

基于灰色GM(1,1)模型的上海市老年福利机构建设预测分析

陶正轩

上海工程技术大学, 上海
Email: 1505543437@qq.com

收稿日期: 2021年7月4日; 录用日期: 2021年7月28日; 发布日期: 2021年8月5日

摘要

通过截取2019年上海市统计局发布的《上海统计年鉴》对2009年~2018年上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人60周岁以上人数变化趋势进行预测分析, 通过构建灰色GM(1,1)预测模型对上海市老年福利机构未来十年的概况分析。结果中发现2019年~2028年上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人60周岁以上人数继续呈稳步上升趋势, 其中床位数将预测在2028年突破180,000张、年末在院人数也将在2024年突破100,000人, 并在2028年预计达到119,879人; 在预测的十年中, 机构数、床位数、年末在院人数以及其中老人数的平均增长率较前十年均有所放缓, 此外床位利用率虽然有提高的趋势, 但是幅度并不大, 并且平均床位利用率稳定在64.330%。为了上海市老年福利机构的健康发展以及持续为老人提高必要的养老服务, 床位利用率不高的问题需要做出调整。

关键词

老年福利机构, 灰色GM(1,1)模型, 床位利用率

Prediction and Analysis of the Construction of Shanghai Elderly Welfare Institutions Based on Grey GM(1,1) Model

Zhengxuan Tao

Shanghai University of Engineering Science, Shanghai
Email: 1505543437@qq.com

Received: Jul. 4th, 2021; accepted: Jul. 28th, 2021; published: Aug. 5th, 2021

Abstract

By means of the Shanghai Statistical Yearbook published by the Shanghai Municipal Bureau of Statistics in 2019, this paper analyzes the changing trend of the number of elderly welfare institutions, the number of beds, the number of people in hospital at the end of the year and the number of the elderly over 60 years old in Shanghai from 2009 to 2018, based on the grey GM(1,1) prediction model, this paper analyzes the general situation of Shanghai Elderly Welfare organizations in the next ten years. The results showed that from 2019 to 2028, the number of elderly welfare institutions, the number of beds, the number of people in hospital at the end of the year, and the number of people over the age of 60 in 2028 would continue to rise steadily; the number of beds is expected to top 180,000 by 2028, 100,000 by 2024, and 119,879 by 2028; the average growth rates of number of institutions, number of beds, number of people in hospital at the end of the year and the number of elderly among them are slower than those in the previous decade; and the average bed utilization rate is stable at 64.330%. For the healthy development of Shanghai elderly welfare institutions and the continuous improvement of the necessary services for the elderly, the problem of low utilization rate of beds needs to be adjusted.

Keywords

Elderly Welfare Institution, Grey GM(1,1) Model, Bed Utilization Ratio

Copyright © 2021 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

老年福利机构具体是指接待“三无老人”(包括自理老人、介助老人、介护老人)安度晚年而设立的社会养老服务机构,为老人提供生活起居、文化娱乐、康复训练、精神照护等服务[1]。正规的老年服务机构应配备具有大专以上学历以上、社会工作类专业的社会工作人员和医疗康复人员,同时为介护老人服务的机构还需要配备专业医生和一定数量的护士为老人提供服务。本研究以上海市老年福利机构的建设(包括机构数量、床位数)以及服务老人数量,通过构建灰色 GM(1,1)模型,对未来十年上海市老年福利机构的机构数量、床位数以及服务老人数量进行预测分析。上海市作为我国经济中心,其老年福利事业发展也领先于其他地区,探讨上海市养老发展趋势,不仅能为上海市老年福利事业发展提供现实指导意义,也能为其他地区提供借鉴参考[2]。

2. 资料来源与方法

2.1. 资料来源

本研究截取 2019 年上海市统计局发布的《上海统计年鉴》中社会福利院、儿童福利院、社会福利医院和老年福利机构情况(1980~2018)中的老年福利机构作为数据资料来源。选取上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人 60 周岁以上人数等作为预测指标,分别构建灰色预测模型。本研究数据来源真实、可靠。

2.2. 研究方法

本研究采用灰色理论中的灰色预测理论, 选取上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人 60 周岁以上人数, 通过构建灰色 GM(1,1) 预测模型, 对上海市未来十年老年福利机构建设(包括机构数量、床位数)以及服务老人数量进行预测分析。

2.3. 统计学方法

运用 Excel 2013 对数据进行统计、筛选和处理, 数据分析及模型的构建和求解。

3. 结果

通过数据的搜集及整理, 汇编成下述上海市老年福利机构表, 如表 1 所示:

Table 1. Shanghai senior welfare agency

表 1. 上海市老年福利机构

年份	机构(个)	床位数(张)	年末在院人数(人)	其中老人 (60 周岁及以上)	年末床位利用率(%)
2009	589	84,714	51,974	49,789	61.352%
2010	600	89,897	56,860	55,118	63.250%
2011	602	93,599	58,660	57,597	62.672%
2012	601	96,512	61,268	59,383	63.482%
2013	609	102,097	65,030	63,152	63.694%
2014	637	107,473	66,614	64,549	61.982%
2015	607	105,284	69,280	67,286	65.803%
2016	626	111,864	72,939	70,904	65.203%
2017	648	120,260	76,518	74,161	63.627%
2018	649	124,974	78,552	76,645	62.855%
平均增长率(%)	1.12%	4.45%	4.72%	4.94%	平均床位利用率(%) 63.392%

3.1. 上海市老年福利机构预测模型

据上表 1, 分别建立时间序列: $X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(10)) = (589, 600, 602, \dots, 649)$;

$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(10)) = (84714, 89897, \dots, 124974)$;

$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(10)) = (51974, 56860, \dots, 78552)$;

$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(10)) = (49789, 55118, \dots, 76645)$ 。

经过计算, 上述数列所有的级比数值都落入在区间 $\sigma(k) = x^{(0)}(k-1)x^{(0)}(k)$ 内, 即区间(0.8337529181, 1.1993961020)内, 可以进行模型的建立。

分别通过累加构造生成列:

(589, 1189, 1791, 2392, 3001, 3638, 4245, 4871, 5519, 6168)

(84714, 183496, 268210, 364722, 466819, 574292, 679576, 791440, 911700, 1036674)

(51974, 108834, 167494, 228762, 293792, 360406, 429686, 502625, 579143, 657695)

(49789, 104907, 162504, 221887, 285039, 349588, 416874, 487778, 561939, 638584)

构造数据矩阵 B 和数据向量 Y :

$$B = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2)] \\ -\frac{1}{2}[x^{(0)}(2) + x^{(0)}(3)] \\ \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(0)}(9) + x^{(0)}(10)] \end{pmatrix}$$

$$Y = \begin{pmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(10) \end{pmatrix}$$

经计算 $B^T B$, $(B^T B)^{-1}$, $\hat{a} = (B^T B)^{-1} \times B^T \times Y$ 分别得到 1) $\hat{a} = -0.0103148799$, $\hat{u} = 585.4778764426$, $\frac{\hat{u}}{\hat{a}} = -56760.5130890061$; 2) $\hat{a} = -0.0405344578$, $\hat{u} = 84150.6817303479$, $\frac{\hat{u}}{\hat{a}} = -2076028.3075183000$; 3) $\hat{a} = -0.0416592959$, $\hat{u} = 53297.5125791507$, $\frac{\hat{u}}{\hat{a}} = -1279366.6187311700$; 4) $\hat{a} = -0.0416420135$, $\hat{u} = 51843.1198791537$, $\frac{\hat{u}}{\hat{a}} = -1244971.4972204500$ 。

构造预测模型为: $\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{\hat{u}}{\hat{a}} \right] e^{(-ak)} + \frac{\hat{u}}{\hat{a}}, (k = 2, 3, \dots, n)$ 。

经过级比检验, 老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人 60 周岁以上人数均通过检验, 因此, 可以建立 GM(1,1) 灰色预测模型。分别代入老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人 60 周岁以上人数得出:

老年福利机构数量: $\hat{X}^{(1)}(k+1) = 57349.5130890061 \times e^{(0.0103148799 \times k)} - 6760.5130890061$;

床位数: $\hat{X}^{(1)}(k+1) = 2160742.3075183000 \times e^{(0.0405344578 \times k)} - 2076028.3075183000$;

年末在院人数: $\hat{X}^{(1)}(k+1) = 1331340.6187311700 \times e^{(0.0416592959 \times k)} - 1279366.6187311700$;

老人 60 周岁以上人数: $\hat{X}^{(1)}(k+1) = 1294760.4972204500 \times e^{(0.0416420135 \times k)} - 1244971.4972204500$ 。

3.2. 上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人 60 周岁以上人数预测模型的检验

为了确保所建灰色模型有较高的精度应用于预测实践, 一般需要按下述步骤进行检验: 首先, 求出残差、相对误差和平均相对误差:

残差: $E(k) = x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k), k = 2, 3, \dots, n$;

相对误差: $\varepsilon(k) = \frac{q(k)}{x^{(0)}(k)} \times 100\% = \left(x^{(0)}(k) - \frac{x^{(0)}(k) - \hat{X}^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)} \right) \times 100\%, k = 2, 3, \dots, n$;

平均相对误差: $\varepsilon(\text{avg}) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n |\varepsilon(k)|$ 。

其次求出原始数据平均值、残差平均值:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x^{(0)}(k)$$

$$\bar{E} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n E(k)$$

最后求出原始数据方差与残差方差的均方差比值 C 和小误差概率 p ;

$$s_1^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [x^{(0)}(k) - \bar{x}]^2$$

$$s_2^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n [e^{(0)}(k) - \bar{e}]^2$$

$$C = \frac{s_2}{s_1}$$

$$p = P\left\{ \left| e^{(0)}(k) - \bar{e} \right| < 0.6745s_1 \right\}$$

$$p^0 = (1 - \varepsilon(\text{avg})) \times 100\%$$

通常 $e(k)$ 、 Δk 、 C 值越小， p 值越大，那么模型的精度也就越好。若 $\bar{\Delta} < 0.01$ ， $C < 0.35$ ， $p > 0.95$ ，则模型精度为一级。根据灰色系统理论，当发展系数 $\alpha \in (-2, 2)$ 且 $\alpha \geq -0.3$ 时则所建 GM(1,1) 模型则可用于中长期预测。实际灰色建模中，系统原始序列数据不一定全部用来建模。具体见表 2。

Table 2. Gray prediction model fitting level test reference table

表 2. 灰色预测模型拟合等级检验参照表

模型拟合等级	C	P
优	≤ 0.35	≥ 0.95
良	≤ 0.50	≥ 0.80
勉强	≤ 0.65	≥ 0.70
不合格	> 0.65	< 0.70

经计算可知，上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人 60 周岁以上人数的平均相对误差分别为 0.0000000000, 0.0005081969, 0.0000960589, 0.0001360094。后验差比值 C 分别为 0.0000000000, 0.0000013852, 0.0000008120, 0.0000007665，模型精度 P 分别为 100%、99.9492%、99.9904%、99.9864%，表明模型的精度较高，经模型验证，所有 C 均小于 0.35，所有 P 均大于 0.95 由此可以表明所建立的模型等级好，均具有较为科学、准确的预测效果[3]。由结果可知，所有模型- a 均小于 0.3，因此可以利用所构建的模型对上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人 60 周岁以上人数中长期的预测。具体拟合效果见图 1~5。

3.3. 预测结果

通过对所建立模型的检验，上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人 60 周岁以上人数均属于一级模型，模型精度较高，可以用其对未来十年上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人 60 周岁以上人数进行中长期的预测，本研究预测周期为 2019~2028 年。根据上述图 1~5 显示，由预测结果可知，2019~2028 年，上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、其中老人(60 周岁

以上)人数均呈稳步上升趋势,2019年~2018年的老年福利机构数量持续增长,预测将在2026年突破700家,于2028年达到716家,但是平均增长率由过去十年的1.12%下降至1.04%;老年福利机构床位数预测将在2026年突破170,000张,并于2028年达到185,408张,但平均增长率由4.45%下降至4.14%;年末在院人数也将在2024年突破100,000人,并在2028年预计达到119,879人,但平均增长率由4.72%下降至4.25%;其中老人(60周岁以上人数)预测将在2025年突破100,000人,并于2028年达到116,499人,但平均增长率由4.94%下降至4.25%;年末平均床位利用率由63.392%上升至64.330%。总体来看,老年福利机构的机构数量、床位数、年末在院人数以及其中60周岁以上老人人数均稳步上升,但平

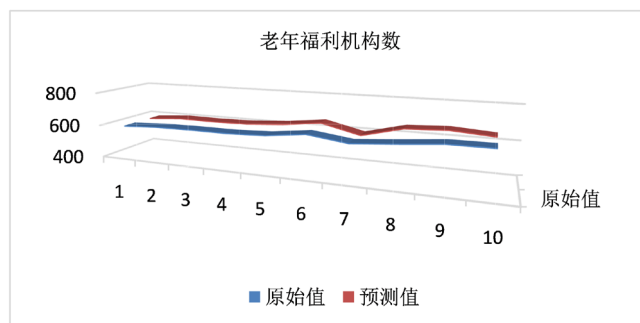


Figure 1. Shows the number of elderly welfare institutions in Shanghai

图 1. 为上海市老年福利机构数量

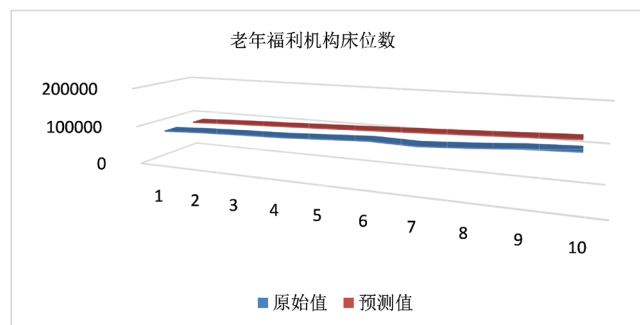


Figure 2. Shows the number of beds in welfare institutions for the elderly

图 2. 为老年福利机构床位数

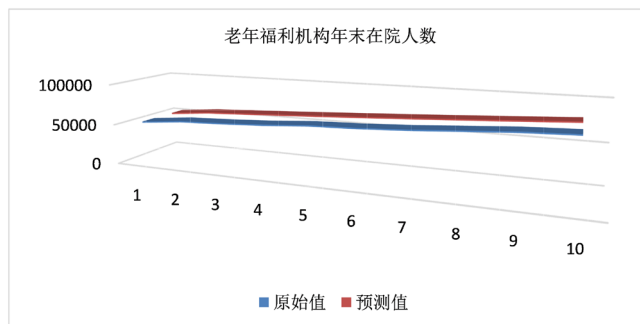


Figure 3. Shows the number of people in the elderly welfare institutions at the end of the year

图 3. 为老年福利机构年末在院人数

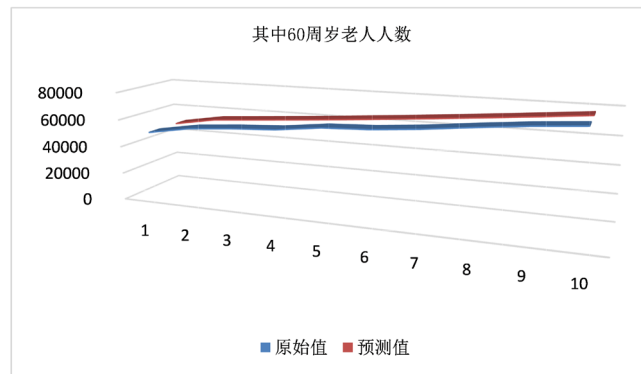


Figure 4. Shows the number of 60-year-olds in elderly welfare institutions

图 4. 为老年福利机构其中 60 周岁老人人数

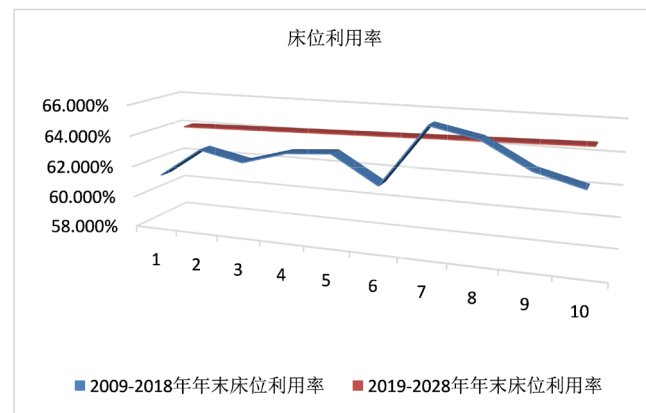


Figure 5. Shows the bed utilization rate of elderly welfare institutions

图 5. 为老年福利机构床位利用率

均增长率有所下滑，床位利用率有所提高。可以看出上海市政府、社会组织对老年福利机构的重视以及老人对于老年福利机构的认知的不断转变，越来越接受老年福利机构的服务，总体表明上海市老人的老年福利机构正在稳步的发展，为更多的老人提供养老服务[4]。如表 3 所示。

Table 3. Forecast of Shanghai’s elderly welfare institutions from 2019 to 2028 based on the GM(1,1) model

表 3. 基于 GM(1,1)模型的 2019~2028 年上海市老年福利机构预测

年份	机构(个)	床位数(张)	年末在院人数(人)	其中老人 (60 周岁及以上)	年末床位利用率(%)
2019	652	128,734	82,397	80,086	64.005%
2020	659	134,060	85,902	83,492	64.077%
2021	666	139,605	89,556	87,042	64.150%
2022	673	145,380	93,366	90,743	64.222%
2023	680	151,394	97,337	94,602	64.294%
2024	687	157,657	101,478	98,624	64.366%
2025	694	164,179	105,795	102,818	64.439%

Continued

2026	701	170,971	110,295	107,190	64.511%
2027	709	178,043	114,987	111,748	64.584%
2028	716	185,408	119,879	116,499	64.657%
平均增长率	1.04%	4.14%	4.25%	4.25%	平均床位利用率(%) 64.330%

4. 讨论

4.1. 灰色预测模型准确度较高，具有一定的科学性

灰色预测理论被广泛预测到众多领域，包括人口老龄化预测、城镇职工养老保险基金结余量预测以及卫生资源配置预测等方面。灰色预测模型具有众多优点：不需要大量的样本、样本不需要有规律性分布、可用于近期、短期、和中长期预测以及预测精准度高[5]。正是以上优点才使得灰色预测模型在养老和医疗方面有广泛的应用。本研究主要对 2009~2018 年上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、老人 60 周岁以上人数构建预测模型，结果预测值与原始值基本走势一致，表明预测模型准确度较高，具有一定的科学性。上海是我国最早进入老龄化社会的城市，也是国内老龄化程度最高的城市之一。根据上海市统计年鉴，2017 年底，上海市 60 岁及以上的户籍和常住人口老龄化率分别是 33% 和 22.13%，远高于 17% 的全国平均水平[6]。预计到 2030 年上海市 60 岁以上常住人口将超过城市总人口的 30%，户籍老龄人口则超过 40%，上海市的人口老龄化增长速度将超过日本及西欧[7]。面对这样的老龄化情况，上海的养老服务产业的发展刻不容缓，本研究通过相关数据分析上海市老年福利机构的情况，可以对未来上海的养老福利机构概况进行中长期预测分析，结合上海市的老龄化趋势，一方面可以为老人提供安度晚年的养老服务，另一方面有利于上海市老年福利机构的发展。但是相关的养老福利机构概况受来自多方面的因素影响，包括政策、社会、经济等方面的影响[8]，尤其是今年的新冠疫情，对全世界各个国家各个领域发展都造成了严重的影响，上海市也不例外，此外还有老人传统家庭养老的观念也会对老年福利机构数量和床位数有一定的影响。本研究没能将这些因素全包括在内，也是不足之处。

4.2. 上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、其中老人 60 周岁以上人数将继续稳步上升

2009 年老年福利机构数量以及床位数分别为 589 家和 84,714 张，最近十年的涨幅虽然不大，但是一直在稳步增加，2018 年分别达到了 649 家和 124,974，通过灰色预测模型预测未来十年仍将继续增加，并且预测在 2026 年突破 700 家，2028 年将达到 716 家，床位数将在 2023 年突破 150,000 张，2028 年将达到 185,408 张；同样的，2009 年的年末在院人数以及 60 周岁老人人数仅有 51,974 人和 49,789 人，通过预测模型分析分别都在 2016 年突破 70,000 人，并且在 2028 年分别达到 78,552 人和 76,645 人。总体来看，上海市老年福利机构数量、床位数、年末在院人数、其中老人 60 周岁以上人数一直呈稳步上升趋势，这对于上海市的养老问题上是一个好消息，表明上海市养老服务的稳步健康发展，有利于上海市老人养老[9]。除此之外，上海市老年福利机构的数量、床位数、年末在院人数、其中老人 60 周岁以上人数的平均增长率较预测的结果均有所下降，表明老年福利机构的各项指标增长的幅度有所放缓，那么对于目前上海的老龄化程度来看，并不是一件好事。

4.3. 上海市老年福利机构床位利用率不高

通过 2019 年上海市统计局发布的《上海统计年鉴》中的 2009 年~2018 年老年福利机构床位数以及

年末在院老人数进行占比,发现过去十年老年福利机构床位数的利用率并不高,过去十年平均床位利用率为 63.392%,通过预测模型对未来十年老年福利机构床位数、年末在院老人数进行预测,得出年末床位利用率,最终计算得出平均年末床位利用率为 64.330%。无论是过去十年还是未来十年,很容易发现老年福利机构床位的利用率都不高,当然了,这里面的原因非常复杂,包括上海市老人对老年福利机构的认知程度还不够、机构宣传不到位、年末老人回家过年,甚至是床位资源过度建造与实际需求量不匹配等原因[10]。那么对于被闲置的床位资源的再利用问题,这也需要上海市老年福利机构去充分利用资源。

5. 建议

5.1. 合理规划布局床位资源

根据区域的经济发展、人口结构、卫生和疾病状况、不同人群需求,来规划配置卫生资源,合理布局不同层次、不同功能、不同规模的医疗机构,从人员、床位、设备、经费等方面进行调控。这是提高床位使用效率最基础的环境因素,由区域统一的主管部门进行全行业管理,按照公平、效率的原则合理配置资源,从源头上使得有限的卫生资源得到充分的利用。

因此现阶段,应当按照“规划总量、调整存量、优化增量”的原则,对医疗资源从结构、功能和空间上进行横向和纵向的规划调整。合理规划综合医院、专科医院和实施医院的分级分类规划管理,防止医院之间的过度竞争和盲目发展。合理布局康复、护理、临终关怀的医院和床位,为综合医院的长期“压床”的病人,留出康复的出口和治疗的通道。

5.2. 充分利用民营医院床位资源

根据卫健委公布的数据显示,在公立医院常年“床位不够用”的情况下,民营医院的病床仅有 60% 左右的使用率,显得十分惨淡。这种医疗资源的配置不均衡和利用不充分,导致了公立医院的常年爆满、一床难求,而民营医院大量的医疗资源处在闲置浪费的状态中。

随着人们医疗健康需求的不断增长,加上慢性病患率率的提高和老龄化的加速,我们的医疗服务体系将更加受到心脑血管等慢性疾病和老年病等床位需求冲击,但总体公立医院的床位资源又十分有限,因此应该通过创新付费方式,提高医疗费用支付能力,同时支持医保对私立医院的支持,激活私立医院的医疗资源,提高私立医院的床位使用效率和服务量。

参考文献

- [1] 张淑萍. 老年福利机构社会工作专业化现状与探索[J]. 理论观察, 2014(7): 78-79.
- [2] 王宇熹, 汪泓, 肖峻. 基于灰色 GM(1, 1)模型的上海城镇养老保险人口分布预测[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(12): 2244-2253.
- [3] 刘思峰, 邓聚龙. GM(1, 1)模型的适用范围[C]//中国系统工程学会. 全国青年管理科学与系统科学论文集第 5 卷. 中国系统工程学会: 中国系统工程学会, 1999: 6.
- [4] 王宁, 张爽, 曾庆均. 基于新陈代谢 GM(1, 1)模型的重庆市人口老龄化预测研究[J]. 西北人口, 2017, 38(1): 66-70.
- [5] 丁海峰, 高凯, 姜茂敏. 基于灰色 GM(1, 1)模型的上海市卫生总费用预测研究[J]. 医学与社会, 2020, 33(6): 42-46.
- [6] 相静, 孔杨, 徐天和. 基于灰色系统 GM(1, 1)模型的山东省卫生总费用预测研究[J]. 中国卫生统计, 2016, 33(4): 653-656.
- [7] 任高峰. 社会工作介入福利机构中供养老人需求的研究[D]: [硕士学位论文]. 大庆: 东北石油大学, 2017.
- [8] 唐立健, 王长青, 钱东福. 老龄化背景下社区卫生机构资源配置和服务供给研究——以江苏省为例[J]. 中国卫生政策研究, 2020, 13(2): 33-39.

-
- [9] 肖晓华, 颜梦琪, 胡依, 李贝. 健康老龄化背景下机构养老脆弱性评价指标体系构建研究[J]. 医学与社会, 2020, 33(11): 25-29.
- [10] 余佳. 抓好专业化标准化规范化 促在机构养老成社会潮流[N]. 惠州日报, 2020-11-02(008).