$	$X=125.9, Y=43.8$	$X=376.0, Y=3.9$
仿真实验二	传染率=1%,免疫率=2%	$X=15.5, Y=47.9$	$X=33.7, Y=14.5$	$X=87.9, Y=49.4$	$X=496.0, Y=1.5$
仿真实验三	传染率=2%,免疫率=1%	$X=45.5, Y=27.4$	$X=54.1, Y=34.9$	$X=64.4, Y=30.8$	$X=180.0, Y=9.0$

参数设置与说明:初始节点300,平均节点度4, X =时间, Y =节点。



A:第1阶段;B:第2阶段;C:第3阶段;D:第4阶段。

图1 仿真实验三第1~4阶段SIR模型中各状态节点的动态变化图

命旺盛感的感染速度越快,建立最佳旺盛系统的用时越短。三次实验总体而言,随着时间变化,老年人心理旺盛现象会传递给越来越多老年人,并在一段时间后达到最高值。假设时间无限期延长,尽管生命旺盛感个体可以保持一定速率的传递,但是会伴随老年人生理功能衰退和生命消逝而消退。

三、讨论

(一)生命旺盛感的传染现象潜在具有系统延迟性、复杂性

生命旺盛感的传染具有系统延迟性和复杂特征。不同于疾病传染,在生命旺盛感的传染中,单频率接触并不会使其成功传染,而是老年个体会呈现出复杂的传染效应。老年个体只有受到不同组合因素的不同强度的影响,才会改变自己的行为 and 观点。生

命旺盛现象的群际传递更多的是受到人群网络中复杂交错的社会和经济因素的影响。老年人的个体行为中存在着表达冲动和象征冲动,且在不同社会场景和空间会得到放大。考虑到生命旺盛现象传染有着多源强化的网络结构特性,在连接密度分布水平差异化的小世界网络,即不同小世界网络有着不同的节点度分布的峰度和偏度。生命旺盛现象的传染还取决于老年人网络结构,连接数量越多,其连接关系越密切,生命旺盛现象传染效率越高,在网络中的强连接下更容易引发生命旺盛现象的传染。

(二)生命旺盛感的传染现象具有级联扩散效应

本研究也发现生命旺盛感的传染具有级联扩散效应。发展级联理论提示级联效应可能在不同水平之间传递,也可能在同一水平的不同因素之间传递。以往研究有级联效应在基因水平和行为水

平之间的传递,个体和群体之间的代际传递。本研究中级联效应反映在旺盛心理和旺盛行为的级联,个体生命旺盛和家庭旺盛的级联,以及以新型群为连接的群际级联。由生命旺盛心理影响生命旺盛行为,个体生命旺盛影响所在的家庭、工作和社群系统而推动系列生命旺盛现象发生的效应。“级联机制”受到复杂发展系统中诸多水平、因素的相互影响,个体在网络结构的位置、连接数量以及连接个体的认知心理特征都是影响生命旺盛现象级联效应的因素。生命旺盛现象级联效应的主要表现形式是,现象特征引发的扩散效应,现象传递进程中所产生的累积效应,这些呈现出旺盛高聚集特征,以及类似于滚雪球模式的个体生命旺盛现象的非线性增长模式。本研究提示,识别易被生命旺盛现象传染人群,并把握好传染的网络结构特征,助推生命旺盛现象的传递和扩散,推动旺盛银发经济、银发教育、银发生产和生活,推进积极老龄社会建设的整体进程。

(三)生命旺盛传染曲线对积极老龄社会建设的启示

整体趋势而言,老龄社会生命旺盛现象强度不同,在系统内老年人的个体数量和网络连接数目相同时,随着时间推移,生命旺盛易感态的老人不断减少,生命不旺盛态老年人不断增加,生命旺盛老年人先增加,后降低,出现一个峰值,最终由于人类生命长度的自然极限,呈现所有老人均生命不旺盛状态。系统内生命旺盛的存在状态会影响生命旺盛现象的传染特征。

1. 生命旺盛群体传染/免疫比值越小,旺盛现象积极效应系统延迟性、复杂性效应越明显

若生命旺盛现象传染率等于免疫率(仿真实验一),生命旺盛易感老年人群会迅速下降,生命旺盛老年人会以一定速度增加,且增加速度明显高于生命旺盛免疫速度。生命旺盛免疫主要是两种情况,即生理不可抗拒的因素导致生命活力的丧失,以及非生理性的消极干扰等多元对抗生命旺盛而产生的社会因素。生命旺盛的积极效应可以通过干预手段在最佳干预时期实现最大效应。在传染率/免疫率等比条件下(仿真实验一),随着时间的推移,生命不旺盛和易感生命旺盛感比例首先达到平衡。部分老人躯体健康的因素导致生命活力降低,他们在网络中不能被生命旺盛现象所感染,那么在未来与生命旺盛老人连接的可能性就不断降低。若时间能极限式推移,生命旺盛人数下降,生命不旺盛人数增加,生命不旺盛和生命旺盛个体也将建立新的平衡,但由于生命的自然极限,系统最终走向生命不旺盛的稳态。

在传染率/免疫率比值降低时(仿真实验二),随着时间演进,尽管老年人心理旺盛现象会传递给越来越多的老年人,但是达到最高值时间较长,生命

旺盛传染轨迹呈现波宽峰状态,也即老年群体的旺盛最佳状态会出现系统延迟,因此很难在短期内达到生命旺盛波峰状态。这意味着生命达到生理极限时,生命旺盛人群传递效果不能发挥最优作用,也意味着生命旺盛所带来的积极效应被掩盖,生命旺盛态则不能产生最佳影响。可见处于信息社会,老年人进入了有工作能力和独立生活能力的第三人生阶段,如何更快更有效地挖掘第三人生阶段的价值,研判不同区域、情景和场景生命旺盛现象的传染扰动因素,因时因势培育、塑造和激活生命旺盛感和生命旺盛行为,以及在关键时间点盘活生命旺盛老年群体资源,能帮助老年人适应超快速度老龄社会,也为科学精准地建设积极老龄社会提供新的思路。

2. 生命旺盛群体传染/免疫比值越大,旺盛现象积极效应级联扩散效应越明显

生命旺盛群体传染率/免疫率比值越大,老年人心理旺盛现象会在短期内传递给越来越多的老年人,并在一段时间后达到最高值,生命旺盛传染轨迹呈现偏峰、尖峰状态。在生命旺盛传染率参数翻倍,免疫率参数不变条件下(仿真实验三),随着时间极限式推移,生命旺盛、生命不旺盛、易感生命旺盛人群共出现4次交汇,建立4次平衡。尽管生理不可抗拒的因素导致生命活力的丧失,以及其他消极对抗生命旺盛因素依然存在,但是,此条件下的生命旺盛易感老年人群会迅速发挥作用,生命旺盛老人会以相对快的速度增加。尽管伴随着时间的极限式推移,生命旺盛人数下降,生命不旺盛人数增加,但生命不旺盛和生命旺盛个体平衡也将重新建立。伴随生命自然极限的来临,系统最终处于不旺盛的稳态相同的结局^[8],不同之处在于老年人在极限的生命里更有激情、更有活力、关系更和谐且生命更有意义。结果提示在生命未达到生理极限时,该条件的干预能够实现生命旺盛人群传递效果最佳和最优状态,进一步生命旺盛所带来的积极效应会被不断放大,这使得积极老龄社会快速推进成为可能。

四、研究结论

考虑到现实生活中网络的复杂性和生命旺盛现象的复杂特征对老年人生命旺盛传染的影响,本文研究了BA无标度网络拓扑中的SIR模型。应用NetLogo仿真软件建立模型仿真系统,动态描绘了生命旺盛现象的传染过程,符合现实中积极情绪的传染模式,而且通过有效的人为干预可促进生命旺盛现象传递。本次仿真实验在理想状态下,探测不同生命旺盛传染率和免疫率在三种不同实验参数下,生命旺盛传染态、生命旺盛免疫态、生命旺盛态的曲线轨迹规律。生命旺盛感的传染具有系统延迟性、复杂特征以及级联扩散效应。生命旺盛传染和

免疫等比对抗过程中生命旺盛曲线呈现均峰效应,生命旺盛传染和免疫高比例对抗过程中生命旺盛曲线呈现尖峰效应,生命旺盛传染和免疫低比例对抗过程中生命旺盛曲线呈现宽峰效应,不同条件下生命旺盛现象的传播特征不同,这预示着不同社会状态下,社会或者组织干预时机、力度和方案不同。这些都为积极老龄社会氛围形成和积极老龄社会治理提供参考。但是如何选择最佳时刻给予适当的人为干预,从而最大限度地提升生命旺盛的网络效应,使生命旺盛现象的积极效应发挥最大,这些问题将在今后的研究中进行更深入的探讨。运用仿真系统模拟出的生命旺盛的传染结果具有有限性和条件性,是特定场景、特定机制与特定模型之下的结果与结论,例如本研究忽视社会对个体某种行为的赞扬和否定对传染的社会强化效应,因此未来需开发出行为传染的复杂模型,以此实现更精准的预测。

参考文献

[1] 李宏洁,张艳,杜灿灿,等. 积极老龄化理论的国内外研

- 究进展[J]. 中国老年学杂志,2022,42(5):1222-1226
- [2] 张淑娥,曹德品,张仲,等. 老年人生命旺盛感理论基础与本土化阐释[J]. 中国老年学杂志,2022,42(8):2016-2022
- [3] 张淑娥,曹德品,吴群红. 城市老年人生命旺盛感对幸福感的影响——基于三个调节效应模型[C]//中国人口学会. 中国人口学会年会论文集. 山西太原,2023:276-271
- [4] 陈光. 基于 NetLogo 平台的作战指挥系统的研究与实现[D]. 广州:华南理工大学,2012
- [5] 蒋帅. 基于多 Agent 仿真的在线口碑传播网络形成机制研究[D]. 杭州:浙江大学,2010
- [6] 艾伯特·拉斯洛·巴拉巴西. 链接网络新科学[M]. 徐彬,译. 长沙:湖南科技出版社,2007:390-411
- [7] 姚晶晶,姜靓,姚洪兴. 基于 SIR 模型的情绪信息传播研究[J]. 情报科学,2018,36(10):25-29
- [8] 曹欣,王常英,吴小雪,等. 老年志愿者参与社区健康治理与认知水平的关系[J]. 南京医科大学学报(社会科学版),2023,23(3):278-283

(本文编辑:姜鑫)

Analysis of network structure infection characteristics of phenomenon of life thriving among urban older adults based on simulation experiment

ZHANG Shu¹, WU Qunhong¹, CAO Depin¹, LIU Xiaoning¹, SUN Tao²

1. School of Health Management, Harbin Medical University, Harbin 150081; 2. School of Public Health, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121, China

Abstract: This study explores the structural transmission characteristics of the phenomenon of thriving life of urban older adults and provides some reference for the active aging health governance. The complex network of life thriving phenomenon features small-world characteristic and conforms to the behavior communication characteristics. Based on the classical SIR model, this study uses the NetLogo simulation modeling to analyze the structural transmission characteristics of phenomenon of life thriving of urban older adults. In the simulation experiment observation, the infection phenomenon of network structure is characterized by systematic delay, complex characteristics, and cascading diffusion among urban older adults. The infectious rate of thriving in life has three scenarios: equal to, greater than and less than the immune rate. The life exuberance, non-exuberance and potential life exuberance state curve all have four intersections, but with different propagation trend. The initial state of the social network, the transmission rate and the immunization rate of the thriving phenomenon all affect the peak time of the life exuberance curve, while the infectious characteristics have different orientations. The study indicates that the intervention time and effect of different intensities of life thriving phenomenon are different. Therefore, the construction of active elderly communities needs to take into account a combination of the thriving proportion among the population, characteristics, optimal intervention methods and time.

Key words: phenomenon of life thriving; older adults; network structure; contagion features; simulation experiments