

# 基于Logistic生长模型的医联体共生稳定分析

熊季霞<sup>1</sup>, 崔婷婷<sup>2</sup>

<sup>1</sup>南京中医药大学卫生经济管理学院, 江苏 南京

<sup>2</sup>东南大学, 江苏 南京

收稿日期: 2022年11月18日; 录用日期: 2023年1月21日; 发布日期: 2023年1月28日

## 摘要

论文旨在为中国医联体持续稳定发展提供分析依据与对策建议。论文构建生态学Logistic生长模型分析医联体共生系统的稳定发展。分析结果表明, 互惠共生模式下, 医联体内各医疗机构地位相对平等, 效益分配较为均等, 医联体稳定、可持续发展, 形成互惠共生模式是实现医联体持续稳定发展的最佳选择。建议通过健全医联体组织管理机制, 形成互惠共生的医联体发展模式, 同时优化共生环境, 促进医联体持续稳定发展。

## 关键词

医联体, 共生理论, Logistic生长模型

# Symbiosis Stability Analysis of Medical Alliance Based on Logistic Growth Model

Jixia Xiong<sup>1</sup>, Tingting Cui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Health Economics Management, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>Southeast University, Nanjing Jiangsu

Received: Nov. 18<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jan. 21<sup>st</sup>, 2023; published: Jan. 28<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

The purpose of this paper is to provide the analysis basis and countermeasures for the stability and sustainable development of Chinese Medical Alliance based on Symbiosis Theory. This paper constructed a logistic growth model of medical alliance to analyze the stability and sustainable development conditions of medical alliance. The results show that under the mutualism mode the status of medical institutions is relatively equal, the benefit distribution is more equal, the cooperation relationship is more harmonious, and the medical alliance is stable. Therefore, the forma-

tion of mutualism mode is the ideal goal of the development of medical alliance. This paper suggests forming the development mode of mutualism and symbiosis through improving the organization and management mechanism of medical alliance, and optimizing the symbiotic environment to promote the sustainable and stable development of medical alliance.

## Keywords

Medical Alliance, Symbiosis Theory, Logistic Growth Model

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

全面开展医联体建设,对整合医疗资源,构建合理分工、优质高效的新型医疗服务体系和加快健康中国进程具有重要意义。目前,全国各地已全面推进医联体建设,但因为短时间内自上而下快速推进,造成医联体建设重形式轻实质,重数量轻质量的问题[1]。各地建设的医联体能否有效运转和充分发挥作用,能否长期稳定可持续发展成为重要问题[2]。医联体的持续稳定发展对中国医疗服务体系高质量发展至关重要,本文基于生态学 Logistic 生长模型分析医联体持续稳定发展的条件,为促进医联体建设与高质量发展提供理论支持与参考建议。

## 2. 医联体的共生系统

1879 年德国生物学家 Anton de Bary 最早提出共生的概念[3],经过 100 多年发展,共生理论已经得到广泛应用。共生是共生单元之间在一定的共生环境中按某种共生模式形成的关系,共生系统包括共生单元、共生模式和共生环境三要素[4]。共生理论认为共生在人类社会中也普遍存在,共生的本质是协同与合作[5],通过合作性竞争实现共生单元的合作,调节共生单元之间关系,推动其不断优化升级,从而实现可持续发展[6]。共生理论已被广泛应用到社会学、管理学、经济学和政治学等领域[7],近年来卫生管理领域也已有成功应用。

从共生理论角度看,医联体可看作一个共生系统,医联体内各级医疗机构在追求自身利益时必须兼顾其他机构的利益,谋求互惠共生,才能稳定持续发展[8]。医联体共生系统中共生单元是医联体内的核心医院、二三级医院和基层医疗卫生机构等;共生模式是各医疗机构之间、医疗机构和利益相关者之间相互作用的方式或相结合的形式[8]。当前,我国医联体内各级医疗卫生机构间的共生关系多样且复杂,多以偏利共生、互惠共生、间歇共生、连续共生和一体化共生等类型单独存在或结合并存,有些模式不能够稳定地长期存在和可持续发展,需要积极改进与选择最适宜可持续发展的模式。共生环境是医联体生存发展所处的政策环境、文化环境、市场环境等外部环境。在医联体建设和发展中,外部政策环境、文化环境、市场环境等对医联体发展有重要影响,特别是各种规范共生单元行为和合作模式的政策因素影响重大。医联体共生系统的稳定发展对医联体高质量可持续发展至关重要。

## 3. 医联体共生系统发展的 Logistic 生长模型分析

如何实现医联体的持续稳定发展,达到一个相对稳定的发展状态是亟需研究的问题。生物学领域共生系统内部的种群发展可以用生态学种群 Logistic 生长模型(Logistic growth model)进行分析,表明在一定

条件下, 生物种群增长并不是按几何级数无限增长的, 开始增长速度快, 随后速度慢直至停止增长[9], 共生系统内部某一种群的增长会受到其他种群的相互影响。已有学者将 Logistic 生长模型成功用于工业共生、服务业共生及企业集群共生分析等[10] [11]。医联体发展涉及内部不同医疗机构的增长, 与共生系统内部生物种群的发展相似, 且在时间被分成无限小的区间时, 医联体内医疗机构的效益数值可以近似认为是随时间连续变化的变量, 因此本研究通过构建生态学种群 Logistic 生长方程分析医联体共生系统的持续稳定发展。

### 3.1. 医联体 Logistic 生长模型的假设

1) 假定医联体各成员获得的效益为  $x$ , 是  $t$  的函数, 其中  $t$  包括时间、医疗技术、服务质量、卫生人力、医疗市场规模等影响医联体效益的因素。

2) 在一定时间和范围内, 各种卫生资源要素总量是一定的, 各成员在加入医联体后其获得效益在上升至最大值  $x_m$  后会出现下降的状况。

3) 在医联体的发展过程中, 其内部成员的成长随着成员数量的增多放缓, 即每增加一个成员, 对医联体自身和其他内部成员的发展将产生一定程度的影响。 $\varphi$  表示影响系数, 由医联体内共生单元即各级医疗机构的自身特征、能力、地位决定, 并受共生环境影响。

### 3.2. 医联体 Logistic 生长方程的构建

1) 当考虑医联体内某一个医疗机构时, 根据单个生物种群的 Logistic 生长方程, 其与所处共生环境之间的关系用 Logistic 方程表示为:  $dx/dt = rx(1-x/x_m)$ , 其中  $r$  表示理想状态下医联体各成员获得效益的自然增长率,  $(1-x/x_m)$  为 Logistic 生长方程系数。当  $x = x_m$  (能实现的效益最大值) 时, Logistic 方程系数为 0, 达到该医联体共生系统的稳定点。

2) 当考虑医联体内多个医疗机构时, 各成员的效益会受到其他成员的影响和约束, 即 Logistic 生长方程中增长率会受到其他成员的影响, 此时 Logistic 方程表示为:  $dx_i/dt = r_i x_i (1 - x_i/x_{im} + \varphi_{ji} \cdot x_j/x_{jm})$ ,  $x_i$  为医联体成员  $i$  的效益,  $x_{im}$  为医联体成员  $i$  能实现的效益最大值,  $r_i$  表示医联体成员  $i$  获得效益的自然增长率,  $\varphi_{ji}$  表示医联体中成员  $j$  对成员  $i$  效益的影响系数。

### 3.3. 医联体 Logistic 生长模型的分析

由于医联体内部成员数量不确定, 本研究仅以医联体内有两家医疗机构为例构建 Logistic 生长模型进行分析。假设某医联体内只有两家医疗机构 A、B,  $x_A$ 、 $x_B$  是 A、B 加入医联体后获得效益, 建立共生模型为:

$$\begin{cases} dx_A/dt = r_A x_A (1 - x_A/x_{Am} + \varphi_{BA} \cdot x_B/x_{Bm}) \\ dx_B/dt = r_B x_B (1 - x_B/x_{Bm} + \varphi_{AB} \cdot x_A/x_{Am}) \end{cases} \quad (1)$$

求解得:

$$\begin{cases} (x_A, x_B)_1 = (0, 0) \\ (x_A, x_B)_2 = (x_{Am}, 0) \\ (x_A, x_B)_3 = (0, x_{Bm}) \\ (x_A, x_B)_4 = \left( \frac{1 + \varphi_{BA}}{1 - \varphi_{AB}\varphi_{BA}} x_{Am}, \frac{1 + \varphi_{AB}}{1 - \varphi_{AB}\varphi_{BA}} x_{Bm} \right) \end{cases} \quad (2)$$

1)  $(x_A, x_B)_1$  表示医疗机构 A、B 的效益均为 0;  $(x_A, x_B)_2$  表示医疗机构 A 的效益达到最大, 而医疗机构 B 的效益为 0;  $(x_A, x_B)_3$  表示医疗机构 B 的效益达到最大, 而医疗机构 A 的效益为 0, 所以这三种

情况下医联体内医疗机构间不存在共生关系。

2)  $(x_A, x_B)_A$  表示医疗机构 A、B 各自获得相应效益。根据  $\varphi_{AB}, \varphi_{BA}$  的值不同, 医疗机构 A、B 间存在不同的共生关系:

a) 当  $\varphi_{AB} = 0, \varphi_{BA} = 0$  时, 医联体内医疗机构 A、B 无相互影响和竞争关系, 能够独立存在和发展, 在  $x_A = x_{Am}, x_B = x_{Bm}$  时达到稳定状态, 加入医联体前后其效益不变。这种情况成员间互不影响, 属于无关共生, 但并没有实现医联体建设的意义。

b) 当  $\varphi_{AB} = 0, \varphi_{BA} \neq 0$  时,  $(x_A, x_B) = ((1 + \varphi_{BA})x_{Am}, x_{Bm})$ , 医疗机构 B 获得最大效益, A 获益不大。

c) 当  $\varphi_{AB} \neq 0, \varphi_{BA} = 0$  时,  $(x_A, x_B) = (x_{Am}, (1 + \varphi_{AB})x_{Bm})$ , 医疗机构 A 获得最大效益, B 获益不大。

b), c) 两种情况下医联体内医疗机构 A、B 间是偏利共生关系, 医联体处于相对不稳定的状态。此时医联体内处于支配地位且实力强大的医疗机构会获得很多的合作收益, 而实力较弱、处于附属地位的医疗机构获益少甚至有少量损失, 不能实现双赢结果, 因此处于弱势地位的医疗机构可能最终会选择退出医联体, 导致医联体不能实现持续稳定发展。

d) 当  $\varphi_{AB} \neq 0, \varphi_{BA} \neq 0$  时,  $(x_A, x_B) = \left( \frac{1 + \varphi_{BA}}{1 - \varphi_{AB}\varphi_{BA}} x_{Am}, \frac{1 + \varphi_{AB}}{1 - \varphi_{AB}\varphi_{BA}} x_{Bm} \right)$ , 此时医联体内医疗机构 A、B 在

合作过程中均能获益, 效益分配较为平等, 形成互惠共生关系, 医联体稳定、可持续发展。因医联体各成员的效益都为正, 故要求  $0 < \varphi_{AB}\varphi_{BA} < 1$ ; 通过微分方程组求解过程, 可得医联体互惠共生的条件为  $0 < \varphi_{AB} < 1, 0 < \varphi_{BA} < 1$ , 即要求各成员的相互影响系数大于 0 小于 1。

## 4. 结论与建议

### 4.1. 结论

Logistic 生长模型分析表明, 双方影响系数  $\varphi$  互为 0 的无关共生模式下, 各成员效益在加入医联体前后保持不变, 未能实现组建医联体的意义; 只有一方影响系数为 0 的偏利共生模式下只有一方受益, 医联体不能实现持续稳定发展; 各成员的相互影响系数大于 0 小于 1 时, 医联体为互惠共生模式, 医联体内各医疗机构地位相对平等, 效益分配较为均等, 医联体可以持续稳定发展。互惠共生模式是实现医联体持续稳定发展的最佳选择。

### 4.2. 建议

1) 努力形成互惠共生的医联体发展模式。模型分析表明互惠共生模式下, 医联体内各医疗机构地位相对平等, 效益分配较为均等, 协作关系较为融洽, 医联体最稳定。因此, 要努力形成互惠共生的医联体发展模式。首先, 要完善医联体治理机制, 促进协同合作, 互惠共生。其次, 建立利益协调机制。利益分配是医联体各成员单位选择合作时最关键的根本问题, 因此应结合医联体实际建设和发展情况, 在平等协商的基础上建立相对合理、科学的利益协调机制。再者, 要建立与完善激励约束机制, 激发各利益相关者的积极性, 同时规范和约束各方行为, 促进医联体内部各利益主体协同发展[12]。最后, 要建立资源整合共享机制, 保证医联体内信息互联互通, 推动业务流程整合和医疗信息共享, 提高整个医联体的共同规模效率和效益。

2) 通过优化共生环境促进医联体稳定发展。医联体可持续发展环境类因素类包括政策环境、技术环境、文化环境和市场环境, 对医联体的可持续发展都有一定影响。模型中医联体内共生单元之间的相互影响系数会受到共生环境影响。建议通过优化共生环境改变相互影响系数, 帮助形成互惠共生的发展模式, 促进医联体可持续发展。首先, 要建立有助于医联体可持续与高质量发展的体制机制环境, 完善落实相关配套政策, 营造良好的政策环境。特别是需要健全医联体绩效考核机制并积极落实。另外还需要

推动医保支付制度改革、充分发挥医保政策的支持和引导作用。其次, 在医联体内建立统一医疗质量控制标准, 加强医联体医疗质量的全过程动态监管与控制。再者, 要重视和加大医联体宣传工作, 提升医联体知晓度和认可度, 优化文化环境。最后, 优化市场环境, 促进公平有序的医疗服务市场竞争, 促进医联体健康可持续发展。总之, 通过积极优化共生环境改变相互影响系数, 努力形成互惠共生的发展模式, 促进医联体稳定可持续发展。

## 基金项目

江苏省社会科学基金项目(18GLD011); 江苏省“333工程”(2016-2645)。

## 参考文献

- [1] 社评. 建设高质量的县域医共体[J]. 中国农村卫生, 2019, 11(13): 1.
- [2] 熊季霞, 宋晓庆, 柏亚妹. 医联体可持续发展评价指标体系构建——基于德尔菲法[J]. 卫生经济研究, 2021, 38(3): 59-62.
- [3] Jan, S. (1992) *Concepts of Symbiogenesis*. Yale University Press, London, 100-105.
- [4] 衣保中, 张洁妍. 东北亚地区“一带一路”合作共生系统研究[J]. 东北亚论坛, 2015, 24(3): 65-74.
- [5] 杨玲丽. 共生理论在社会科学领域的应用[J]. 社会科学论坛, 2010(16): 149-157.
- [6] 宋晓庆, 熊季霞. 基于共生理论的纵向型医联体利益协调机制研究[J]. 卫生经济研究, 2019, 36(1): 13-16.
- [7] 刘志辉, 沈亚平. 共生理论及其在公共管理学科的适用性研究[J]. 理论月刊, 2016(11): 154-159.
- [8] 熊季霞, 崔婷婷, 宋晓庆, 柏亚妹. 医联体的共生要素分析与可持续发展对策[J]. 中国卫生事业管理, 2021, 38(7): 484-486.
- [9] 郭莉, 苏敬勤. 基于 Logistic 增长模型的工业共生稳定分析[J]. 预测, 2005(1): 25-29, 6.
- [10] 徐学军, 唐强荣, 樊奇. 中国生产性服务业与制造业种群的共生——基于 Logistic 生长方程的实证研究[J]. 管理评论, 2011, 23(9): 152-159.
- [11] 王子龙, 谭清美, 许箫迪. 企业集群共生深化模型及实证研究[J]. 中国管理科学, 2006, 14(2): 141-148.
- [12] 辛沁玲, 苏敏, 方鹏骞, 等. 我国医疗联合体激励约束机制的关键问题与路径分析[J]. 中华医院管理杂志, 2017, 33(12): 889-892.