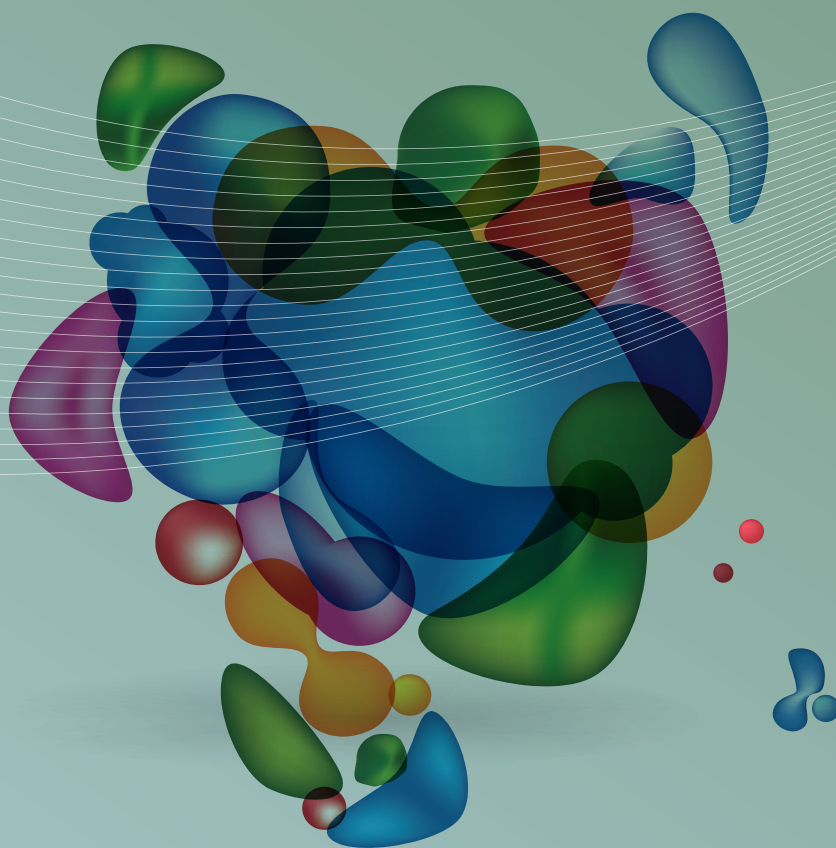


2019年第1期

人口信息

POPULATION INFORMATION



- * 全面两孩背景下上海生育水平变化原因及对策探讨
- * 2006~2016年中国生育状况报告
- * “三医联动”下的上海家庭医生制度改革：实践经验与政策思考
- * 智能医学 创领未来(论坛)

上海市卫生和健康发展研究中心

内部资料 免费交流

人口信息

(双月刊)

2019年第1期(总第222期)

名誉主编：黄红

孙常敏

肖泽萍

主编：金春林

副主编：黄玉捷

执行副主编：李冬梅

目次

• 人口与发展 •

全面两孩背景下上海生育水平变化原因及对策探讨..... 周海旺 高慧 (1)

• 本期关注 •

智能医学 创领未来 本刊编辑部 (17)

(主持人：于观贞，参与讨论：时炜、刘西洋、高云姝、于观贞)

• 调研与分析 •

2006~2016年中国生育状况报告 贺丹 张许颖 庄亚儿等 (36)

• 卫生与健康 •

“三医联动”下的上海家庭医生制度改革：实践经验与政策思考 贺小林 (46)

◀ 人口与发展 ▶

全面两孩背景下上海生育水平变化原因及对策探讨

周海旺 高慧

(上海社会科学院城市与人口发展研究所, 上海 200020)

继 2013 年 11 月 15 日我国实施“单独二孩”政策后,2016 年 1 月 1 日我国开始实施“全面二孩”政策。在全面二孩政策背景下,当前低生育水平下我国生育水平变化问题越来越受到重视。上海生育水平长期处于超低水平,近几年有所上升,但 2017 年户籍人口总和生育率也仅为 1,在全国乃至全世界都处于很低的水平。长期过低的生育水平,再加上人口预期寿命的延长,造成上海少子化、老龄化等人口结构失衡问题越来越严重,迫切需要研究出台有关对策措施,促进人口长期均衡发展。

本文主要利用上海市生育统计数据和《2017 年全国生育状况抽样调查》数据,分析在全面二孩背景下上海生育水平的变化情况,以及影响生育水平的因素,并在开展深入访谈和一系列座谈交流调研活动基础上²,提出应对上海超低生育水平的针对性政策建议。

一、上海生育水平变化趋势及宏观影响因素和后果分析

本部分主要利用 2010 年以来上海历年生

育统计数据,分析上海生育水平的变化趋势、宏观影响原因及其不利后果。

(一) 上海生育水平变化趋势

1. 出生人口规模变化趋势

自 2003 年开始上海迎来了新一轮户籍人口出生高峰,再加上 2014 年“单独二孩”、2016 年“全面二孩”生育政策实施的影响,符合政策生育二孩数量增加,上海出生人口规模趋于扩大。

从户籍出生人口规模变化看,2010 年以来一直趋于增加,尤其是 2014 年、2016 年因为生育政策的放开,出生人口规模有了大幅度的增加,2014 年户籍人口出生 12.41 万人,比 2013 年增加了 1.43 万人,2016 年出生了 13.07 万,比 2015 年增加了 2.48 万人,达到了这几年中的最大规模。外来出生人口规模变化趋势与户籍出生人口基本一致,其中 2016 年出生 8.92 万人,比 2015 年增加了 1.11 万人,总体来说外来人口出生规模受生育政策的影响程度比户籍人口出生规模小。相应地,上海常住人口出生规模也一直趋于增加,2014 年、

¹ 周海旺,上海社会科学院城市与人口发展研究所副所长,研究员;高慧,上海社会科学院城市与人口发展研究所助理研究员。本文是上海市卫生计生委 2017 年课题《全面二孩政策背景下上海生育水平变化及其影响因素研究》的部分成果。参与本项目调研的还有上海社会科学院城市与人口发展研究所的研究生惠竞和谭若愚等。

² 根据课题研究需要,2018 年 5 月 13 日、16 日、20 日,课题组分别在静安区、浦东新区、奉贤区的三个居委开展了《上海女性生育意愿及需求》个案访谈,每个对象的访谈时间大约 40 分钟至 1 个小时,共访谈了 55 位妈妈。2018 年 6 月 11 日课题组在浦东新区召开由区、街/镇、居委/村三级计生干部 11 人参与的《浦东新区生育情况与公共服务供给》座谈会,另外 2018 年 6 月 7 日、6 月 12 日课题组还参与了两次企业访谈。

2016 年增加尤其明显, 分别比 2013 年、2015 年增加了 0.58 万人、3.65 万人, 分别达到了这几年中的最大规模。(见图 1)

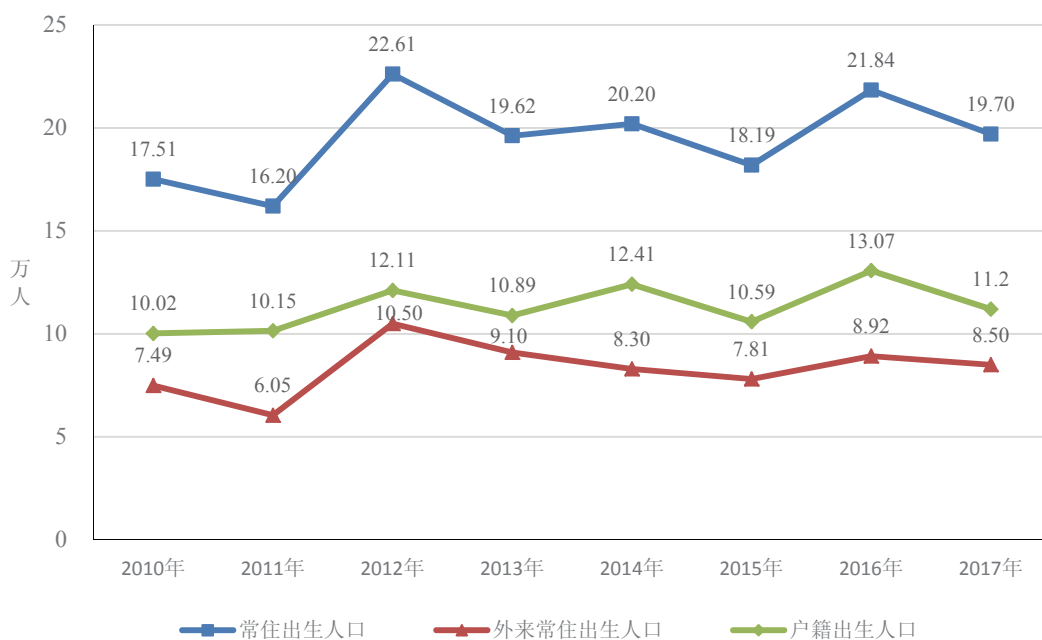


图1 2010 年以来上海出生人口规模变化

资料来源: 各年份《上海统计年鉴》; 2017年上海经济和社会发展统计公报

从表 1 可以明显地看出上海户籍出生人口的波动增加主要原因是二孩的快速增加。2010 年以来上海户籍二孩出生规模持续增加, 尤其是 2014 年、2016 年主要因为生育政策调整, 二孩出生规模快速增加, 分别比 2013 年、2015 年增加了 0.72 万人、1.18 万人, 2013 年以来上海户籍二孩出生规模增加了 2.5 万人, 而一孩出生规模反而在波动中减少, 2013 年以来减少了 2.29 万人。

表1 分孩次上海户籍出生人口规模变化 单位: 万人

年份	合计	一孩	二孩	多孩
2010 年	10.02	9.39	0.61	0.01
2011 年	10.15	9.42	0.72	0.01
2012 年	12.11	11.08	1.02	0.01
2013 年	10.89	9.74	1.14	0.02
2014 年	12.41	10.54	1.86	0.02
2015 年	10.59	8.16	2.40	0.03
2016 年	13.07	9.40	3.58	0.08
2017 年	11.20	7.45	3.64	0.10

资料来源: 2010-2016年的出生人口数量来源于《上海统计年鉴》(2017年版); 2017年出生人口数据来源于《2017年上海经济和社会发展统计公报》; 分孩次的出生人口数量是根据上海市卫生和计划生育委员会提供的孩次率推算。

³2014年、2016年出生人口规模大幅度增加, 除了与2014年“单独二孩”、2016年“全面二孩”生育政策外, 还与人们的生肖偏好(如倾向于生龙宝宝、猪宝宝, 不愿生羊宝宝)等导致的生育挤压有关, 如2015年是羊年, 很多人避开这年生育而挤压到2016年生育。但总体说来这两年出生人口规模的大幅度增加主要原因还是二孩生育政策的放开。

2. 出生人口孩次变化趋势

近几年随着政策放开，出生二孩的家庭增多了，上海户籍和外来出生人口的孩次都发生了明显的变化。

从图 2 可以看出，上海户籍出生人口孩

次构成中，2010 年尤其 2013 年以来一孩率大幅度下降，由 2013 年的 89.4% 下降到 2017 年的 66.5%，下降了 22.9 个百分点，而二孩率则大幅度上升，由 2013 年的 10.5% 上升到 2017 年的 32.5%，则上升了 22 个百分点。

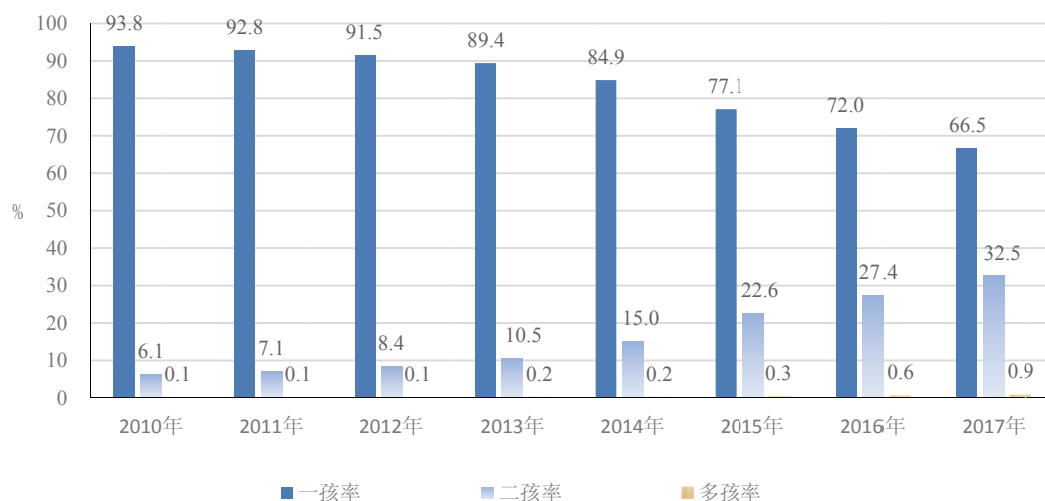


图2 主要年份上海户籍出生人口孩次变化

资料来源：上海市卫生和计划生育委员会

从图 3 可以看出，上海外来出生人口孩次构成中，2014 年以来一孩率趋于下降，由 2014 年的 64.3% 下降到 2017 年的 47%，下降了 17.3 个百分点，而二孩率持续上升，由

2014 年的 32.7% 上升到 2017 年的 47.5%，上升了 14.8 个百分点，并且在 2017 年超过了一孩率，同时多孩率由 2014 年的 3% 上升到 2017 年的 5.5%。

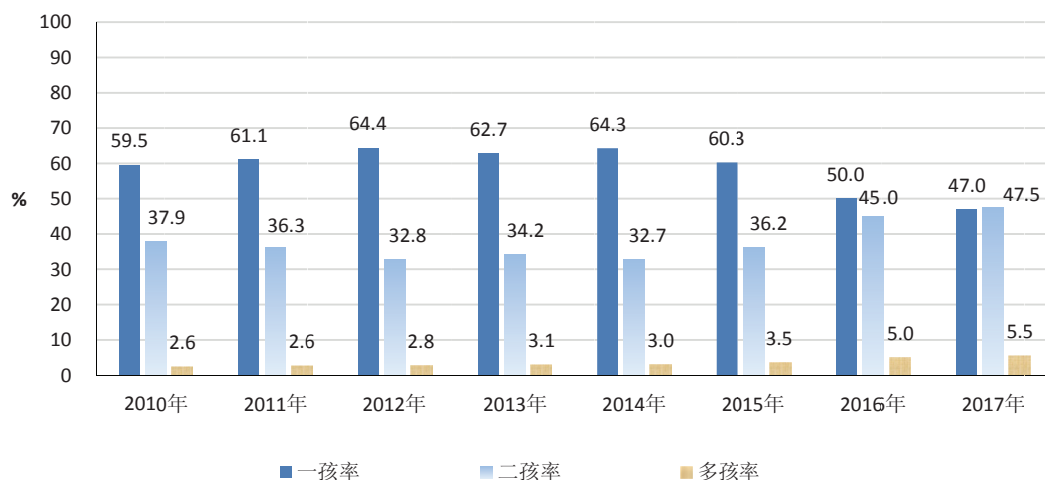


图3 主要年份上海外来出生人口孩次变化

资料来源：上海市卫生和计划生育委员会

3. 总和生育率变化趋势

随着户籍出生人口的增加,上海户籍人口总和生育率总体上趋于增加,由 2010 年的

0.89 增加到 2017 年的 1.00,其中 2014 年达到最高值 1.13,2016 年也达到第二高值 1.10。(见图 4)

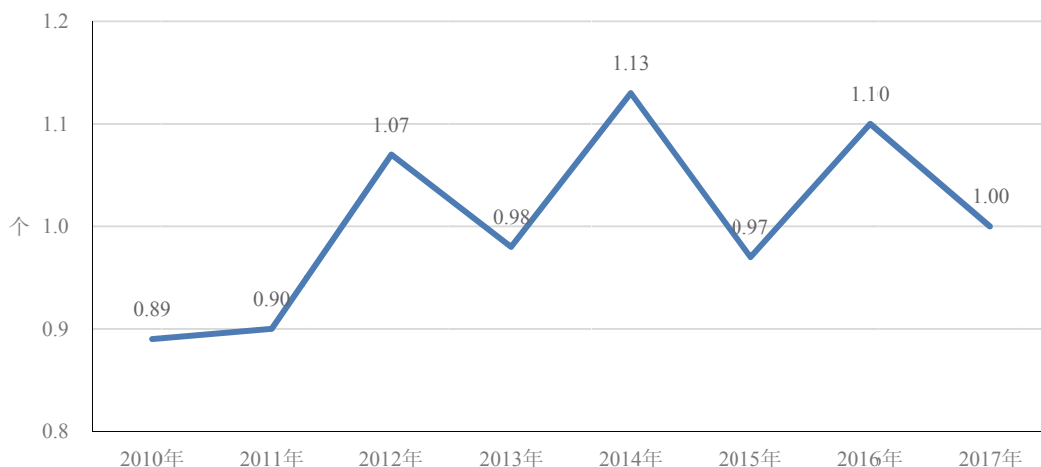


图4 2010年以来上海户籍总和生育率变化

资料来源:上海市卫生和计划生育委员会

从以上宏观数据分析可以发现,无论是 2014 年“单独二孩”的实施还是 2016 年“全面二孩”政策对上海生育水平都起到了一定的促进作用。

(二) 影响上海生育水平的宏观因素变化

尽管 2010 年以来户籍人口出生规模趋于增加,尤其 2016 年全面二孩政策放开时增加更明显,但因总和生育率、已婚育龄妇女规模、平均初育年龄、生育意愿等因素的变化,未来上海户籍出生人口状况不容乐观。

一是总和生育率持续偏低,低生育率趋势难以改变。上海户籍人口总和生育率持续偏低,并且大多数年份不到 1,远远低于国际公认的维持人口新老更替的 2.1 的生育水平,在全世界各个国家和地区中都属于超低的生育水平,而且根据国际发展经验,这种低生育水平很难逆转。

二是已婚育龄妇女规模持续大幅减少,

人口出生规模也将减少。随着户籍人口年龄结构的变化,上海已婚育龄妇女规模持续大幅减少。由 2010 年的 217.13 万人减少到 2017 年的 200.92 万人,平均每年减少 2.32 万,(见表 2)这种趋势还会持续,将导致出生人口规模减少。

三是平均初育年龄不断推迟,不利于人口出生。一般说来,女性的生育年龄在 23~30 岁之间为最佳时间。上海已婚育龄妇女初育年龄呈现不断推迟的趋势,由 2010 年的 28.25 岁推迟到 2017 年的 29.81 岁,(见表 2)即将错过最佳生育年龄,不利于人口出生。另外晚婚晚育可以在相同的时间内降低代数,抑制人口增长。

四是户籍女性再生育意愿低,影响二孩政策效果。户籍女性再生育意愿低问题后面会重点分析。

表2 2010年以来上海户籍人口婚育指标变化

年份	已婚育龄妇女	平均初育年龄
	万人	岁
2010 年	217.13	28.25
2011 年	217.12	28.44
2012 年	214.48	28.46
2013 年	210.04	28.65
2014 年	208.23	28.66
2015 年	204.85	29.01
2016 年	204.23	29.37
2017 年	200.92	29.81

资料来源：上海市卫生和计划生育委员会

（三）上海生育水平过低带来的不利后果

长期过低的生育水平，造成上海人口结构特别是户籍人口结构失衡越来越严重，主要表现在以下三个方面：

1. 长期保持超少子化人口状况。尽管随

着户籍人口出生规模的增加，2010 年以来上海 0-14 岁户籍少年儿童规模也逐年增加，由 2010 年的 117.48 万人增加到 2016 年的 144.13 万人，增加了 26.65 万人，平均每年仅增加 4.44 万人，同时 0-14 岁户籍少年儿童规模占总户籍人口的比例也逐年上升，由 2010 年的 8.3% 上升到 2016 年的 9.9%，上升了 1.6 个百分点（图 5）。但由于长期过低的生育水平，造成了 0-14 岁户籍少年儿童规模仍然偏小、占总户籍人口的比例仍然偏低。按照 0~14 岁人口占总人口的比例在 15% 以下为超少子化、15%~18% 为严重少子化、18%~20% 为少子化的统计标准，上海长期保持超少子化的人口机构，预示着未来的劳动力供给后备不足，不利于上海的社会经济发展。

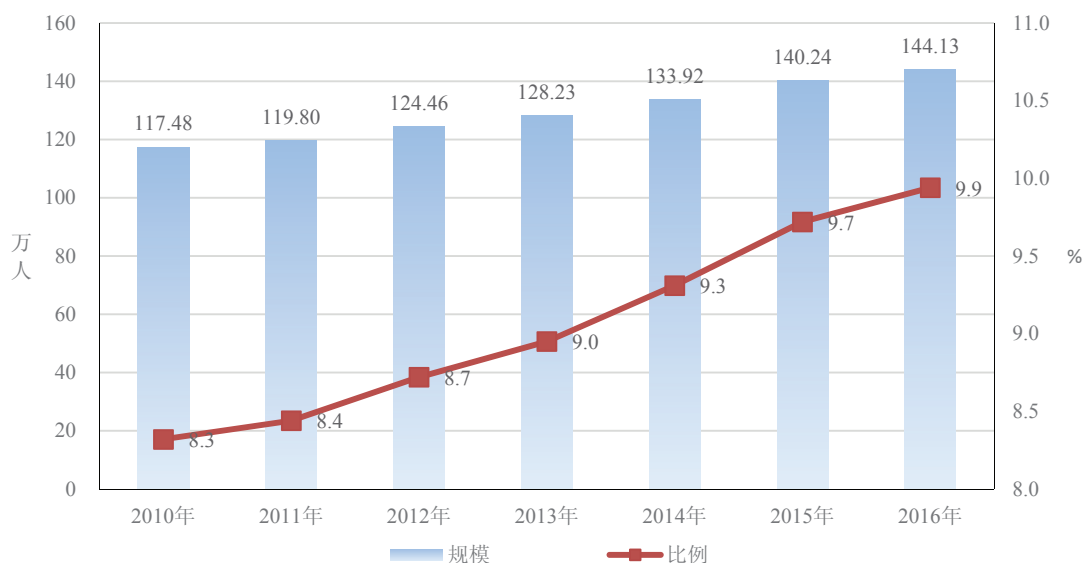


图5 2010年以来上海0-14岁户籍少年儿童的规模及比例变化

2. 户籍劳动年龄人口数量大幅度减少。在长期过低的生育水平下，上海 15-64 岁户籍劳动年龄人口规模在 2008 年左右达到高峰后持续大幅度减少，由 2010 年的 1068.35 万人持续减少到 2016 年的 1006.84 万人，净减

少 61.51 万人，平均每年减少 10.25 万人；与此同时，占总户籍人口的比例大幅度下降，由 2010 年的 75.7% 下降到 2016 年的 69.4%，下降了 6.2 个百分点，平均每年下降 1 个百分点。（见图 6）

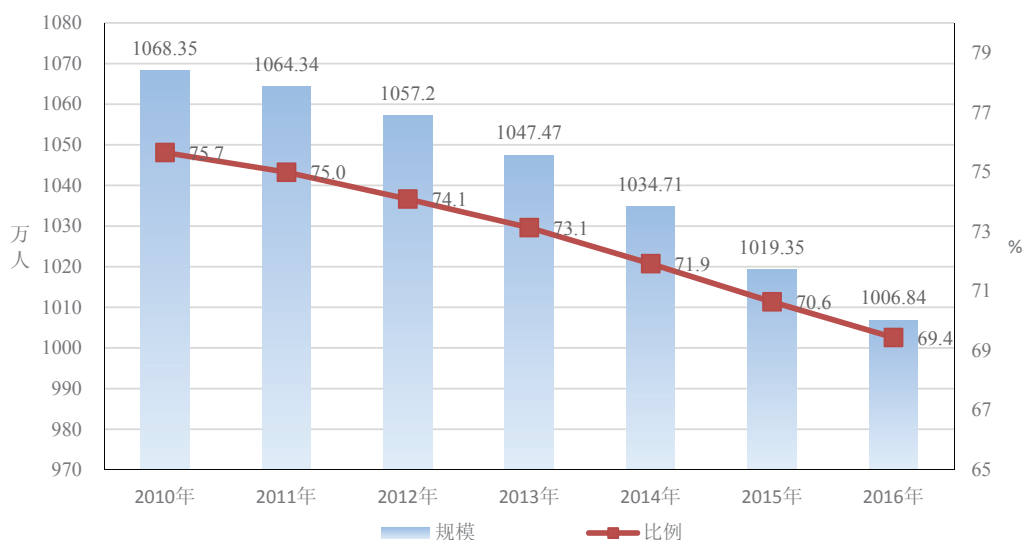


图6 2010年以来上海15-64岁户籍劳动年龄人口的规模及比例变化

3. 加速了人口老龄化的进程。按照联合国定义，当一个国家或地区 65 岁及以上老年人口数量占总人口比例超过 7% 时，就意味着这个国家或地区进入了老龄化阶段；比例达到 14% 即进入深度老龄化；20% 则进入超老龄化。2010 年以来上海深度老龄化加快发展，65 岁及以上户籍老年人口的规模快速增加，由 2010 年的 226.49 万人增加到 2016 年的 299.03 万人，增加了 72.54 万人，平均每年增加 12.09 万人，其中 2016 年比 2015 年就增

加了 15.65 万人，一年增加的老年人口总数就相当于一个中等城市的人口总数，相应地占总户籍人口的比例大幅度上升，由 2010 年的 16% 上升到 2016 年的 20.6%，从 2016 年开始上海进入了超老龄化阶段。（见图 7）根据我们的预测，到 2030 年上海户籍人口中 40% 将是老年人，2040 年上海 60 岁以上老年人届时预计将达 44.5%，成为全球老龄化程度最高的城市之一。

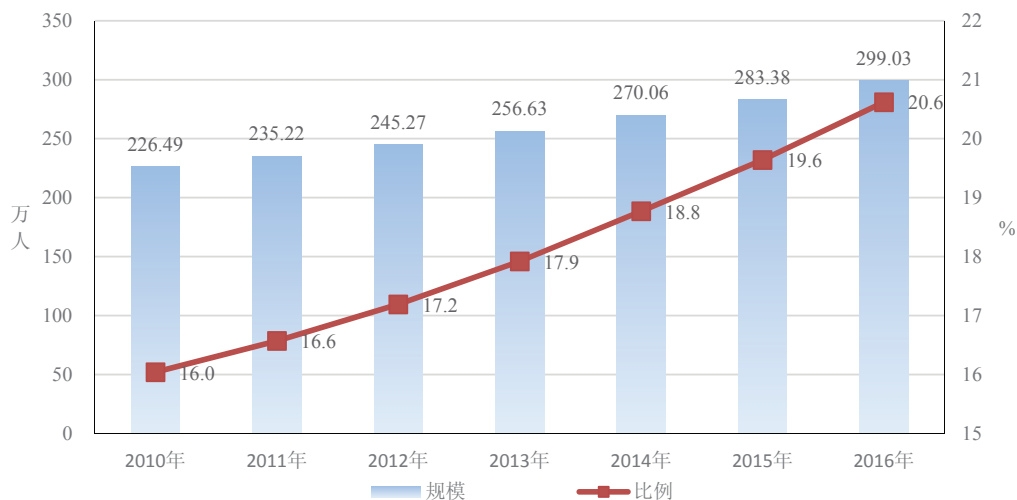


图7 2010年以来上海65岁及以上户籍老年人口的规模及比例变化

资料来源：上海市老龄科学研究中心历年发布的上海市户籍人口老龄化数据

虽然上海可以通过引进年轻的外来劳动力缓解本市社会经济发展对劳动力的需求，缓解人口年龄结构失衡的压力，但是完全靠外来人口也有局限性，大量外来劳动力未来也会变成老人，比如 2017 年外来人口参加上海城镇养老保险的有将近 380 万人，他们现在都是缴费人群，为养老保险做贡献，但是当他们也进入领取养老金阶段，上海的养老保险负担将更为严重。因此，要从根本上缓解上海人口结构失衡问题以及由此带来的各种社会经济压力，需要切实提高生育水平，特别是户籍人口的生育水平。

二、上海女性生育二孩的现状特征

表3 分户籍性质上海女性生育二孩情况

户籍性质	样本数（人）			比例（%）		
	一孩	二孩	合计	一孩	二孩	合计
户籍女性	2270	164	2434	93.3	6.7	100.0
外来女性	1160	867	2027	57.2	42.8	100.0
合计	3430	1031	4461	76.9	23.1	100.0

（二）上海生育二孩女性的基本特征

通过不同类别生育子女的对比，分析 2017 年上海二孩家庭女性在年龄、文化程度、职业、家庭收入等方面的基本特征，同时考虑到户籍女性与外来女性存在差异，因此对这两类人群分别进行分析、比较。

1. 生育二孩的户籍女性基本特征

通过不同类别生育子女数量 / 生育二孩比例的对比，户籍女性具有以下特征。（见表 4）

一是分调查时年龄看，30-39 岁的女性生育二孩比例最高，50 岁及以上的女性生育二孩比例最低。从分年龄组的平均生育子女数来看，30-39 岁年龄组最多（1.13 个），其他 3 个年龄组比较接近；从分年龄组的二孩比例

近几年上海二孩家庭增加，分析这些家庭女性的基本特征及生育二孩的原因，有助于判定影响上海女性生育行为的因素。

（一）上海女性生育二孩的现状

在《2017 年全国生育状况抽样调查》6000 人的上海样本中，有一个孩子或者两个孩子的女性有 4461 人，其中 1031 人生育了两个孩子，占 23.1%。从户籍性质差异看，户籍女性中只有 164 人生育了二孩，仅占 6.7%，而外来女性中有 867 人生育了二孩，占比高达 42.8%。（见表 3）可见上海女性二孩生育率不足四分之一，而户籍女性更低。

看，30-39 岁年龄组比例最高（12.7%），其次是 30 岁以下，第三是 40-49 岁年龄组，而 50 岁及以上年龄组最低。也就是说 1978-1987 年出生的户籍女性生二孩的比例高，在 1978 年之前出生或者 1987 年之后出生的户籍女性生二孩的比例都比其低。

二是分文化程度看，大专及以上学历的女性生育二孩比例最高，而高中中专的女性生育二孩比例最低。分文化程度的平均生育子女数来看，大专及以上学历女性最多，为 1.09 个，高中中专最少，为 1.04 个；从分文化程度的二孩比例看，大专及以上学历女性的比例最高，为 9.2%，而高中中专最低，为 4.1%。

三是分职业看，白领职业女性生育二孩

的比例略高于蓝领职业女性。从分职业的平均生育子女数来看,白领职业女性为 1.08 个,略高于蓝领职业女性的 1.07 个;从分职业的

表4 分类别户籍女性生育二孩的比例 单位: %

类别		一孩	二孩	合计
调查时年龄	30 岁以下	93.6	6.4	100.0
	30-39 岁	87.3	12.7	100.0
	40-49 岁	94.6	5.4	100.0
	50 岁及以上	95.4	4.6	100.0
	合计	93.3	6.7	100.0
文化程度	初中及以下	93.3	6.7	100.0
	高中中专	95.9	4.1	100.0
	大专及以上	90.8	9.2	100.0
	合计	93.3	6.7	100.0
职业	蓝领职业	92.8	7.2	100.0
	白领职业	91.6	8.4	100.0
	合计	92.2	7.8	100.0
家庭年收入	10 万及以下	93.4	6.6	100.0
	10-20 万	95.2	4.8	100.0
	20 万及以上	89.6	10.4	100.0
	合计	93.3	6.7	100.0

注释:“白领职业”指国家机关/群组织/企事业单位负责人、专业技术人员与办事人员和有关人员;“蓝领职业”包括商业、服务业人员与生产、运输设备操作人员及有关人员;“农业及其他”包括农业牧水利业生产人员和其他人员。在一些图表中,如果“农业及其他”的样本量比较少,就将其并到“蓝领职业”中,下同。

四是分收入看,高收入家庭的女性生育二孩比例最高,中收入家庭的的女性生育二孩比例最低。从分家庭收入的平均生育子女数来看,20 万及以上高收入家庭的女性最多(1.10 个),10-20 万中收入家庭的女性最小(1.05 个);从家庭收入的二孩比例看,20 万及以上高收入家庭女性的比例最高(为 10.4%),而

10-20 万中收入家庭女性的最低(4.8%)。

另外从表 5 可以看出,户籍女性中,20 万及以上家庭高收入、大专及以上高文化程度者生育二孩的比例最高(11.2%),10 万及以下家庭中收入、高中中专中文化程度者生育二孩的比例最低(3.2%)。

表5 不同文化程度与不同收入户籍女性生育二孩的比例 单位: %

类别	10 万及以下	10-20 万	20 万及以上
初中及以下	7.8	3.5	3.6
高中中专	4.4	3.2	6.3
大专及以上	8.1	6.9	11.2
合计	6.6	4.8	10.2

可见二孩家庭比例高的户籍女性具有以下特征:调查时年龄在 30-39 岁,文化程度在大专及以上,职业为白领,家庭收入处于高水平。

2. 生育二孩的外来女性基本特征

通过不同类别生育子女数量 / 生育二孩比例的对比，二孩家庭外来女性具有与户籍女性基本相反的特征。（见表 6）

一是分调查时年龄看，女性年龄越大，生育二孩比例越高。从分年龄组的平均生育子女数来看，随着年龄的增加，外来女性平均生育子女数越多，50 岁及以上女性最多（1.5 个）；从分年龄组的二孩比例看，随着年龄的增加，外来女性生育二孩的比例上升，其中 50 岁及以上的比例最高（50.2%）。

二是分文化程度看，女性文化程度越高，生育二孩比例越低。从分文化程度的平均生育子女数来看，随着文化程度的升高，外来女性平均生育子女数量越少，大专及以上学历女性最少（1.22 个）；从分文化程度的二孩比例看，随着

文化程度的升高，外来女性生育二孩的比例降低，其中大专及以上学历的比例最低（21.6%）。

三是分职业看，蓝领职业女性生育二孩的比例略高于白领职业女性。从分职业的平均生育子女数来看，蓝领职业女性为 1.48 个，多于白领职业女性的 1.19 个；从分职业的二孩比例看，蓝领职业女性的比例为 47.9%，大大高于白领职业女性的 18.6%。

四分收入看，女性家庭收入越高，生育二孩比例则越低。从分家庭收入的平均生育子女数来看，随着家庭收入的增加，女性平均生育子女数越少，20 万及以上高收入家庭的女性最少（1.29 个）；从家庭收入的二孩比例看，随着家庭收入的增加，女性生育二孩的比例下降，20 万及以上高收入家庭女性的最低（29.3%）。

表6 分类别外来女性生育二孩比例 单位：%

类别		一孩	二孩	合计
调查时年龄	30 岁以下	72.1	27.9	100.0
	30-39 岁	54.6	45.4	100.0
	40-49 岁	52.5	47.5	100.0
	50 岁及以上	49.8	50.2	100.0
	合计	57.2	42.8	100.0
文化程度	初中及以下	45.5	54.5	100.0
	高中中专	65.2	34.8	100.0
	大专及以上学历	78.4	21.6	100.0
	合计	57.2	42.8	100.0
职业	蓝领职业	52.1	47.9	100.0
	白领职业	81.4	18.6	100.0
	合计	58.4	41.6	100.0
家庭年收入	10 万及以下	50.6	49.4	100.0
	10-20 万	57.6	42.4	100.0
	20 万及以上	70.7	29.3	100.0
	合计	57.2	42.8	100.0

另外从表 7 可以看出，外来女性中，20 万及以上家庭高收入、大专及以上学历高文化程度者生育二孩的比例最低，为 19.6%，20 万及

以上家庭高收入、初中及以下低文化程度者生育二孩的比例最高，为 63.5%。

表7 不同文化程度与不同收入外来女性生育二孩的比例 单位: %

类别	10 万及以下	10-20 万	20 万及以上
初中及以下	55.2	51.5	63.5
高中中专	29.5	39.8	36.7
大专及以上	26.8	23.6	19.6
合计	49.4	42.5	29.3

三、上海女性生育二孩的意愿及其主观因素分析

生育意愿反映了女性的生育需求,并且在一定程度上决定了生育行为,而女性生育意愿又受多种因素的影响。在《2017 年全国生育状况抽样调查》6000 人的上海样本中,有一个孩子且在 15-49 岁年龄段的女性有 2172 人,其中户籍女性 1137 人,外来女性 1035 人。本部分主要分析这些已生育一孩的女性生育二孩的意愿及其影响因素,同时比较户籍女性与外来女性存在的差异。

(一) 上海女性有一孩的生育二孩的意愿

1. 有一孩的女性打算生二孩的比例低,户籍女性更低

抽样调查数据显示,在 2172 个有一个孩子的 15-49 岁女性中,仅有 16.4% 打算生二孩,

其中户籍女性打算生二孩的意愿尤其低,仅为 7.6%,而外来女性相对高一点,为 26.2%。

2. 有一孩的女性打算生二孩的主要原因是让孩子有个伴

女性个案访谈资料表明,女性打算生二孩(生育意愿)的原因,与女性生育二孩(生育行为)的原因类似,主要原因也是让孩子有个伴,同时也还没有经济、孩子照料方面的顾虑。

3. 近半数还没有想好何时生二孩,不生二孩的可能性会大

女性不仅生育二孩的意愿低,而且即使想生二孩的对何时生二孩,45.5% 还没有想好,其中外来女性的比例为 46%,另外分别有 31.6% 的女性打算 2018 年,14.5% 的女性打算 2019 年生。(见表 8) 近半数还没有想好的女性今后不生二孩的可能性会比打算最近两年生的女性大。

表8 上海女性打算生二孩的时间 单位: %

户籍性质	2018 年	2019 年	2020 年及以后	没想好	总计
户籍女性	35.1	16.0	4.6	44.3	100.0
外来女性	30.2	13.9	2.7	46.0	100.0
合计	31.6	14.5	8.3	45.5	100.0

(二) 影响上海女性生育二孩意愿的个体因素分析

影响女性生育意愿的因素很多,限于对问卷中涉及到的变量进行定量分析的可能性,本文仅选择了调查时年龄、文化程度、户口性质、职业类别、家庭年收入等 5 个变量,并与

女性生育意愿进行交叉分析。

1. 年龄因素

随着年龄的增长,无论是户籍女性还是外来女性打算再生育的意愿减弱。20-24 年龄组户籍女性、外来女性打算再生育的比例分别高达 33.3%、50%,到 35-39 年龄组则大幅度

分别下降到 6.1%、20.7%，40—44 年龄组进一步下降，45—49 年龄组有所反弹，但反弹幅度很小。（见图 8）

2. 文化程度因素

随着文化程度的提高，户籍女性打算再生育的意愿增强，由初中及以下文化程度女性

的 3.3% 上升到大专及以上文化程度女性的 10.1%；而外来女性则先增强后减弱，其中：高中中专女性的意愿最强，为 31.0%，初中及以下文化程度女性最弱，为 21.8%，大专及以上学历女性位于两者之间，为 28.99。

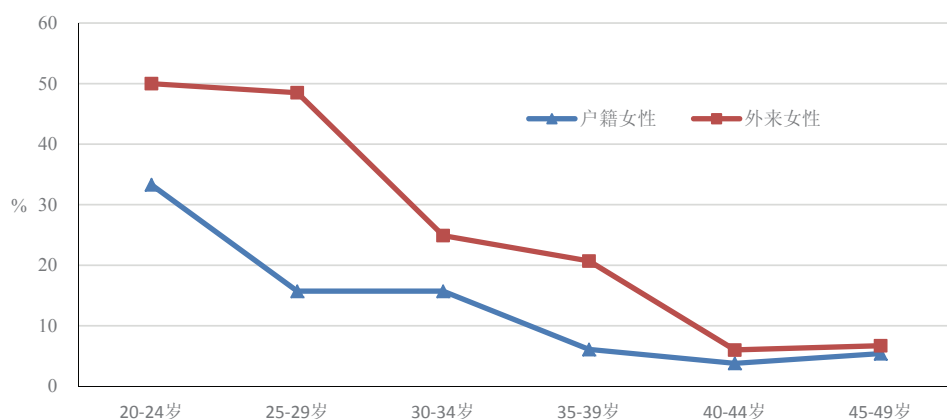


图8 分调查时年龄组的上海女性打算生育二孩的比例对比

3. 户口性质因素

户籍女性中，非农业户口的女性打算再生育的比例（8.2%）高于农业户口者（3.6%），而外来女性正好相反，非农业户口的女性打算再生育的比例（20.8%）低于农业户口者（29.7%）。

4. 职业因素

随着职业层次的升高，户籍女性打算再生

育的意愿先减弱后增强，其中农业及其他职业者再生育的意愿最强，为 10.5%，蓝领职业者再生育的意愿最弱，为 5%，白领职业者位居二者之间；而外来女性则趋于减弱，其中农业及其他职业者再生育的意愿最强，为 28.6%，白领职业者再生育的意愿最弱，为 19.8%。（见图 9）

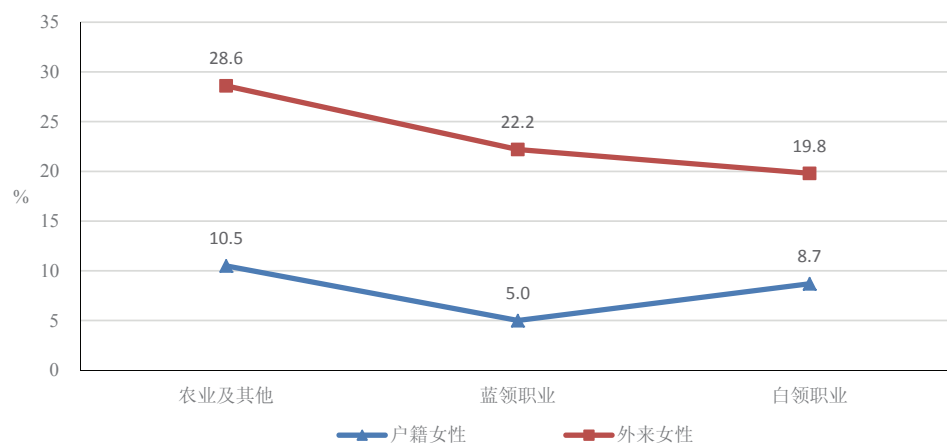


图9 分职业上海女性打算生育二孩的比例对比

5. 收入因素

随着家庭年收入的增加,无论是户籍女性还是外来女性的再生育意愿总体上增强,其中:

家庭年收入 10 万及以下的再生育意愿与 10-20 万的差异小,但 20 万及以上的生育意愿大幅度提高,分别达到 12.4% 和 33.9%。(见图 10)

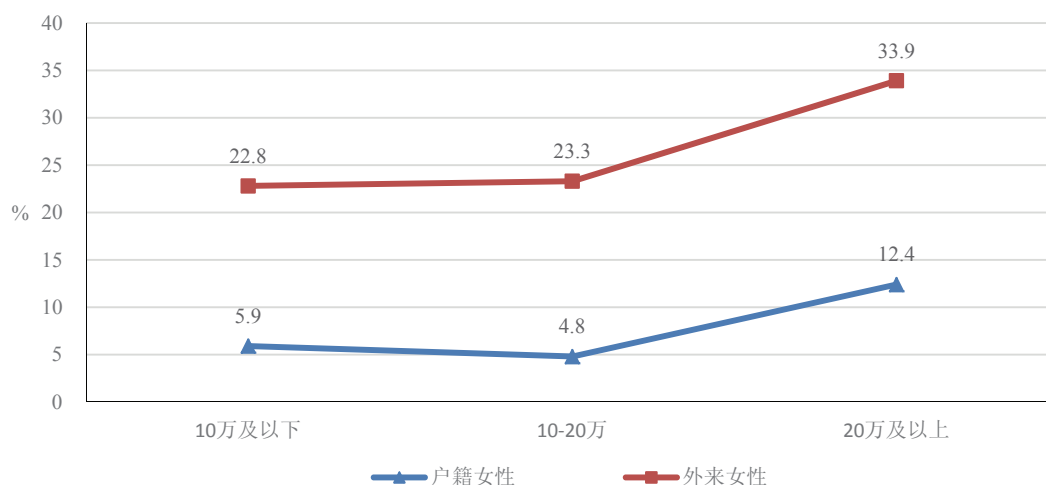


图10 分家庭年收入上海女性打算生育二孩的比例对比

四、上海女性生育二孩面临的主要障碍

上海女性生育二孩面临诸多障碍,亟需政府、用人单位、社区提供配套公共服务。如表 9 所示,女性不打算生二孩的最主要原因是经济负担重(66.3%),年龄太大(50.4%)、没人带孩子(43.8%)也是两大重要原因,养

育孩子太费心的比例也比较高(37.3%),另外也有自己还没有想好、影响个人事业发展等原因。从户籍女性和外来女性的差异看,户籍女性更倾向于年龄太大(58.4%)、而外来女性更倾向于没有人带孩子(49.9%)。(见表 9)

表9 女性不打算生二孩的主要原因(多选题) 单位: %

原因	户籍女性 (N=1051 人)	外来女性 (N=764 人)	合计 (N=1815 人)
经济负担重	64.2	69.1	66.3
年龄太大	58.4	39.5	50.4
没人带孩子	39.3	49.9	43.8
养育孩子太费心	38.1	36.1	37.3
自己还没想好	7.2	14.6	10.3
影响个人事业发展	10.1	9.6	9.8
夫妻身体原因	5.4	3.8	4.7
现有子女不愿意	4.3	3.8	4.1
丈夫不想生	2.4	3.2	2.7
其他	1.7	2.4	2.0

通过对 55 个生育有孩子的育龄妇女的访谈也进一步印证了这些阻碍上海女性生育二孩的障碍。

1. 经济负担重

女性个案访谈资料表明,女性“生”孩子成本(包括孕检、住院生孩子等)不高,

并且女性如果缴纳生育保险的话还有生育津贴,同时“养”孩子的成本(包括孩子吃奶粉、买衣服、买玩具等)也不高,这些都是家庭能够承受的,但“育”孩子的成本(早教、托班、兴趣班、辅导课等)非常高,家庭子女教育投入很大。很多孩子很小就接受早教,不仅跳舞、唱歌、画画、跆拳道文体类的,还有语文、数学、英语等学科类,不仅幼儿园、小学要上辅导班,初中、高中继续要上辅导班。很多孩子不仅周末各种班安排满了,非周末也安排了各种班。家长在这方面的费用也很多,每年少则几千元,多则几万元。子女教育成为家庭重要的经济负担,也成为女性再生育的主要障碍。

女性个案访谈资料还表明,女性对经济负担的顾虑不仅从眼前考虑,也从将来经济不确定这方面考虑。未来比如说万一整个经济大环境不好,失业了,就没有像现在赚那么多了,但是其他的那些外在的压力还会在,尤其是随着孩子的成长,教育花费会上升。一方面,级别越高,各种班的花费会上升;另一方面,孩子需要接触的东西越来越多,家长的花费也会越来越大,尤其到国外去旅游一次可能需要几万元。

另外尤其是第一个孩子是男孩的女性,担心第二个孩子如果还是男孩,则经济压力会更大。无论是外省市还是上海,男孩子成家往往需要买房子、买车子、送彩礼,尤其是买房子,费用很高,很多家庭承受不起。

2. 年龄太大

一些年龄较大的女性,原来能生和想生第二孩时,因为不符合政策没有生,现在政策放开了,但年龄却大了,想生生不出。一方面,年龄是生育行为的生理基础,女性年龄大了,怀孕难度加大、流产可能性加大、怀孕综合征

增多、身体健康也会变差。同时女性年龄大了,再养育一个孩子体力、精力也都跟不上。另外,女性年龄大了,会造成了两个孩子的生育间隔相差太大。年龄大的女性,第一个孩子往往十几岁了,有的甚至都上高中、大学了,再生一个的话,看起来都不像兄弟姐妹了。因此年龄太大成为女性生育二孩的重要障碍。

3. 没有人带孩子

目前绝大多数家庭是双职工家庭,家里往往需要双方父母帮着带孩子、接送孩子上下学。家里一个孩子已经让双方父母轮流带了,随着双方父母年龄的增加,帮忙照看孩子的能力减弱,如果再生二孩,他们也没有能力带了。

找保姆带孩子的话,费用贵,也不放心。现在有关保姆虐待孩子的负面消息很多,即使有钱请保姆,如果不知根知底的话,往往还需要家里老人时刻盯着保姆。

另外也有女性明确表示,自己不会为了再生一个辞职当全职妈妈,尤其是一些外省市女性来上海不是为了生孩子、带孩子,而是想见识更多、想谋求个人发展,还有一些文化程度高的女性,如果只是生孩子、带孩子的话,认为自己多年的学都白上了。

因此,没人带孩子成为上海女性生育二孩的另外一个重要障碍。

4. 养育孩子辛苦

目前女性在养育孩子方面起了主要作用,女性一边上班,一边还要养育孩子,养育孩子除了大量的经济投入外,还有大量的精力投入,比较辛苦,如果孩子体弱多病或者不听话,女性那就更辛苦了,这在一定程度上也阻碍了女性再生一个

5. 影响个人事业发展

女性个案访谈资料表明,生育对女性的

个人事业或多或少有负面影响。从应聘工作来看,在应聘过程中有些单位歧视女性,增加了她们找工作的难度;从工作岗位、工资待遇看,有些女性产假回来主动或者被动调整了工作岗位、相应地工资待遇也减少了;从晋升看,有些女性因为生孩子丢掉了学习晋升的机会。

五、应对上海超低生育水平的相关政策建议

从前文的分析中我们可以看到,全面两孩政策确实在短期内增加了上海的出生人口数量,提高了生育水平,但是由于受育龄妇女人数减少、孩子养育成本高、女性就业压力大、缺乏公共托幼服务等原因,生育意愿并没有显著提高,生育水平的反弹和出生人口的增加只是昙花一现,2017 年上海出生人口数量已经开始减少,未来会进一步减少,这对上海社会经济发展会带来很多负面影响。因此,需要采取综合性的配套政策和措施,支持和鼓励更多家庭按政策生育孩子,缓解上海人口结构失衡问题。

(一) 加快研究生育政策全面放开的可能性和应对方案

上海早在 1979 年就进入人口老龄化阶段,比全国早了 21 年,2017 年户籍人口中老年人口比重已经到了 1/3,老龄化正在向纵深发展,预计到 2050 年上海常住人口中 60 岁及以上老年人口比重将超过 40%,户籍人口中老年人口比重更高,将达到 48% 左右,未来的养老压力极为沉重。同时劳动年龄人口比重降低,人数减少,非常不利于上海社会经济的发展。

2017 年上海户籍出生中二孩及以上的比例已经达到 1/3,外来出生人口中二孩及以上

的比例已经达到一半以上,说明上海目前的生育率,在一定程度上受到“出生堆积”的影响,即“全面二孩”政策使部分被压抑的二孩生育意愿得到释放。但是在出生堆积的能量释放后,生育率将在现有水平上相应回落,这个时间段预期会很短,只有 2-3 年的时间。上海户籍人口的总和生育率在 2013 年之前长期保持在不足 1 的水平,两孩政策实施后,2015 年上海反弹到 1.17,2017 年已经回落到 1 左右。

在考察生育政策的效果时,不只是要看生育水平的变化,更要看出生人口的变化。由于上海户籍妇女人数正在快速减少,特别是出生 30-39 岁生育高峰年龄段的育龄妇女人数正在快速减少,即使生育水平有所提高,也可能导致出生人口数量的减少。

因此,我国的生育政策要适应人口变动主要矛盾的变化,尽快做出相应调整。建议上海要加紧研究全面放开生育政策的必要性和可能性,以及全面放开生育政策以后有关生育福利政策的新旧衔接问题,把生育权利还给家庭,并且给予家庭更多的帮扶,鼓励和支持家庭按照意愿生育孩子。

(二) 完善生育相关的就业政策法规,保障女职工生育福利待遇

1. 把男方的“陪产假”改为“陪护假”。鉴于女性从怀孕到生育再到孩子出生后一段时间,都可能需要丈夫不时陪同的需要,建议把狭义的“陪产假”改为“陪护假”,这样丈夫不单是在妻子生孩子期间可以休假,也可以在征得单位同意后分散时间使用陪护假,按照家庭的实际需要,在妻子孕检、孩子看病、打防疫针等需要的时间使用。

2. 加强执法检查。调查发现,机关事业单位、国有企业、欧美外资企业对于女性生育相关的劳动权益保护情况比较好,而一些私营企业存在损害女性生育权益的现象,劳动部门要加强对企业尤其是私营企业的劳动监督检查力度,对于损害女性生育权益的企业依法严惩,切实保护女职工生育权益。

(三) 完善生育保险制度,保护女职工和企业双方的利益

1. 把外来从业人员的个体户和自由职业者纳入社会保险。现在上海外来人员参加社会保险,要求以单位形式参加,而大量外来从业人员是个体户和自由职业者,没有单位可以缴费,个人想参加社会保险也不能参加,这类人群上海有 300 多万人。建议把这些人群也纳入社会保险的范围,一方面可以扩大社会保险的覆盖范围,增强保险的抗风险能力;另一方面,也可以更好地保护这些女性的生育权益,让她们能享受生育保险待遇。

2. 建立生育医疗补贴增长机制。目前上海生育医疗津贴标准是 3600 元,并缺乏增长机制,而女职工生育医疗费用基本上都远远超过了这个数,已成为家庭一项重要经济负担。并且随着产检项目的增加、产检价格的上升、分娩方式的改变,尤其全面二孩政策下高龄孕产妇的规模增加,女职工产检费用和分娩费用等医疗费用也会持续增加。因此需要建立生育医疗补贴增长机制,建议每年的生育医疗补贴标准根据本市上一年医疗费用的增长速度进行调整。

(四) 加强对二孩家庭的支持力度,减轻生育二孩的后顾之忧

1. 降低家庭综合税负。国家正在对个人

所得税制度进行改革,建议在改革中根据家庭养育孩子的数量多少在个人所得税中抵扣一部分养育成本,扣除一部分住房按揭贷款额。但是,需要注意的是,个人所得税抵扣一部分孩子养育成本对于高收入家庭比较有利,而低收入家庭,特别是只有最低工资水平的人群反而享受不到这项优惠。因此,还需要建立普惠制的养育补贴制度。

2. 对部分贫困家庭发放养育补贴。日本、新加坡等国家都有专门的养育补贴制度,日本的补贴强度还在不断加大。但现阶段上海大幅度发放养育补贴的条件还不成熟,一方面政府有没有足够的财力为所有婴幼儿发放养育补贴还需要研究;另一方面,需要先对现行的生育政策进行改革,首先是允许每个家庭自由生育孩子,下一步才能讨论是不是需要发放养育补贴。在现阶段不可能全面大幅度发放养育补贴的情况下,我们有三点建议:一是只对贫困家庭发放养育补贴,可以根据实际情况,制订贫困家庭养育补贴标准,帮助有生育意愿的贫困家庭减轻养育孩子的经济负担,对符合生育政策的贫困家庭发放的养育补贴资金来源为财政专项资金;二是深入研究国外发放养育补贴的效果,从成本效益角度进行分析借鉴,研究我们未来是不是需要发放养育补贴;三是鉴于本研究中发现的孩子的主要成本支出不是“生”和“养”,而是“育”,因此要加大对婴幼儿和青少年教育事业的投入,改革入学和升学考试制度,整顿各类社会办教育培训机构,从根本上减轻家庭“育”的经济压力。

(五) 提供公益性婚介服务,支持和鼓励大龄青年婚配,减少不婚比例

从 2015 年底上海实有人口统计数据来看,

20-49 岁适婚人群中,男性人数为 276.27 万人,女性为 274.7 万人,两者相差只有 1.57 万人,平均到每个年龄相差只有 524 人,基本是均衡的,在 25-34 岁年龄段,男性略微多于女性,25-44 岁年龄段女性略多于男性(见表 10)。

表10 2015年底上海户籍分性别的20-49岁实有人口数量 单位:万人

年龄组	男	女	相差
20-24 岁	29.48	29.97	-0.49
25-29 岁	49.82	48.27	1.55
30-34 岁	58.12	56.28	1.84
35-39 岁	51.24	51.55	-0.31
40-44 岁	41.98	43.05	-1.07
45-49 岁	45.63	45.58	0.05
20-49 岁合计	276.27	274.7	1.57

数据来源:上海市实有人口统计数据。

但是,上海每年大量的两地婚姻,造成了上海本地户籍女性择偶难,不能结婚也就不能生育。据统计,在 1991-2017 年 27 年间中,上海两地婚姻超过 80 万对,其中大部分年份两地婚姻中本地男性与外地女性结婚的比例都超过 75%。如果我们按照 75% 的本地男外地女的比例可以大致推算出这 27 年中本地男和外地女结婚的共有 60 万对,本地女和外地男结婚的有 20 万对,两者的差额为 40 万对,也就是说,通过两地婚姻,过去 27 年中有 40 万个外地女性净迁入上海的婚姻市场,和上海本地女性争夺配偶,造成本地将近 40 万左右的女性难以找到配偶,并且这种情况还在进一步发展。

按照我国的国情,结婚后生育的孩子才能申报户口,而上海由于大量外来女性的进入,婚姻市场上本地户籍女性婚姻出现了很大

的困难,很多人被迫终生不婚,也就没法生育孩子。因此,我们建议:

1. 本市和各区政府部门要出台有关公益婚介扶持政策。要提供资金、场地等条件,通过购买服务等手段,对大龄青年特别是本市大龄女性提供公益的可靠的婚介服务,帮助她们尽快找到合适的配偶;

2. 研究调整有关法规允许单身生育的可能性,研究允许医疗机构协助提供单身人士生育的管理办法。有些非常优秀的女性,因为各种原因,找不到理想的配偶,自己又想养育孩子,对于单身人士生育现在政策上有限制,卫计部门要积极研究调整有关法规,允许她们采取试管婴儿或其他方式怀孕生育孩子的可能性。非婚生育的女性,只要不违反生育政策,不再进行处罚。对于医疗机构为单身人士提供生育服务的管理办法也要研究和改进。

◀ 本期关注 ▶

智能医学 创领未来

《人口信息》编辑部

特邀主持人：上海中医药大学附属龙华医院肿瘤科副主任医师 于观贞

主持人语

人工智能 (artificial intelligence, AI) 业已走出实验室, 走出科幻电影, 融入人们生活的方方面面。AI 被视为“第四次科技革命”, 全球各国均视其为下一轮经济发展的重要推动力和战略制高点, 中国也不例外, 2015 年起就陆续颁布了《中国制造 2025》、《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》、《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划 (2018-2020 年)》, 而在 2018 年国家发展改革委、科技部、工业和信息化部、国家网信办、中国科学院、中国工程院和上海市人民政府则直接在上海举办了世界人工智能大会。中国有望成为人工智能研究的世界领导者。

何为人工智能? 与前阶段火热的大数据处理和信息化建设类似, AI 亦源于计算机技术, 但要高于前两者, 其意在创造一种在思考、推理和学习能力等各方面与人类相媲美的机器。随着硬件以及算法的演进, AI 在某些特定场景中的能力已经与人类不相上下, 甚至比人类更优秀。目前 AI 已经用于组件设计、紧急情况、语音对话、金融、保险、教育、体育、交通、警力、地震、说唱、家居、农业、动物、机器人、医学等各个领域, AI 时代已经到来, 注定对我们的生活产生深远影响。

医学是一门独特学科, 其是人类在长期与疾病作斗争的实践中产生和发展而成的, 经历了原始医学、经验医学、实验医学和现代医学的历程。现代医学不是单单研究一个个事物, 一个个现象, 而是研究事物、现象的变化发展过程, 研

究事物相互之间的关系。各学科专业间交叉融合, 是现代医学的重要特点。鉴于医学的复杂程度, AI 在医学中的应用应有自己独特规律。现阶段 AI 在医疗健康领域的各个环节都有涉及, 包括虚拟助理、药物研发、疾病诊断、康养保健、精神疾病、医学图像、疾病治疗、疾病转归等环节。然而, 由于疾病的复杂性、应用场景要求高、政策法规跟不上、医患认知不匹配等特点, 目前中国没有一个 AI 医疗项目得到国家食品药品监督管理总局批准用于临床。而且最有可能落地的是基于皮肤图片的皮肤癌分类、基于数字病理切片的肿瘤细胞鉴别、基于眼底照片的糖网筛查和基于胸部 CT 的肺结节诊断, 这些项目有共同点: 数据均为图像数据, 准确地说是二维图形, 对于图像数据, AI 能够批量、快速、定性、定量和大容量地给出识别结果。然而, 如果应用场景变得复杂, 需要抽象思维的疾病诊断等, AI 离应用还有很长一段路要走, 譬如 Watson 医生。

作为一门新兴学科, 人工智能的繁荣背后也存在许多挑战: 1. 数据获取。目前国内大部分医学图像为非数字化图像, 而数字化图像需要大量经费, 也需经医院同意且匿名处理才可使用。2. 数据质量。单一的数据来源和错误的数据会导致模型的预测偏差。不同级别医院和不同地区医院机器条件和医疗水平的差异导致数据质量不均衡和图像差异显著, 故要尽可能使数据来源多样化, 同时建立质控标准。3. 数据标注。准确的图像标注产生高质量的算法模型, 低质量的标注产生错误的模型。不同于日常图像, 普通大学生培养

几天就可以标注,医学发展的规律就是长期的经验累积,才能够胜任医学工作。数以十万计甚至百万计的图像数据,要对这么多数据进行精确标注,难度可想而知。4. 法律法规。法律法规永远落后于科技进步,但医疗由于涉及人生安全,完善的法律法规必须走在前列。5. 数据归属权。医疗 AI 之所以快速发展得益于大量的患者数据,那么这些数据归属权属于谁,国家?公司?医院?还是病人?根据这些数据产生的利益又归于谁?6. 科技伦理问题。“人工智能威胁论”并不是杞人忧天。必须建立起一个符合各种应用场景的科技伦理,来约束 AI 的研发方向和应用领域,尤其是医疗和军事领域。

发现问题是创新,解决问题是智慧。人类真的要在医疗人工智能这条路上走下去,必须在关注技术的同时,更应该顺应医学发展规律。医学专业性非常强,一个有经验的临床医生需要 10-15 年的临床实践。此外,医学专业领域划分非常细,而且知名专家在其领域的领导力非常强。因此,不同于金融、语音和无人驾驶等热门 AI,医学 AI 必须由院士或同级别的专家引领,依托其团队和专业委员会,整合优势资源,在专项经费或资本的支持下,招募强大的算法工程师,开发特定病种的 AI,在研发过程中实现临床路径,并纳入中国传统儒家文化,保证 AI 的公益性和道德性。这些可称之为医学 AI 五要素:学科领头人(Leader)、应用场景(scenarios)、资本(finance)、技术(technology)、文化(culture)。

医疗 AI 前景光明,道路坎坷,只有遵循医学自身发展规律,根据中国国情,立足于国内资源,才有望研发出真正的中国医疗 AI。任何资本泡沫推动、靠想象力推动、没有医务任务参与的医疗 AI 都将如昙花一现,像流星一样划过天际。

此次的论坛,我们邀请了刘西洋、张彦春、许家陀、田建辉、高云姝、时炜等专家学者,他们的精彩演讲会让我们对人工智能在医疗领域的发展和运作有更加宽泛的观察视角。

论新一代人工智能的发展特点及在医疗领域的应用

时炜(上海摩尼人工智能科技有限公司)

专业技术人才短缺、医疗资源分布不均、医患矛盾突出,是我国医疗行业面临的突出问题。本文就我国医疗供需现状进行初步分析,试图从中寻找出困扰医疗供给难题的可能出路,并结合新一代的发展特点,尝试寻找出人工智能与医疗场景的结合点。

一、我国现有的供需难题分析

我国幅员辽阔,人口众多,但医疗资源的分布却并不均衡,对于某些特定领域和病种,还存在较大的人才缺口。以医学影像为例,截止到 2016 年,全国的 CT、DR 等医学影像设备的总装机量超过 4 万台,每年医学影像数据的年增长率超过 30%,但放射科医师数量的年增长率仅为 4.1%。这意味着放射科医师在未来处理影像数据的压力会越来越大,甚至远远超过负荷。而我国在临床病理方面的缺口则更加巨大,2016 年全国病床总数超过 568 万张,根据卫健委的要求,每 100 张病床需要 2 名病理科医生,而目前在册病理医生数仅为 11700 名,还不及所需病理科医生的零头,远无法满足医院对病理诊断的迫切需求。

2009 年 3 月 17 日中共中央、国务院向社会公布的关于深化医药卫生体制改革的意见,标志着新一轮医改的正式启动。这一轮医改以“有效减轻居民就医费用负担,切实缓解‘看病难、看病贵’”的近期目标,以及“建立健全覆盖城乡居民的基本医疗卫生制度,为群众提供安全、有效、方便、价廉的医疗卫生服务”的长远目标。以“两票制”“三明模式”等为代表的医改试点

模式纷至沓来, 但是否成为为新一轮医改的正确方向, 仍存在变数。在此, 我们试图采用简单经济学原理, 就我国医疗系统的供需矛盾进行分析, 试图寻找出人工智能在解决供需矛盾的可能切入点, 在这里对复杂的医疗系统做了相应的简化, 仅用于趋势性分析。

在经济学中, 通常用简单的两个曲线来表示供给和需求的对应关系。图 3-a 即为经典“供需曲线”, 其中, S_0 为简化后的供给曲线, D_0 为简化后的需求曲线。在充分市场环境, 供给和需求达到平衡 (O 点), 即所有的需求都能够被满足, 所有的商品都会被购买, 次数对应的价格 P_0 即为该商品的市场价格, 而商品数量 Q_0 即为此时市场上所销售的商品总量。

如对市场上流通的商品进行限价, 如图 3-b 所示, 则该系统就会出现供需矛盾。在价格先定位 P_1 的情况下, 市场在该价格下的商品供给量对应为 Q_1 , 而总的消费者需求量则变为

Q_1' , 中间所存在的差值 ($Q_1' - Q_1$), 就是在该限价条件下, 消费者所需商品和市场供应商品之间的供给缺口。^[1]对应到医疗市场, 则反映了医疗服务价格低于其真实价值的情况下, 所带来的市场缺口。处于特定目的, 如要满足该限价条件下的所有医疗服务需求, 市场缺口就需要由医务工作者通过加班 (增加供给) 或者缩短单个患者问诊时间 (降低服务质量) 的形式来进行弥补, 这也就是目前医疗服务市场中“看病难”的根源所在。同时, 由于限价严重低估了医疗工作者所提供的医疗服务价格 ($P_2 - P_1$), 还会造成医务工作人员的挫败感, 降低其工作积极性和工作效率, 增加医患矛盾。

同时, 限价还会造成其它不良影响, 如患者要获得高质量的医疗服务 (对应供给量 Q_1), 则必须支付由此带来的真实医疗价格 P_1' , 这是对价格差 $P_1' - P_1$, 就容易造成黄牛倒卖票源或催生特权阶级, 造成社会矛盾。

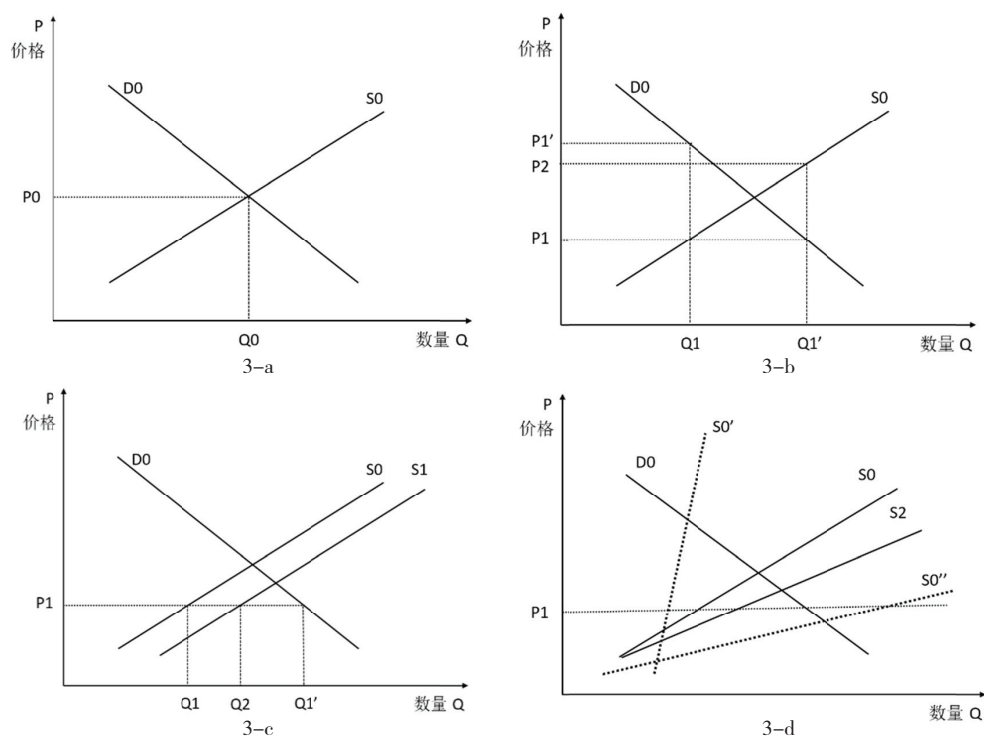


图1 医疗系统中的供给曲线

要改变限价条件下的市场供需矛盾,通常来讲有两个选择,即增加市场供给量或者降低消费者的需求。目前我国正步入老龄化社会,2017 年统计数据显示,我国 65 岁以上人口已经达到了 10.8%,并呈现逐年加速趋势。像我国这样的老龄化社会对医疗资源的需求将会持续上升,这意味着无法通过降低市场对医疗服务需求的方式来缩小供需缺口,只能通过增加供给的方式来进行调节。

按照市场经济原理,增加市场供给量可以分为单纯增加供给和改变供给曲线弹性两种模式。

首先,我们来看单纯增加市场供给,如图 3-c 所示,通过增加市场上商品的供给量,能够将供给曲线向右推(曲线 S_1)。此时,在限价条件下,医疗服务的供需缺口将从 $(Q_1' - Q_1)$ 缩小到 $(Q_1' - Q_2)$,供需矛盾能够得到一定程度的缓解。与单纯增加市场供给相对应,医疗系统能够选择的手段包括多点执业(提升医生的收入和积极性,短期内变相增加医生数量)、缩短医生培训周期(单位时间内,加快医生供给数量)和提升医生工作效率(单位时间内增加医生所看患者数量)。

其次,如果我们对市场供给曲线进一步拆分,能够将整个供给曲线拆分成弹性较低的 S_0' (如北上广深等地的核心三甲医院)和弹性较大的 S_0'' (如社区医院等)。其中,供给曲线 S_0' 的增加速度较为缓慢,通过大规模设立三甲医院既不现实代价也极为高昂;供给曲线 S_0'' 所对应的二级医院和社区医院,其弹性较强,可以通过医联体、三甲医院分院等形式,对其专业水平、诊疗流程和医疗质量进行提升,从而对患者进行分流,使得供给曲线向右下方倾斜(供给曲线 S_2),同样可以缩小

医疗服务的供需缺口。

结合目前人工智能特点和发展趋势,我们也认为人工智能能够在增加医疗资源供给、改变供给弹性曲线方面提供较大助力。其中,在增加供给方面,人工智能能够在医生再培训、工作效率提升方面发挥作用,推动供给曲线向右侧移动。而在改变供给曲线弹性方面,人工智能能够发挥的作用最为巨大。通过对特定病种,如风湿类疾病的数据采集、清洗和数据建模,将专家的经验进行归档、总结,通过训练形成有效、可靠的算法模型,就能够为社区医院和偏远地区提供病历案例库、病历预筛服务等,提升二三线医院医生的诊疗准确率,加速低年资医生的成长过程,迅速填补市场上医疗资源缺口,从而缓解“看病难”的供需矛盾。

二、AI 与医疗的可能结合方式

人工智能在诸多领域,如安防监控、语音识别、工业机器人等,均取得了重大突破,也产生了巨大的经济效益。然而,在人工智能与医学结合的过程中,却命运多舛。如以人工智能辅助诊疗为宣传口号的 IBM Watson,在经历了与 MD 安德森的合作破裂后,于近期又爆出了大规模裁员的新闻。这也意味着,如果要将人工智能与医疗相结合,就必须充分考虑到医疗及其背后支撑学科——医学的自身特点,有的放矢、逐步实施。

首先,医学是一门专业性极强的学科。经过数百年的不断发展,已经形成了门类齐全,专业分工精细、内容庞杂的知识体系。一方面个体穷毕生之力,也只能在少数几个医学领域内有所建树,成为该领域内的专家;另一方面,借助医院的成熟系统,各个科室之间通过分工协作的模式,能够准确、高效地完成对

疾病的诊断与治疗。

其次，医学是一门极其保守的学科。医学的进步与发展，是建立在对检验方法、治疗手段反复验证的基础上，并通过医学共识、药监局认证等形式将行之有效的成熟方法固化下来，形成可重复、可检验、可追溯的完整医学诊疗路径。

人工智能要和医学相结合，必然要遵守医学的基本规律，从专业性和安全性角度出发，由浅及深、由表及里，逐步对算法进行开发和迭代，并通过大量的验证性工作来确保 AI 算法的有效性和可靠性，只有通过这种方式，AI 才有可能真正与医疗相融合，改善医疗现状。

为探究 AI 与医学的潜在应用模式，我们

按照医生参与程度（专业性）和相应技术在安全性（技术可靠性）两个不同维度，对现有 AI 技术与医疗结合后的产品进行排列，试图对 AI 在医疗中的可能发展路径进行说明。需要说明的是，该分类方法尚处在摸索阶段，挂一漏万，众多优秀的潜在应用方向未能纳入其中，将会在后继研究中逐步完善。

该图横轴为专业性指标，从左向右表示医生参与度越来越深入，从另一侧面表明，人工智能需要更多地依靠医生的专业知识；纵轴为安全性指标，从下至上表明对该项技术的可靠性要求越来越高。我们将人工智能的典型应用，诸如语音、语义分析、机器学习、图像技术和机器人技术分别纳入其中，将得到如图 2 所示分布情况。

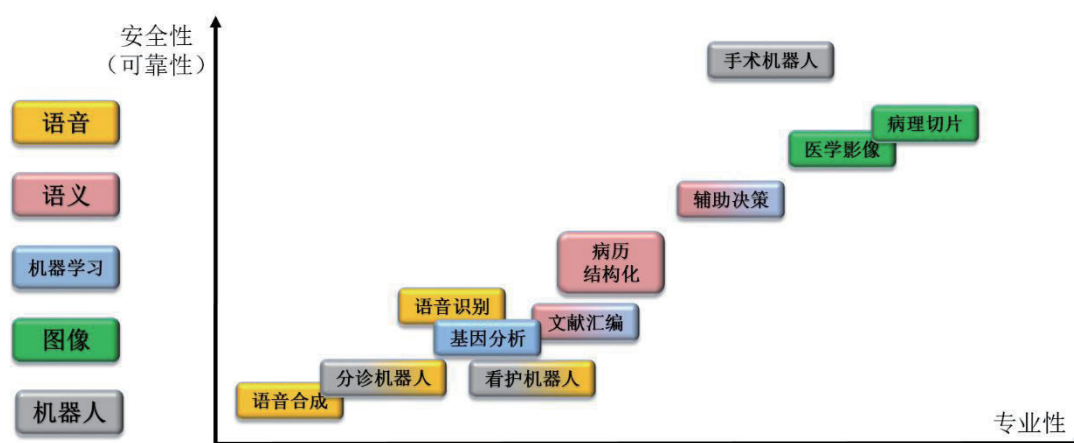


图2 人工智能技术在医疗中的应用分布示意图

在该分布图中，左下角部分为医生参与度较低且对产品安全性要求不高的一些应用类型，诸如语音合成、分诊机器人、看护机器人等应用均在该位置。目前，在该领域已有诸多产品在医院开展了应用试点工作，如智护机器人等。

中部区域的相关应用，如文献汇编、病历

结构化和辅助决策系统等，需要对相关医学术语、指标解读、临床路径等内容进行归类、分析，因此，需要医生较为深度地介入。同时，由于该类应用能够为医生的临床决策提供参考意见，对医生诊断疾病、制定治疗方案有一定的借鉴作用，因此对其安全性要求也有所提升。

右上角区域包含了需要医生深度参与，

且对其安全性要求最高的应用领域。医学影像类、病理类和手术机器人均在此列。以病理为例,病理是研究疾病的形态结构、代谢和功能等方面的改变,从而揭示疾病的病因、发病机制的一门学科。在临床医学中,病理诊断是迄今诊断癌症的金标准。在国外,病理医生也被称为是“医生的医生”。在实际应用过程中,一名优秀的病理科医生往往需要阅读 5 万张以上的病理切片,才能够较为准确地对特定癌种进行辨别和分级,并给出诊断结论。同时,由于临床病理的诊断结论将在很大程度上影响到临床医生的决策,其重要性不言而喻。

通过对各类 AI 应用专业性、安全性的不同,我们认为, AI+ 医疗将遵循从左下向右上逐级发展的路径,先从低安全性、专业介入较少的语音、语义方向入手,逐步向高可靠性、专家深度介入影像、病理等方向发展。在这一过程中,对于人工智能发展历史进行回顾,通过对成功经验的总结与借鉴,将能够推动 AI 在医疗中的实施落地进程。

三、人工智能发展趋势及对医疗的借鉴

“一千个人心中有一千个哈姆雷特”,对人工智能 (Artificial Intelligence, 简称 AI) 的定义也有很多,其中最为经典并广为流传要数美国麻省理工学院帕特里克·亨利·温斯顿教授的说法,即“人工智能,就是研究如何使计算机去做过去只有人才能做的智能工作”。究其根本, AI 是一门如何让机器能够像人一样思考的学问,自 1956 年达特茅斯会议以来, AI 共历经了三次大的发展浪潮。^[2]

第一次浪潮自 1956 年始,到 1976 年结束,学术核心是逻辑主义。这一波浪潮的标志性事件是 IBM 公司塞缪尔等人所开发的西洋跳棋

程序 Checkers, 这款程序具有自学习和自适应能力,能够在下棋过程中,不断积累所获得的经验,并根据对手的走步,从众多可能中选择一个较好的走法。该程序于 1962 年击败了美国一个州的州冠军,引起了全世界的轰动。但由于理论和模型的限制,第一次浪潮很快于 70 年代末进入了低落期。

在逻辑主义陷于低潮后,连接主义接过了人工智能发展的接力棒,在 1976 年到 2006 年间,掀起了 AI 发展的第二次浪潮。在这一波浪潮中,人工智能在数学模型方面取得了重大突破,1997 年 5 月, IBM 深蓝成为了历史上第一个在标准国际象棋比赛中击败卫冕冠军的计算机系统。随着人们对人工智能美好预期的破灭和个人计算机的快速普及,人工智能再次步入寒冬。

目前我们正处在人工智能的第三次浪潮中,这波浪潮自 2006 年 Hinton 提出深度学习技术开始,在图像、语音识别以及其它领域取得了一系列成功,其中里程碑事件就是 2016 年 AlphaGo 在号称“人类智慧的坚固堡垒”——围棋领域,以 4 : 1 的战绩战胜世界冠军李世石。第三次浪潮以数据的快速积累、算法的快速迭代和计算能力的迅猛提升为基础,在众多领域攻城略地,与各个传统领域进行深度融合,并形成了井喷式的发展态势。

在这一轮人工智能浪潮中,数据——特别是高质量、准确标记后的训练数据集,更是本轮人工智能能够快速爆发的基础条件之一。通过李飞飞教授等所创立的 ImageNet 平台的发展历程,也可以地看到数据积累和人工智能算法交相辉映、共同发展的步伐。ImageNet 始于 2009 年,与之前研究者不同,李飞飞等提出了一种新的思维方式:即对视觉识别的

关注点，从模型转移到数据。基于这一思路，ImageNet 建立了海量、高清晰度、高质量标注的免费图像训练数据集。目前，ImageNet 数据集已经是深度学习图像领域应用的非常多的一个基础数据集，很多关于图像分类、定位、检测等研究工作均基于此数据集展开。截止到 2017 年底，ImageNet 上已经有 1400 多万张图片，涵盖 21841 个类别，其中有超过百万的图片有明确的类别标注和图像中物体未知的标注。^[3] Imagenet 数据集对深度学习的浪潮起了巨大的推动作用。Hinton 在 2012 年所发表的论文《ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks》，其论文的工作基础正是 Imagenet 数据集。^[4]

在 ImageNet 平台上，与数据集相对应的有一个享誉全球的算法挑战赛——“ImageNet 国际计算机视觉挑战赛”（ILSVRC），该竞赛

自 2010 年起每年举办一次，是计算视觉领域顶级赛事，通过该赛事，算法的分类错误率从 28% 降到了 2.3%；物体识别的平均准确率从 23% 上升到了 73%。^[5] 图 3 为 ILSVRC 挑战赛自举办以来到 2017 年最后一届，其冠军获得者算法在分类 Top-5 错误率和物品识别平均准确率曲线表。2012 年，多伦多大学的 3 位挑战者，杰弗里·辛顿（Geoffrey Hinton），伊利亚·施克斯克（Ilya Sutskever）和亚历克斯·克里杰夫斯基（Alex Krizhevsky），共同创造了一个名为 AlexNet 深度卷积神经网络结构，以压倒性的优势一举夺得冠军，由于 AlexNet 深度卷积神经网络算法的引入，算法的准确率较上一年度有了 10.5% 的提升。正是从这一年开始，后续的参赛选手普遍采用了深度学习算法对模型进行训练，对这一算法的研究与改良工作一直延续至今。

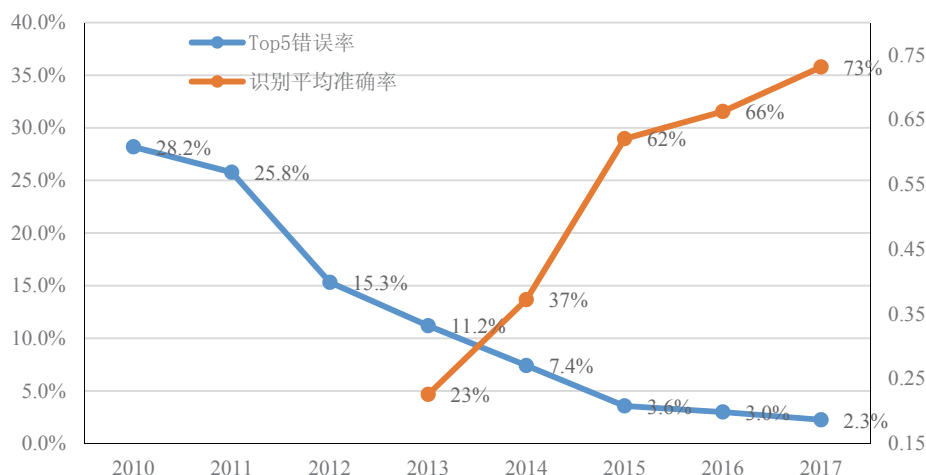


图3 ImageNet所导致的算法准确度提升

除了数据，计算能力也一直是困扰人工智能快速发展的瓶颈。而根据摩尔定理，计算机的处理能力每 18 个月会翻一番。由美国与德国超算专家联合编制的全球超级计算机 Top500 排行榜，是全球超级计算机计算能力的排名，该榜单采用 Linpack 程序对超级计算

机的计算能力进行基准测试，并基于 Linpack 测试结果每年发布 2 次全球超级计算机计算能力的排名列表，该指标相对客观、准确，能够很好地反映全球计算能力的变化趋势，自 1993 年已经连续发布了 24 年。图 4 是自 2005 年以来，全球排名前 500 的超级计算机的总

计算能力发展趋势。^[6]通过连续 12 年全球计算能力的统计分析发现：全球计算能力与上一年度同期相比，其年平均增加幅度为 66%，2012 年前后，全球计算能力的呈现加速上升态势，这一趋势也与本轮人工智能的发展曲

线基本吻合，正是在 2012 年，Hinton 发表了在人工智能领域具有划时代意义的论文——《ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks》，带来了人工智能领域的一次飞跃。

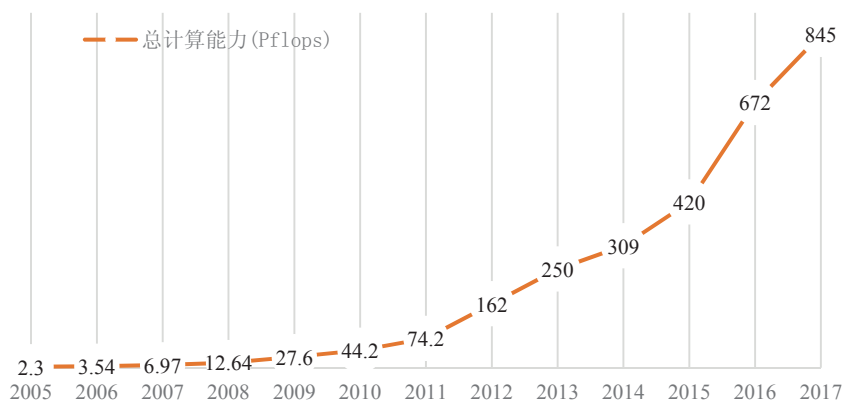


图4 全球top500计算机总计算能力趋势

通过回顾，能够发现训练数据集、人工智能算法和计算能力的综合作用使得本轮人工智能的发展与之前两次浪潮有所不同，高质量的海量训练数据集是新一代人工智能爆发的根本，可以说，没有训练集就不会有深度学习算法的突破，而计算能力的飞速提升，则起到了推波助澜的作用。对于医疗领域而言，计算视觉领域的发展经验弥足珍贵，足可借鉴。即，通过建立高质量、专家标注的大型行业训练数据集，通过长期算法的修订与迭代工作，将有可能在医疗的某些特定方向上，将人工智能算法与场景进行深度融合，逐步从量变到质变，形成可实施落地的 AI 解决方案。

综合对人工智能发展的历程和关键节点回顾，我们可以发现，这一轮人工智能能够得到爆发式发展，关键之一在于 2007 年李飞飞教授所建立的 ImageNet 高质量图像数据集，这对于医疗领域的人工智能发展是值得借鉴的。也就是说，对于需要专业医生介入的领域

而言，依托专业医生团体的诊疗经验，并通过多中心模式全面采集专科专病病例案例，形成可供大规模算法训练的行业训练数据集，是人工智能在医疗领域有可能完成实质性突破的关键因素。

人工智能在临床医学和科研转化中的应用和思考

刘西洋 (西安电子科技大学软件学院)

AI 已深入到医疗健康领域的各个环节，如虚拟助理、医学影像、药物挖掘、营养学、医院管理、健康管理、精神疾病、可穿戴设备、风险管理、病理学和临床诊疗活动等。当前医疗活动中比较成功的 AI 包括影像 AI、药物研发 AI、医疗机器人和 IBM Watson 等。目前，我国科学工作者也积极参与到医疗 AI 的研发中，包括病理辅助诊断、眼部疾病、皮肤疾病、医学影像、中医药、手术机器人、心电和脑电

波、智慧医疗等领域。

一、AI 与病理诊断

AI 在病理学中的应用突飞猛进,于观贞等就 AI 在病理中的应用作了全面的综述,阐述了 AI 应用的具体病理场景,肯定了病理 AI 的应用前景,并首次提出了肿瘤细胞的标注流程和标准。奠定病理 AI 的研究是 ISBI (International Symposium on Biomedical Imaging) 于 2015 年 11 月至 2016 年 11 月举办的研究者挑战赛 (CAMELYON16),研究评估了深度学习在检测乳腺癌患者淋巴结转移病理切片中的转移灶的潜力,并与病理医师比较。两家荷兰医学中心提供了 270 例全切片数字图像 (有转移 110 例和无转移 160 例) 作为训练集供参赛者构建算法,另有 129 例 (有转移 49 例和无转移 80 例) 作为验证集对算法进行评定,11 位来自荷兰的病理学家对上述切片进行评估,结果显示 AI 算法的曲线下面积 (area under curve, AUC) 为 0.556~0.994、病理医师为 0.724 (95%CI 0.643~0.804),且 AI 最佳算法在诊断模拟中的表现优于病理医师 [0.994 (95% CI 0.983~0.999) vs 0.810 (95%CI 0.738~0.884), $P<0.001$]。这些结果表明深度学习算法用于病理诊断具有较大的潜力,但其是否能应用于临床还需要进一步评估。一项研究纳入了癌症和肿瘤基因图谱 (Cancer Genome Atlas, TCGA) 数据库的 2 186 例肺腺癌和肺鳞状细胞癌组织切片的数字图像和 294 例组织芯片 (tissue microarray, TMA) 数据库的图像,从上述图像中抽取了 9 879 个定量特征,随后用机器学习算法选取排名靠前的特征,发现这些特征能较好地预测肺腺癌和肺鳞状细胞癌患者的生存时间,评估肺癌患者预后。

二、AI 与眼部疾病

眼部疾病的检查多依赖光学设备对眼表和眼底影像的抓取,在眼底病方面,青光眼、黄斑变性和糖尿病视网膜病变是最常见的不可逆致盲眼底病。2016 年,谷歌 DeepMind 团队发表了糖尿病视网膜病变的 AI 筛查研究,基于谷歌 TensorFlow 和 Inception V3 模型进行训练,最终 AI 诊断准确率超过了眼科专家。先天性白内障是罕见的眼部疾病,中山大学眼科中心林浩添和西安电子科技大学刘西洋团队在仅使用少量样本的情况下,对图像使用霍夫变换等方法行预处理,提取感兴趣区域,然后采用迁移学习的方法基于 Caffe 和 AlexNet 模型进行训练,最终诊断准确率达到专家水平,并且建立了云筛查诊断平台 CC-Cruiser,提高了优质医疗资源的覆盖率,该系统于 2017 年 4 月已投入临床试验。此后,关于眼部疾病自动诊断的 AI 成果不断涌现。2017 年,全球多人种多中心的三大眼底病自动筛查平台出炉,从此形成了眼底病诊断的闭合回路,并且达到了临床应用标准。2018 年,张康团队运用谷歌 TensorFlow 和 Inception V3 模型,从 4 686 例患者的眼部光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 数据中选取 108 312 张二维断层图像进行模型训练,可有效诊断黄斑变性和糖尿病视网膜病变,也达到了专家水平。深度学习技术改变着医学研究人员处理分析图像的方式,甚至有助于他们发现从未触及的现象。2018 年,谷歌 DeepMind 团队使用眼底照片配合深度学习预测心脏病风险因素,预测效果优异。同时,美国 IDx 公司的 AI 糖尿病视网膜病变临床诊断系统已接受美国食品药品监督管理局 (Food and Drug

Administration, FDA) 的审查, 离正式进入临床应用更进一步。

三、AI 与皮肤疾病

由于皮肤的外露特性, 皮肤疾病的影像资料大多相对容易获取, 这为皮肤病的 AI 自动诊断提供了便利。斯坦福大学 Esteva 团队使用包含 2 032 种不同皮肤病的 129 450 张临床图像数据集, 基于谷歌 TensorFlow 和 InceptionV3 模型进行迁移学习, 其工作中对皮肤癌、黑色素瘤的诊断准确率均达到 90% 以上。为了最终验证该算法, 研究人员还使用病理检查证实的 1 942 张皮肤图片, 比较算法和皮肤科医师是否可区分表皮恶性病变 (角质细胞癌) 与良性病变 (良性脂溢性角化病) 或黑色素细胞病变 (恶性黑色素瘤与良性痣)。研究人员从斯坦福大学医学院请来 21 位皮肤病专家进行测试, 结果显示 AI 取得了与皮肤病专家同等的成绩。该研究成果已可以作为智能手机应用, 通过手机能有效检测是否患有皮肤癌, 大大节省了医疗检测成本。

四、AI 与医学影像

自医学影像数字化以来, 研究人员一直致力于计算机辅助诊断系统 (computer aided diagnosis, CAD) 的研究。从基于规则的专家系统到手工特征, 再到如今火热的深度学习, 许多方法已被成功运用于多种医学影像, 其中 CT、MRI 是关注度最高的图像类型。Brosch 和 Tam 利用受限玻尔兹曼机来判断患者是否患有阿尔兹海默病是脑部 MRI 图像研究的先驱。在深度学习的推动下, 基于脑部 MRI 的阿尔兹海默病分类准确度已达到 91.67%。在诊断结果可解释性方面, Zintgraf 等提出了预

测差异响应分析的方法, 对 MRI 图像诊断人类免疫缺陷病毒 (human immunodeficiency virus, HIV) 的输出结果进行了可视化解释。

2017 年上半年, Kaggle 社区举办了数据碗竞赛, 推动了 AI 在肺部 CT 图像方面的研究。2017 年, 美国 Arterys 公司的 AI 辅助心脏 MRI 成像系统成为首个通过 FDA 认证的 AI 辅助诊断系统; 2018 年, 该公司的 AI 辅助实体肿瘤影像筛查平台通过 FDA 认证, 可帮助临床医师快速测量和追踪 MRI 和 CT 图像中的肝脏和肺的病灶和结节。

超声图像也是 AI 的研究热点之一, 其操作安全、快速、实时、价格低廉, 广泛应用于乳腺癌等疾病筛查。2016 年 QView Medical 公司的基于神经网络的 3D 自动乳房超声筛查 CAD 系统通过 FDA 认证, 该系统可缩短医师的读片时间, 同时保持诊断的准确性。

五、AI 与中医药

传统中医邂逅 AI, 从传统中医针灸、推拿等行业 O2O 平台的兴起, 到普通病、常见病的中医在线咨询和问诊服务, 再到互联网中医馆, 中医的智能化传承和发展模式正如雨后春笋般出现。

传统中医存在传承、发展和推广 3 个比较大的痛点。名老中医的传承主要通过设立流派传承基地或名老中医工作室以“人传人”的方式进行, 成长周期长、人为因素大、无法复制; 中医缺乏足够的临床数据, 只能停留在“传承不易、发展更难”的阶段。AI 的发展有望成为剔除传统中医传承痛点的手术刀。AI 驱动传统中医传承具备两大优势: (1) 中医一般被认为是一种经验医学, 而经验在 AI 中实质是一种知识, 可以作为机器学习的训练数据;

(2) 中医的核心哲学是辩证论治, 这一思想恰好契合了机器学习的基本规则, 即在训练模型基础上通过输入集给出目标值。

具体来说, 可以将中医临床处方、古代方剂、名医医案和中医古籍等知识整合、预处理后作为机器学习的训练数据集, 构建类似 IBM Watson 的医疗健康认知平台。认知平台集合了中医中海量知识, 使每位中医可以学习、应用包括名老中医知识在内的中医知识, 辅助经验缺乏的中医进行临床决策, 提升服务能力。复旦大学张彦春课题组构建了 THCluster 模型, 将收集整理的古代医案、专家临床处方和中医药典通过中文自然语言技术处理, 利用异构信息网络将非结构化文本数据转化为结构化图结构。然后, 利用受限的随机游走思想计算节点间的连接概率, 利用已知连接概率构建节点的后验概率, 并使用最大期望算法估计参数得到后验概率。最终, 通过概率值得到中药、症状和疾病间的多元关系, 构建的原型系统可为医师提供辅助诊断服务。

六、AI 与心电监测

心电图数据是临床和日常护理中常见的生物医学数据, 对于心脏健康相关的临床诊断、监护、手术和日常保健有着重要意义。目前, 心电数据分析领域也朝着智能化的方向大步迈进。

AI 技术可用于各类心脏疾病的临床辅助诊断和健康风险评估任务。例如特征波形挖掘技术不仅可诊断各类心脏疾病, 也可同时检测出作为诊断依据的特征波形, 从而方便医学专家对诊断结果进行核实和进一步分析; 通过分析心电图噪声蕴含的特征, 可以对患者在未来数月内发生严重心脏异常的风险进行评估。

AI 算法可以自动、高效地发现医师难以发现的特征, 与医师的专业知识优势互补, 从而实现更有效的临床诊断与评估。

重症监护和手术室等场景中, AI 技术可用于检测心电波形、周期性等的异常, 从而早期发现患者的心脏异常, 实现监测预警。例如, 根据心电周期性的建模, 建好的 AI 模型能提前检测心电图的异常, 利用概率图模型可提早发现心电信号中的异常值, 深度神经网络可对多达 10 余种心脏异常进行专家级的检测。高精度 AI 算法有望在保持高检出率的前提下, 解决传统异常监测中高误警率的弊端, 实现心脏异常监测预警技术的新突破。

近年来, 基于智能手机、手表等便携式设备的心电监测方兴未艾。轻量化的 AI 算法可充分利用便携式设备有限的存储与计算能力, 实现心电数据的简易分析, 对用户健康状况进行实时评估, 为其日常保健提供参考建议, 并在必要时提醒其及时就医。

七、AI 与机器人手术

AI 手术机器人四大技术包括机器人技术、可视化技术、仪器仪表、数据分析。未来 AI 手术机器人还需实现自主学习, 根据 3D 视觉对病变区点云图像进行三维重建, 采用卷积神经网络对大量三维点云图像进行训练, 机器人通过图像特征匹配, 多传感器数据融合综合技术对患者进行手术。

美国 Intuitive Surgical 公司开发的达芬奇手术机器人辅助系统是最具代表性的视觉导航系统, 其广泛应用于泌尿、心血管外科等领域。医师可通过系统操作携带有双目内窥镜系统手术臂, 通过左右眼不同的视差图像和真实的三维立体感, 更好地感知腔内组织的三维分

布,使手术视野更清晰、效率更高。

虚拟现实(virtual reality, VR)技术和增强现实技术的发展可将 CT、MRI、超声等不同成像系统采集的图像渲染在术中的视觉影像中。针对颅内病变穿刺手术,采用 MRI 技术可在术前获得人脑解剖、功能和代谢图像,进行术前模拟穿刺模拟,实现术前 VR。手术当天将 VR 信息与患者面部标志物进行匹配,将术前重建的病变、功能区等虚拟信息叠加到实际头颅和脑表面,实现术中 AR 显示,医师可佩戴眼镜获取真实手术场景视觉信息和虚拟图像信息。

八、AI 与肿瘤治疗

IBM Watson 是肿瘤治疗领域较为知名的诊疗系统,该系统的知识库中包含 300 种以上医学期刊、250 种以上医学书籍和 1 500 万页论文数据研究,数据定时更新。在该系统中输入肿瘤患者的相关信息可以给出基于海量数据分析得出的治疗方案。该数据集基于美国 MD Anderson 癌症中心,不符合中国国情,且未来的医学 AI 还会整合患者的病理样本特征提取和基因组测序数据,而这属于中国人类资源。AI 技术能够根据中国肿瘤疾病特点,结合临床指南和循证医学证据,发展出一套适合中国国情的肿瘤患者标准治疗和咨询系统,该系统将会针对肿瘤患者制定个体化、权威的诊疗方案,有助于改善各级医疗机构的诊治水平差异问题。

九、AI 与医学科学研究

医学科学研究是促进医学发展的重要手段,对于基础理论的理解以及新技术和新方法的引进与应用具有重要作用。近期来自全

球 100 多个实验室的近 150 位科学家联合在 Nature 发表的研究分析了近 3 000 份肿瘤样本的甲基化数据,用 AI 系统总结出对中枢神经系统肿瘤的甲基化认识,得出了 82 个中枢神经系统甲基化特征,以及 9 个对照样本的甲基化特征,并将这些类型交给随机森林机器学习算法开发出 AI 决策系统;随后研究利用该系统对 1 104 份样本进行传统的病理分析和 AI 系统诊断,有 60.4% 的样本两者诊断完全一致;15.5% 的样本两者诊断一致,但 AI 认为它们应该属于更小的亚型;12.6% 的样本两者诊断不一致,深度分析发现其中 92.8% 的样本 AI 诊断正确。该研究表明 AI 与技术研究结合可使肿瘤分类更完善,有助于实施更准确的针对性的治疗方案。

十、问题和展望

目前医疗领域 AI 的应用存在的两大问题:(1) 样本数量少、标记质量差。目前用于 AI 算法训练的数据量不够多,也缺乏大量资深医师参与样本的标注,这种没有大数量、高质量的训练集直接导致 AI 算法的准确率和实用性无法满足临床应用的需求。(2) 与医疗实际需求和应用场景脱钩。由于缺乏大数量、高质量的训练集,AI 企业一般只能根据现有样本开展具体算法和应用,而无法落地医院,不能满足实际临床和科研需求。

人工智能在恶性肿瘤中的研究现状与思考

高云姝(中国人民解放军总医院)

中国是肿瘤大国,近年来随着人口老龄化时代的到来以及环境污染加剧,恶性肿瘤的

发病率逐年攀升。随着人类癌症基因组的解码和针对驱动突变的疗法的出现，目前治疗能更精确地选择靶向特定基因进行治疗。与常规化疗相比，靶向药物具有更高的反应率和更少的毒性。尤其是对肿瘤细胞和免疫系统之间相互作用的深入理解，发展出了新的针对抗肿瘤免疫的治疗策略。然而，虽然在诊断和治疗方面取得了显著进展，但晚期肿瘤患者的 5 年总体生存率变化不显著，恶性肿瘤的系统性研究任重而道远。得益于人工智能技术的发展，肿瘤的防治有了新的工具。

人工智能在恶性肿瘤中具体应用场景如下：1. 数据库的建设；2. 肿瘤筛查；3. 辅助诊断；4. 辅助治疗决策制定；5. 预测预后。本文主要以肺癌和乳腺癌为例，并结合我们研究成果，提出自己的理论体系和建设流程。

一、数据库的建设

中国人口基数大，患病人群多，然而中国医疗机构之间信息不通畅，数据共享性差。而人工智能的发展就是基于大量的数据，高质量的数据产生高质量的模型，低质量的数据产生错误的模型，因此，必须建立标准的特定疾病数据集。

以肺癌为例，肺图像数据库联盟（Lung Image Database Consortium, LIDC）和图像数据库资源计划（Image Database Resource Initiative, IDRI）建立了一个在肺结节检测、分类和定量评估中完善的可重复的计算机断层扫描（CT）数据库。该数据库由国家癌症研究所（NCI）发起、国家卫生研究院基金会（FNIH）推动，并由食品和药物管理局（FDA）积极参与。LIDC/IDRI 数据库由 7 个学术中心和 8 个医学影像公司共同参与，包含 1 018 个

病例，每个病例都包含了临床胸部 CT 扫描图像和相关的 XML 文件，该文件由 4 位经验丰富的胸部放射学家进行两阶段图像注释。在初始阶段，每位放射科医师独立检查每次 CT 扫描图像，并标记属于 3 种类型的病变（“ $\geq 3\text{ mm}$ ”“结节 $<3\text{ mm}$ ”“非结节 $\geq 3\text{ mm}$ ”）；在第 2 阶段，每位放射科医师检查自己的标记以及其他 3 位放射科医师的匿名标记，给出最终意见。最终该数据库包含至少 1 位放射科医师标记为“结节”的 7 371 个病变，其中 2 669 例被至少 1 位放射科医师标记为“结节 $\geq 3\text{ mm}$ ”，4 位放射科医师对其中 928 例（34.7%）进行了如此标记。LIDC/IDRI 数据库为医学图像研究社区建立了一个公开的参考，推动 CAD 在临床实践中的发展、验证和传播提供重要的医学影像研究资源。中国肺癌患者资源丰富，目前各大医院都有自己的肺结节 CT 数据集，但尚未见类似于 LIDC/IDRI 数据库的中国版本。

除了肺癌小结节数据库之外，我们还应该建立各个疾病类型独立的数据集，包括病理数据库、头颅影像数据库、乳腺癌 B 超数据库、乙肝 - 肝硬化 - 肝癌数据集、临床病历数据库等等。但是数据库的建设必须要有一定的规范，我们总结了如下几点：（1）必须有专业人士或者专家委员会发起，确保数据库的权威性。（2）必须有一定比例的数据，如肺结节 CT 和病理切片，进行了精准标注。精准标注流程后续将提到。（3）数据来源必须多中心、多地区，包含了中国东西部差异、医院级别差异、医生级别差异的数据，确保单一数据产生过度拟合的算法模型。（4）数据集使用流程的规范性、合理性、公益性和公平性，该数据集盈利不是主要目的，发展该学科的 AI 是总的

方向。我们团队组建了发病率前 10 名恶性肿瘤的病理数据集,数据来自于 10 个地区的 10 个医院,所有数据均进行了精准标注,标注方式是 2+1+1 模式,欢迎有志于病理 AI 研发的高校老师、医院和企业使用该数据库。

二、人工智能用于肿瘤早筛

肺结节具有一定的癌变率,早期发现肺部结节,实时判断良恶性,及时予以处理,将极大延长肺癌患者生存时间。既往一项研究研发了一种新的计算机辅助诊断系统来检测早期肺结节,该系统主要由肺实质分割、结节候选检测、特征提取(共 22 个特征)和结节分类 4 个部分组成,并采用 LIDC-IDRI 数据集中的公开数据集来进行训练和测试。从 80 个 CT 扫描中选择 6 400 片,共包含 978 个结节,由 4 位放射学家标记。该研究采用快速分割方法将肺结节分为 888 个真结节和 11 379 个假阳性结节;采用集成分类器随机森林(RF)分别获得 93.2%、92.4%、94.8% 和 97.6% 的准确率、灵敏度、特异性和曲线下面积(AUC)。与支持向量机(SVM)分类器相比,RF 可以减少更多的假阳性结节,获得更大的 AUC。而另外一项研究也利用 LIDC-IDRI 数据集中的影像开发了一套诊断肺结节的方法。该方法采用了图像处理和模式识别技术,还使用了闵可夫斯基函数、距离度量、点度量向量表示、三角度量和羊齿直径,最后应用遗传算法选择最优模型和支持向量机进行分类;该算法对良恶性诊断的准确率为 93.19%、灵敏度为 92.75%、特异度为 93.33%。随后的一项研究也利用 LIDC-IDRI 中的图像开发了一种用于对肺结节进行分类的方法。该方法同样采用图像处理和模式识别技术,以及形状测量,用形状

图、比例测量和基于圆柱的分析来分析它们的形状,后将其应用于 LIDC-IDRI 数据库中的 833 幅图像,并使用 k-fold 进行交叉验证,最终其提出的结节和非结节分类方法平均准确率为 95.33%。

乳腺癌早期筛查可穿戴系统(由欧洲委员会资助,比萨大学信息工程系协作研发的视频光学透视增强现实系统, VOSTARS),已进行了 3 年多的研究。设备能够将 X 射线数据叠加到病人的身体上。VOSTARS 设计有一个头戴式摄像头,能够捕捉到外科医生的一举一动。这些图像能够与来自 CT, MRI 或 3DUS 扫描的患者医学图像合并。此外,该设备将能够看到在手术之前和手术期间获得的所有医疗信息,完全符合患者的解剖结构,并向外科医生提供虚拟 X 射线视图,以精确地引导手术。

三、人工智能协助临床病理诊断

组织病理和细胞病理诊断是肿瘤诊断的金标准。一项研究拟通过人工智能技术对肺癌不同类型(腺癌、鳞状细胞癌、小细胞癌)进行精确的分类,意在提高病理诊断的准确性和稳定性。该研究开发了一种利用深度卷积神经网络(DCNN)自动分类方案,该方案由 3 个卷积层、3 个池层和 2 个完全连接的层组成,显微图像的分辨率为 256×256 像素,为防止过度拟合,通过旋转收集图像增强、翻转、过滤,利用三倍交叉验证对分类精度进行了评估,约 71% 的图像被正确分类。FAN 活检(细针穿刺活检)是乳腺癌重要的早期诊断方式之一,人工智能技术在提高细针穿刺抽吸(fine needle aspiration, FNA)的诊断准确性方面亦能发挥作用。Fiuzy 等报道,在整合使用了进化算法(evolutionary algorithm, EA)、遗传算

法 (genetic algorithm, GA)、精确分类系统 (fuzzy C-means, FCM) 以及 ANN 等人工智能技术的基础上开发出的新算法, 对 205 例乳腺癌 FNA 检测样本实现了高达 96.58% 的诊断准确率。Subbaiah 等在 Neurointelligence 软件的帮助下, 建立了 ANN 模型, 该模型准确识别出了用于检测的全部 52 例乳腺纤维腺瘤和 60 例乳腺浸润性导管癌的 FNAC 样本。免疫组化是检测组织样本中某些蛋白的表达水平和表达模式的过程。这项技术长期以来被用于癌症诊断和治疗和科学研究的临床应用。生物标志物的免疫组化可在细胞膜 (HER2)、细胞质和细胞核 (KI67 和 ER) 中发现。考虑到 HER2 评分的预后和治疗意义, 基于 AI 的 HER2 评分自动化方法得到了深入的发展。在 71 例乳腺肿瘤切除术样本中, 基于 AI 的自动评分与病理学家之间的一致性为 83%。经复查, 8 例不一致病例的诊断得到改善。对于 ER 等生物标志物, 人工智能算法可以自动评估大小、形状等特征, 从而对细胞核进行正确的分割。模糊 c 均值算法识别 93.1% 的细胞核, 分类灵敏度和特异性分别为 95.7% 和 93.2%。Ki67 指数是深度学习模型的另一个主要贡献者, 具有高一致性、重现性和准确性。所有正在进行的研究都证实了深度学习辅助评分系统可以促进临床决策, 并很容易地融入到病理日常工作的工作流程中。

四、辅助制定治疗决策

在支气管镜检查中, 导航辅助的计算机视觉系统是一种很有吸引力的低成本解决方案, 可以指导内窥镜医师对周围病变进行活组织检查和组织学分析。一项研究提出一种解耦的深度学习体系结构, 将输入帧投射到 CT 渲

染的领域, 允许从特定患者的 CT 数据进行离线训练。在 GPU 上实现了一个完整的卷积网络体系结构, 并在一个包含 32 个视频序列和 60 000 帧的伪数据集上进行了测试。研究结果显示平均深度估计精度为 1.5 mm, 比传统的输入帧直接深度估计高出 60%, 计算时间为 30 ms; 估计的深度与真实情况非常相似。计算机辅助技术在肺癌切除中研究较多, 一项研究分析了机器人辅助胸椎手术 (大鼠) 肺叶切除 (RATS) 与视频辅助胸椎手术 (VATS) 对非小细胞肺癌 (NSCLC) 患者肺叶切除的可行性和安全性。该研究纳入 12 项回顾性队列研究, 共计 60 959 例。RATS 术后大鼠死亡率明显低于 VATS, 但 6 项匹配的研究结果不一致, 两种方法的发病率无显著差异。另外一项研究开发了一套基于知识的治疗规划算法, 用于立体定向体放疗 (SBRT) 的肺癌患者; 该研究纳入了治疗肺癌患者的 105 个 SBRT 计划, 包括 97 个调强放射治疗 (IMRT), 6 个 VMAT (旋转调强放疗) 和 2 个 3D CRT (三维适形放疗) 计划。基于知识的模型 (knowledge-based model, KBM) 采用 IMRT、VMAT 和 3D CRT 技术综合训练, 经多次验证, 由多种治疗方式和病灶组成的基于知识的肺 SBRT 模型可产生与临床计划相当的计划质量。

肿瘤免疫治疗是近几年来癌症治疗领域最成功的方法之一, 免疫治疗方法很多, 其中免疫检查点抑制剂是国际上肿瘤免疫治疗的主要方向。T 细胞是人体内的免疫细胞, 细胞表面表达 PD-1 (programmed cell death protein 1), 正常情况下能识别感染细胞并予以破坏, 而肿瘤细胞表面表达 PD-L1, 其与 T 细胞表面的 PD-1 结合后使 T 细胞失去鉴别能力, 从而无法识别和杀死癌细胞。PD-1 抑制剂可结

合 T 细胞表面 PD-1, 使 T 细胞能重新识别并摧毁癌细胞。该疗法的目的就是调动人体自身的免疫系统, 阻断 PD-1/PD-L1 信号通路, 促使癌细胞死亡, 提高患者总生存期, 改善肿瘤患者生活质量。如 PD-L1 抑制剂 Durvalumab 可改善局部晚期不可切除的Ⅲ期 NSCLC (Non-Small Cell Lung Cancer, 非小细胞肺癌) 患者的无疾病进展时间 (progression-free survival, PFS), Durvalumab 组患者的中位 PFS 为 16.8 个月, 远高于安慰剂组的 5.6 个月。然而针对免疫检查点的治疗并非所有患者均有效, 目前主要通过检测肿瘤细胞的 PD-L1 表达水平来判断其疗效。Keynote-042 研究显示 PD-L1 的表达与治疗疗效密切相关, PD-L1 表达越高, 免疫治疗给非小细胞肺癌带来的获益更明显。PD-L1 检测方式是免疫组织化学技术, 这种技术的优点是简单、方便、直接, 对染色技术要求不高, 但存在问题比较多: (1) 医疗资源的不平衡导致检测方法和流程统一性差。(2) 医师判读主观性过强, PD-L1 判读主要根据形态学和阳性染色分布, 有很多干扰因素, 如肿瘤异质性、组织细胞染色、非特异性染色, 为准确评估染色结果, 病理科会安排两位合格医师对统一检测结果实行背靠背的判读, 如果不一致, 则邀请第三位医师或者科内讨论, 极大占用了医师正常工作时间。(3) 创造性差, 显微镜下病理医师只能判断是否染色和染色强度, 难以给出定量的数据, 而阳性染色的定量以及与周围组织的空间距离有可能预测疗效和评估预后。人工智能已经成功用于肿瘤病理图片中肿瘤细胞的分割识别, 也能准确定量免疫组化染色结果。基于深度学习技术同样可以应用于识别肺癌组织中 PD-L1 的表达, 且其结果客观性和重复性强, 不存在人为误差;

此外, 还能识别切片中的淋巴细胞、肿瘤细胞和间质, 通过三维重建能显示各种细胞间的空间分布, 而这种空间分布也是判断免疫治疗疗效的一个潜在因素。

五、预测预后

根据病理切片富含的信息对肺癌患者的预后做出精准的判断。一项研究采用 TCGA (The Cancer Genome Atlas) 的 2 186 张肺腺癌和肺鳞状细胞癌的石蜡组织切片的全扫描图像以及 294 张 TMA 数据库的图像, 抽取了 9 879 张图像的定量特征并运用机器学习算法选取排名靠前的特征, 结果显示这些特征可以很好地预测肺腺癌 ($P < 0.003$) 和肺鳞状细胞癌 ($P < 0.023$) 患者生存时间。此外有研究人员利用 TMA 数据库中的数据验证了评估模型的准确性 (对两类肿瘤的准确性差异有统计学意义, $P < 0.036$), 充分表明自动获取的病理图像特征可以帮助预测肺癌患者的预后。一项研究利用贝叶斯网络 (BN) 结合肺癌临床数据对肺癌患者制定个性化的生存评估和治疗选择, 旨在为肺癌专家提供指导和建议。该研究基于英国肺癌数据库 (LUCADA) 评估了 BN 在生存评估和治疗选择两个任务上的可行性, 同时比较了各种因果发现方法的性能, 从专家知识和数据中发现最可行的网络结构。首次的 BN 结构的受试者工作特征 (ROC) 曲线下面积为 $0.75 (\pm 0.03)$, 而一个 CAMML 混合因果结构学习的发现算法达到 $0.81 (\pm 0.03)$

综上所述, 人工智能在肿瘤诊疗的各个环节包括早筛、诊断和分类、疗效预测、预后分析以及免疫治疗等方面都取得了一定进展, 证明了人工智能在恶性肿瘤诊疗中的可行性。然而由于缺乏具体的临床应用场景、标准的数

数据库（尤其是国内）、统一的规范或者专家共识以及相应的国家政策法规，恶性肿瘤包括肺癌人工智能的落地还需要较长一短时间，尚需科研工作者和企业踏踏实实建立自己的数据库和行业标准，突破技术瓶颈，为医疗 AI 的发展做出贡献。

人工智能促进传统中医药向 现代中医药转变

于观贞（上海中医药大学附属龙华医院）

中医是研究人体生理、病理以及疾病的诊断和防治等的一门学科，诞生于原始社会，承载着中国古代人民同疾病作斗争的经验和理论知识，在朴素的唯物论和自发的辩证法思想指导下，在医疗长期实践过程中发展起来的一门医学理论体系，其源于实践，但又高于实践。其核心表现为：“诊法－辨证－治疗”为核心的诊疗理论体系和大量的经验数据为根基的经验医学。中医英文表达为 Traditional Chinese Medicine，字面意思为传统中医，虽然体现了中医历史源远流长，但是也表明传统中医诊断疾病过于依赖经验，无法使中医药的巨大潜力得以释放。造成目前局面的原因是多方面的：1. 理念落后，中医是一门哲学，但哲学也在发展，而我们中医在理论体系建设上缺乏突破；2. 技术手段落后，在人工智能、量子力学和太赫兹等发展迅速的今天，中医还在采用搭脉、看舌苔和面相辩证，做不到标准化。此外，患者一大包一大包地将中药拎回家进行熬制，便利性差。随着中医药学在现代化和国际化进程、传统中医药被国际社会认可度的提升，必须利用现代先进的智能信息技术来解决

中医诊疗过程中的技术标准化和数据化等关键问题，深入挖掘中医诊疗技术的科学内涵，并进一步提升中医诊疗模式的科学性和有效性，借助信息科学等多学科技术推动中医学的发展，变 Traditional Chinese Medicine（传统中医）为 Modern Chinese Medicine（现代中医）。

人工智能（Artificial Intelligence，AI）有望为传统中医向现代中医的转变提供全新契机。人工智能的基石就是大数据，大数据的特殊性，如数据即时处理的速度（Velocity）、数据格式的多样化（Variety）、数据量的规模（Volume）、数据价值性（Value）及真实性（Veracity），是促使 AI 真正地从狭义的 AI 演变到可以媲美人类思维、智能、意识的通用 AI。经过几千年的发展，中医药积累大量的数据，这些数据保存在医院、诊所和中医世家，对这些数据的合理使用将有望实现中医药 AI 的实现。本文拟从一个西学中资深人工智能医学研究者的角度就中医药 AI 的发展提出适当的建议。

一、中药图谱的智能化建设

中药在中国古籍中通称“本草”。中药是以中医理论为基础，用于防治疾病的植物、动物、矿物及其加工品，均称之为中药。中药图谱库旨在建立强大的中药图片数据库，包括各种药材的来源及饮片图片，包括各种中药材的基本信息、炮制方法，而且配有清晰图片、来源、饮片及价格信息。目前鉴别中药真假的方法主要通过手摸、眼观、鼻嗅、口尝的办法，同时还可以用“火试、水试”辨真假。而且对于中药不同部位、不同切片类型的药效特点也缺乏细致研究。

不管是外部形态，还是切面纹理，每一

株中药都是不一样的。通过鉴定中药的形状、性状和物理特性,利用人脸识别技术,可以建立每一味药材的知识图谱,包括外在形状以及切面指纹,目的在于便于药农识别中药材、利于中药材的管理和使用以及协助辨别中药材的真伪。在此基础上可以更进一步,根据中药不同部位和不同切片类型的指纹图谱差异,判别药物的药效机理。

二、人工智能识别中药疗效

随着传统医学和现代医学的融合发展,越来越多的中药单体和处方将会在体外行安全性和有效性实验。在药效评价中会用到细胞和动物,中药干预手段对于机体和肿瘤的不良反应和治疗效果需要通过形态学方法予以展示和评价。传统的基于 H-E 或特殊染色的显微镜下肉眼观察和判读具有局限性,可采用深度学习技术学习细胞和动物样本病变的形态学表现,如坏死、出血、淋巴细胞反应、纤维增生、肿瘤形成和数目、血管形成等。这些表现均极具特征性和规律性,其规则简单,因此利用人工智能进行药效评价的可操作性强。此外,针对中药材的毒性是限制药物剂量和使用时间的重要原因之一,我们提出了“氢中医”的概念,即利用氢气的抗氧化、抗炎和调控代谢的作用,减轻中药处方的毒性,同时增加药效。本研究小组前期构建了胆管癌动物模型,采用不同药物加或者不加氢进行干预,然后利用人工智能学习该疾病特征,结果表明人工智能可清晰显示疾病的发生过程和临床疗效,显示氢能减轻中药的毒性以及增加疗效的程度,非常客观地为中药材的安全性和疗效给出量化指标。

三、中医智能诊疗系统研发

传统的中医四诊多依赖主观感觉,缺乏客观依据,现中医传统诊断方法,如脉诊仪、舌诊仪、色诊仪、闻诊仪、经络仪等已经进入诊断技术的行列。现代中医诊断技术是传统中医诊断方法的发展和延续,逐步实现了中医诊断技术的信息化、数字化、标准化,改变传统中医诊疗信息的主观依赖性,提升中医诊法客观化,为人工智能方法的应用提供了坚实的数据基础。

国内在中医诊法技术化、仪器化研究领域进行了大量富有成效的基础性研究,包括:(1)四诊信息的客观化、标准化表达:将传统中医用语言描述的表达方式研究归类为量化、标准化的客观表达方式。如脉象的“位、数、形、势”量化表达方式;舌诊、面色中颜色量化的正确表达方式;问诊系统症状的量化表达方式等。(2)四诊特征信息的提取及分析方法的研究:利用现代计算机技术以及各种先进的方法(神经网络、贝叶斯网络等)、数学建模、以及图像分析、声音频谱分析等技术,研究脉象信号、舌象信息、问诊、闻诊等特征信息的获取、识别判读方法等;在面色、舌象、脉象等信息采集上也逐渐形成规范。(3)仪器设备的研发与应用:利用现代科技,研究适合于舌象、脉象、面色诊、闻诊(包括声音、气味)等四诊信息检测的各种传感器和检测仪器,并开展了四诊信息融合的研究,进行了仪器设备的临床观察与应用。目前已有不少中医诊断仪器设备进入临床应用,2010 年上海中医药大学与公司合作研究的四诊信息分析仪,被列入俄罗斯火星-500(MARS-500)研究计划,用于监测和分析模拟条件下宇航员身体健

康状态。此外,在国家“863 计划”“十二五”科技支撑计划“十三五”重点研发计划的支持下,上海中医药大学研究团队在舌面诊和脉诊采集设备和技术得到了进一步的提升和发展,并深入地开展了四诊技术在健康辨识和诊断领域的应用研究。

四、人工智能促进中医传承

名老中医学术经验的传承效率不高,传统师带徒模式具有传统优势,但成才周期长,效率不高,难以满足临床的巨量需求。中医专家的经验是一种个体的知识,它的医理设计既有普编性又有特殊性,例如中医常说的“同病异治,异病同治”,它的关系可有多种表示方法,临床表现复杂多变,模型的建立和知识的合理组织与管理相当重要,诊断需要多层次、多因素、多变量的综合判断。随着互联网的普及,大数据累积加速,中医药传承发展融入人工智能技术必将进一步加速。从以往的数据挖掘,尤其是名老中医用药规律,利用科学的研究手段研究传统医学,使传统经验升华为科学规律,同时为进一步的基础研究提供依据和思路,以及中药新药的筛选研发。目前拥有很大应用前景的各种辅助诊疗系统和中医智能学习系统可以提高人才培养、中医传承效率,以及提高中医诊疗效率,最终的目的是让智能化的中医融入到日常生活,真正做到智慧中医。作为复杂性科学的经典代表,大数据结合人工

智能这些具有后现代意蕴的前沿科学技术的发展一定会带领中医走向一个全新的时代。

五、人工智能辅助医师诊疗决策

中医诊疗决策支持系统是一门集中医诊断学、计算机科学、人工智能、管理科学等为一体的新兴研究方向,它的发展与相关学科的发展密不可分。一批人工智能领域的专家已经致力于中医智能诊疗系统研究,并与中医药领域研究人员紧密合作,开展了大量的辨证智能分析研究,取得了很多研究经验错误!未找到引用源。复旦大学医学健康大数据研究中心,以实际临床场景和处方数据为基础,在智慧中医上取得初步进展,包括:中药智能分类和针对肺癌的中医自动开方。周昌乐教授提出了一系列的中医诊疗智能化研究与实施方案,尤其利用软计算理论,辅助以四诊数据化技术,探索解决中医辨证逻辑形式化这一关键问题,开展了一系列富有成效的研究,为今后中医智能化诊疗技术发展奠定了重要基础。

中医是一门哲学,中药是一种文化。中医药蕴藏着大量目前不为我们所知的信息,而这种信息的挖掘有赖于现代科学技术的发展,只有将两者相结合,遵循中医药发展规律,实现中医药与现代医学的融合,让中医药插上人工智能的翅膀,充分实现传统中医向现代中医的转变。

◀ 调研与分析 ▶

2006~2016 年中国生育状况报告¹

——基于 2017 年全国生育状况抽样调查数据分析

贺丹 张许颖 庄亚儿 王志理 杨胜慧

(中国人口与发展研究中心, 北京 100081)

1982—2006 年, 原国家计生委 (后为国家人口计生委) 先后进行过 6 次以生育为主题的全国范围大规模的综合调查², 所收集的数据为了解我国生育状况的变化趋势及政策决策提供了重要的参考。2006 年之后, 大约每 5 年 1 次的抽样调查未能延续。2000 年以来有关生育的研究主要依靠全国人口普查、全国 1% 人口抽样调查、年度人口变动抽样调查、相关部委统计数据等资料。

随着经济社会的迅速发展, 一些发达国家在生育转变完成后出现了极低生育率。随着时间推移, 更多国家步入极低生育水平行列, 除了欧洲, 东亚的日本、韩国、新加坡和中国台湾地区也先后加入 (靳永爱, 2014)。2000 年、2010 年两次人口普查和 2005 年、2015 年的全国 1% 人口抽样调查得出的生育水平也引起了我国学者、政府和公众的担忧与争论。郭志刚 (2010、2015) 提醒注意低生育水平下的人口风险。这一时期, 根据人口普查和抽样调查数据计算, 有学者得出 2000~2010 年我国总和生育率低于 1.5 (郝娟、邱长溶, 2011); 有

学者根据历年人口变动抽样调查推算得到我国 2000~2010 年的总和生育率在 1.50~1.64 之间 (崔红艳等, 2013); 杨凡、赵梦晗 (2013) 利用其他来源的数据对普查数据进行了校验, 估算 2000 年以来我国总和生育率约在 1.6~1.7 左右。陈卫 (2016) 根据普查数据, 利用相关模型对生育水平进行了估计, 认为我国近期的生育水平不低于 1.5, 而近年来在 1.6 左右, 且有上升趋势。这种差异既有认识和思维逻辑的原因, 也有使用不同数据和方法的原因 (陈卫, 2016)。

随着单独两孩和全面两孩政策相继实施, 我国的生育政策发生了重大变化, 影响生育的社会环境、政策环境发生了深刻的变化。在市场化改革过程中, 单位作为基础的托育服务及其体系解体, 主要是女性承担了婴幼儿照料, 使得女性在职业发展和子女养育上处于两难境地 (杨菊华, 2018)。全面两孩政策实施后, 各地完善鼓励按政策生育的制度体系, 加强托育服务体系建设, 提高妇幼健康服务水平, 强化技术保障措施。在此背景下, 开展全国生育

¹ 参加写作的还包括中国人口与发展研究中心姜玉、赵雪晴、齐嘉楠、韩枫。

² 6 次调查依次为: 1982 年全国 1‰ 人口生育率抽样调查、1988 年全国生育节育抽样调查、1992 年国家计划生育信息系统首次调查、1997 年全国人口与生殖健康调查、2001 年全国计划生育 / 生殖健康调查和 2006 年全国人口和计划生育调查。

状况抽样调查，是为把握近年生育水平变动态势，了解群众生育意愿、生育养育相关公共服务落实情况，促进生育政策和相关经济社会政策配套衔接提供科学依据。2017 年，原国家卫生计生委组织实施了全国生育状况抽样调查。

2017 年全国生育状况抽样调查的目标总体为：2017 年 7 月 1 日零时现住中国大陆的 15~60 岁中国籍女性人口。调查内容主要包括生育行为、生育意愿、避孕方法及生育养育服务共 4 个方面。设计样本量为 25 万，采用分层、三阶段、概率比例抽样（PPS）方法抽取样本，实际成功调查 249946 名。计算机辅助面访系统（CAPI）在问卷设计、人员培训、末端抽样和样本替换、入户访问、问卷审核等全流程质量控制中发挥了重要作用。调查结束后进行的事后质量抽查以及将调查个案数据与人口和计划生育数据资源库中相关行政记录所进行的比对和核查，证明了本次调查获取的出生数据具有较高的准确性。为了克服由于抽样框

的缺陷所产生的样本结构偏性，在数据处理阶段根据相关数据对样本数据进行了事后加权（庄亚儿等，2018）。本文利用加权后的调查数据，对全国近期生育状况进行了分析。

一、妇女婚育状况

1. 初婚年龄呈上升趋势

调查显示，2006~2016 年我国 20~34 岁女性已婚比例呈下降趋势，从 2006 年的 75.0% 下降到 2016 年的 67.3%。城乡妇女的已婚比例存在明显差异，20 岁时，城镇为 1.4%，农村为 8.6%；25 岁时，城镇为 30.5%，农村为 66.2%；30 岁时，城镇为 82.0%，农村为 94.6%。

育龄妇女平均初婚年龄呈明显上升趋势。全国从 2006 年的 23.6 岁上升到 2016 年的 26.3 岁，其中，城镇从 24.6 岁上升到 26.9 岁，农村从 22.8 岁上升到 25.6 岁（见表 1）。妇女已婚比例的下降以及平均初婚年龄的上升对生育率的影响值得引起高度关注。

表 1 2006~2016 年分城乡育龄妇女的平均初婚年龄

年份	全国（岁）	城镇（岁）	农村（岁）
2006	23.6	24.6	22.8
2007	23.5	24.5	22.7
2008	23.8	24.7	23.0
2009	23.9	25.0	23.0
2010	24.0	24.9	23.3
2011	24.2	25.2	23.4
2012	24.8	25.6	23.9
2013	25.1	25.9	24.3
2014	25.6	26.2	24.9
2015	25.9	26.5	25.3
2016	26.3	26.9	25.6

资料来源：2017 年全国生育状况抽样调查。

2.22006~2016 年的总和生育率在 1.65 上下波动，二孩生育率明显上升
2006~2016 年的总和生育率在 1.65 上下

波动（见表 2）。其中，受生肖效应影响，2012 年（龙年）生育水平较高，为 1.78，2015 年（羊年）生育水平较低，为 1.41。受单独两孩和全

面两孩政策的影响, 2014 年和 2016 年生育水平都比政策实施的前一个年份有所提高, 分别为 1.67 和 1.77 (见表 2)。

表 2 2006~2016 年分城乡总和生育率

年份	全国	城镇	农村
2006	1.62	1.21	1.98
2007	1.69	1.31	2.02
2008	1.71	1.26	2.12
2009	1.68	1.27	2.06
2010	1.64	1.27	1.99
2011	1.61	1.24	1.97
2012	1.78	1.45	2.12
2013	1.55	1.21	1.92
2014	1.67	1.37	1.99
2015	1.41	1.16	1.69
2016	1.77	1.54	2.05

资料来源: 同表 1。

单独两孩和全面两孩政策对城乡和不同区域的影响存在明显差异。2014 年城镇和农村总和生育率分别为 1.37 和 1.99, 比 2013 年分别提高 0.16 和 0.07; 2016 年城镇和农村总和生育率分别为 1.54 和 2.05, 比 2014 年分别提高 0.17 和 0.06。可见, 城镇妇女受生育政策的影响更大。

不同区域妇女生育水平差异较为明显。

2006~2015 年, 各区域妇女的总和生育率均呈下降的趋势, 地区差异较为明显。2006 年总和生育率最高的中部地区比最低的东北地区高 0.67。2016 年受全面两孩政策调整影响有所回升, 东部、中部、西部和东北地区的总和生育率分别为 1.79、1.90、1.83 和 1.04, 最高的中部地区比最低的东北地区高 0.86。

数据显示, 一孩总和生育率从 2011 年的 0.88 下降到 2016 年的 0.67, 二孩总和生育率从 0.57 上升到 0.94, 三孩及以上的总和生育率变动不大, 在 0.15 左右波动 (见图 2)。受全面两孩政策的影响, 二孩总和生育率的升高使得总和生育率上升。

表 3 为 35~60 岁妇女的平均曾生子女数分布, 表现为随年龄的增大而上升。值得注意的是, 如果将 45 岁作为完成生育的年龄, 那么在 45~60 岁的 16 个年龄组当中, 仅有 54~60 岁这 7 个年龄组达到或接近更替水平, 而其余的 9 个年龄组则低于或明显低于更替水平。60 岁和 50 岁妇女的曾生子女数分别为 2.12 个和 1.85 个。

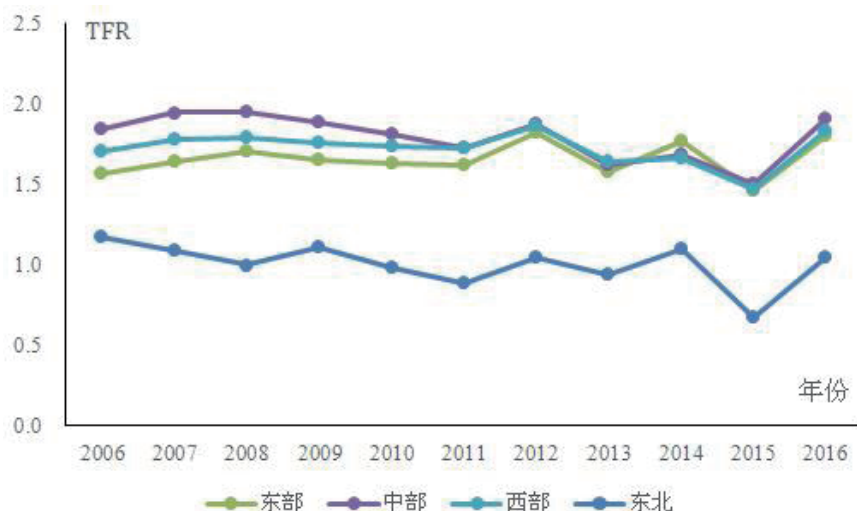


图1 2006~2016年分区域总和生育率

资料来源: 同表 1。

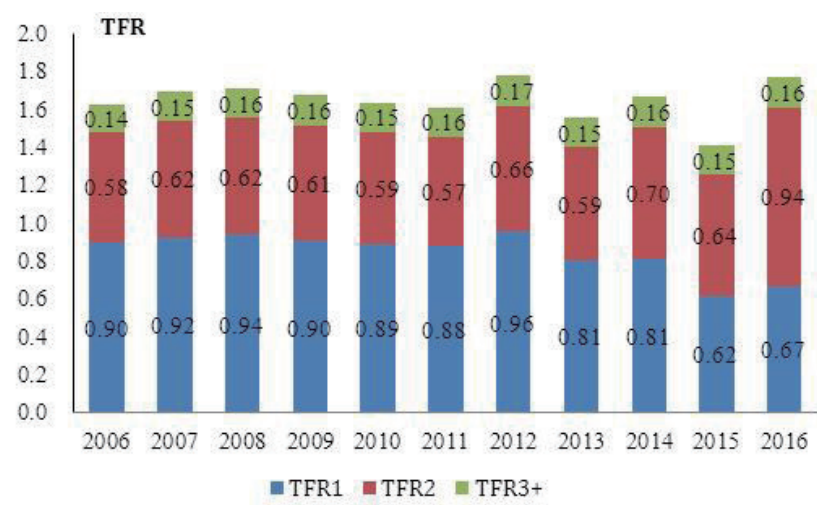


图2 2006~2016年分孩次总和生育率

资料来源：同表1。

表 3 35~60岁妇女的平均曾生子女数

妇女年龄 (岁)	平均曾生子女数 (个)	样本规模 (人)	妇女年龄 (岁)	平均曾生子女数 (个)	样本规模 (人)
35	1.58	6088	48	1.74	7500
36	1.63	4997	49	1.81	6795
37	1.65	5236	50	1.85	5954
38	1.62	5412	51	1.87	6424
39	1.66	5291	52	1.90	6303
40	1.65	4908	53	1.92	6431
41	1.66	5133	54	2.00	7085
42	1.65	5683	55	2.08	5428
43	1.67	6150	56	1.99	3876
44	1.69	6680	57	2.00	4503
45	1.68	6377	58	2.05	4116
46	1.68	7011	59	2.06	4648
47	1.72	7133	60	2.12	2614

资料来源：同表1。

3. 生育峰值上升，峰值年龄右移

在 2006~2016 年的 11 个年份中，按照等距原则选取了 3 个年份，即 2006 年、2011 年和 2016 年，将这 3 个年份的年龄别生育率分布进行比较。既兼顾了对变化趋势的分析，同时也能够反映出政策实施所产生的影响。图 3 为上述 3 个年份年龄别生育率分布曲线。与 2006 年和 2011 年相比，2016 年的年龄别生育率分布曲线表现出明显的右移。2006 年和

2011 年的生育峰值年龄均为 23 岁，2016 年提高到 26 岁，2006 年和 2011 年生育峰值年龄生育率分别为 139‰和 132‰，2016 年有较大幅度的提高，为 160‰。值得注意的是，相比 2006 年和 2011 年，2016 年低年龄组生育水平下降，生育推迟带来累计年龄别生育率下降，但受全面两孩政策影响，较高年龄组补偿生育则明显上升，政策效应带来累计年龄别生育率上升。

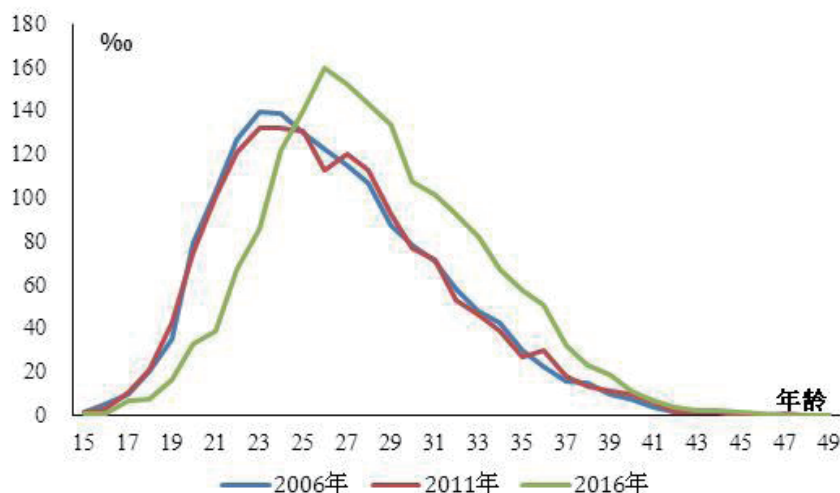


图 3 2006、2011和2016年年龄别生育率

资料来源：同表1。

育龄妇女的平均初育年龄从 2006 年的 24.3 岁上升到 2016 年的 26.9 岁；二孩平均生育年龄从 2014 年的 29.2 岁上升到 2016 年的 30.2 岁，这是政策调整后较大年龄妇女生育第二个孩子引起的；三孩及以上平均生育年龄无明显变化（见表 4）。

表 4 2006~2016 年分孩次平均生育年龄

年份	初育（岁）	二孩（岁）	三孩及以上（岁）
2006	24.3	30.0	31.9
2007	24.4	29.9	31.9
2008	24.4	29.6	32.2
2009	24.4	29.5	32.1
2010	24.6	29.2	31.8
2011	24.7	29.1	31.8
2012	25.2	29.0	31.6
2013	25.5	29.0	31.3
2014	26.1	29.2	31.4
2015	26.5	29.4	31.2
2016	26.9	30.2	31.4

资料来源：同表1。

4. 二孩比例上升，一孩比例下降

表 5 是 2006~2016 年出生人口的孩次构成变化情况。数据显示，2006~2016 年出生的孩子中，一孩的比例总体上呈下降趋势，二孩的比例呈先下降后上升的趋势，三孩及以上的占比在 10% 左右小幅波动。2012 年以来，二

孩与一孩的比例呈现出规律性的变化，二孩比例逐年上升，一孩比例逐年下降。二孩出生增加缓解了由于一孩出生趋势性下降带来的出生人口下行的压力，也意味着一孩家庭比例下降，对优化家庭结构、提高家庭发展能力具有重要意义。

表 5 2006~2016 年出生人口的孩次构成情况

年份	一孩占比 (%)	二孩占比 (%)	三孩及以上占比 (%)
2006	54.7	36.1	9.2
2007	54.7	36.4	8.9
2008	55.5	35.2	9.2
2009	55.1	35.5	9.3
2010	55.8	35.0	9.1
2011	55.8	34.8	9.4
2012	54.4	36.5	9.1
2013	52.0	38.2	9.8
2014	48.3	41.9	9.8
2015	43.1	46.1	10.8
2016	37.0	53.9	9.0

资料来源：同表1。

5.2016 年的婚育间隔和一孩二孩生育间隔均有所扩大

2006~2016 年，育龄妇女平均初婚年龄和初育年龄呈现不同幅度的上升，初婚初育间隔呈现先缩小后扩大的趋势，从 2006 年的 1.6 年缩小到 2010 年的 1.5 年，2016 年扩大为 2.0 年。

通过对育龄妇女初育年龄和二孩平均生育年龄的比较，发现一孩与二孩的生育间隔从 2006 年的 6.7 年缩小到 2010 年的 5.9 年，2011~2015 年在 5.5~5.7 年之间小幅波动，2016 年扩大为 6.0 年（见图 4）。

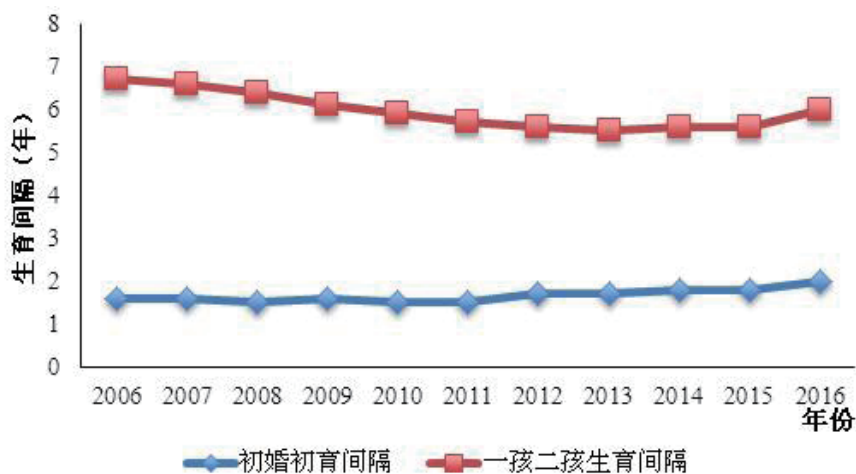


图 4 2006~2016 年育龄妇女初婚初育间隔和一孩二孩生育间隔

资料来源：同表1。

6. 出生性别比有所下降

2011~2013 年出生性别比为 114.9，明显超出正常范围（103~107）。2014~2015 年下降至 112.4。全面两孩政策实施后，出生性别比

继续有所下降，2016 年下降至 111.6（见表 6）。分孩次来看，二孩出生性别比的下降更为明显，由 2014~2015 年的 116.0 下降到 2016 年的 109.8。

表 6 2011~2016 年出生人口性别比

Table 6 Sex Ratio at Birth, 2011-2016

年份	一孩		二孩		三孩及以上		所有孩次	
	性别比 (女=100)	样本规模 (人)	性别比 (女=100)	样本规模 (人)	性别比 (女=100)	样本规模 (人)	性别比 (女=100)	样本规模 (人)
总计	104.8	24119	116.4	23000	150.7	4795	113.3	51914
2011-2013	104.2	15750	123.1	10204	160.5	2577	114.9	28531
2014-2015	103.2	8311	116.0	7602	148.5	1723	112.4	17636
2016	108.7	3835	109.8	5452	139.8	880	111.6	10167

资料来源: 同表1。

二、育龄妇女生育意愿

1. 育龄妇女平均理想子女数为 1.96 个

育龄妇女平均理想子女数为 1.96 个。在不受任何外界条件影响下, 11.4% 的育龄妇女认为 1 个孩子最理想, 80% 认为 2 个最理想, 7.9% 认为 3 个及以上最理想, 0.7% 认为没有孩子最好。在理想子女数为 1 孩的育龄妇女中, 理想性别为女孩的比例高于男孩, 分别为 53.1% 和 40.4%, 认为男孩女孩无所谓的占 6.5%; 在理想子女数为 2 个的育龄妇女中, 92% 认为“一男一女”最理想。按年龄划分, 年龄越大, 理想子女数越多, 15~19 岁的育龄妇女平均为 1.86 个, 45~49 岁最高, 为 2.07 个。

农业户口和非农业户口育龄妇女的理想子女数分别为 2.02 和 1.83 个。

2. 育龄妇女平均打算生育子女数为 1.75 个

育龄妇女平均打算生育子女数为 1.75 个。31.9% 的育龄妇女打算生育 1 个孩子, 56.6% 打算生育 2 个, 9.3% 打算生育 3 个及以上, 2.2% 不打算要孩子。按年龄划分, 15~34 岁育龄妇女平均打算生育子女数为 1.76 个, 30~34 岁妇女最高, 为 1.83 个。农业户口和非农业户口育龄妇女打算生育子女数分别为 1.91 和 1.46 个。已婚妇女打算生育 2 个孩子的比例为 53.9%。现有 1 孩的已婚妇女打算生育第 2 个孩子的比例为 27.3% (见表 7)。

表 7 分年龄育龄妇女打算生育子女数分布

年龄组 (岁)	打算生育子女数 (%)					平均打算 生育子女数 (个)	样本规模 (人)
	0	1	2	3	4+		
总计	2.2	31.9	56.6	7.4	1.9	1.75	186677
15-19	7.0	23.8	67.2	1.7	0.3	1.65	18105
20-24	5.1	25.0	66.8	2.9	0.3	1.68	21813
25-29	1.8	25.3	65.7	6.4	0.9	1.80	30686
30-34	1.1	27.5	61.0	8.7	1.7	1.83	29176
35-39	0.8	33.9	53.7	9.2	2.4	1.79	26278
40-44	1.1	41.5	45.1	9.4	3.0	1.73	27445
45-49	7.0	23.8	67.2	1.7	0.3	1.65	33174

资料来源: 同表1。

3. 打算再生育的现有 1 孩妇女年龄越大, 时间安排越近

育龄妇女生育下一个孩子的时间安排

有较大的不确定性, 打算在 2018 年、2019 年、2020 年和 2020 年以后生育的比例分别为 31.6%、15.6%、6.7% 和 5.6%, 逐年降低。

在现有 1 个孩子打算再生育的妇女中，1 个孩子打算再生育的妇女中，打算在 2018 年龄越大，打算生育 2 孩的时间越近，打算 年生育的比例为 14.0%，25~29 岁为 22.5%，在 2018 年生育的比例越高。在 20~24 岁现有 30~34 岁为 32.5%，35~39 岁为 43.0%（见表 8）。

表 8 不同年龄现有 1 孩妇女再生育时间安排

年龄组	2018 年 (%)	2019 年 (%)	2020 年 (%)	2020 年以后 (%)	没想好 (%)	样本规模 (人)
总计	28.6	16.8	7.5	6.2	40.8	15112
15-19	15.0	11.7	10.0	30.0	33.3	60
20-24	14.0	18.0	15.1	14.3	38.6	1327
25-29	22.5	19.3	10.1	9.1	39.1	5719
30-34	32.5	19.0	6.2	3.8	38.4	4639
35-39	43.0	11.0	2.5	1.3	42.1	2170
40-44	39.4	7.3	1.1	0.5	51.8	853
45-49	20.6	2.9	0.9	0.3	75.3	344

资料来源：同表 1。

4. 经济负担重、年龄太大和没人带孩子是不打算再生育的主要原因

调查数据显示，育龄妇女不打算再生育的前 3 位原因依次是“经济负担重”“年龄太大”“没人带孩子”，分别占 77.4%、45.6% 和 33.2%。在不打算生育的首要原因中，“经济负担重”占比最高，为 58.9%；第二位原因中，“没人带孩子”占比最高，为 27.0%；第三位

原因中，“养育孩子太费心”占比最高，为 26.6%（见表 9）。

现有 1 个孩子不打算生育第 2 个孩子的前 3 位原因依次为“经济负担重”“身体原因”“没人带孩子”，分别占 69.7%、65.5% 和 38.0%。现有 2 个孩子不打算生育第 3 个孩子的前 3 位原因同上，分别占 82.9%、46.7% 和 30.1%。

表 9 育龄妇女不打算再生育的原因

原因	首要原因		第二位原因		第三位原因	
	样本规模 (人)	比例 (%)	样本规模 (人)	比例 (%)	样本规模 (人)	比例 (%)
总计	109972	100.0	77129	100.0	57993	100.0
经济负担重	64760	58.9	15919	20.6	4401	7.6
年龄太大	23934	21.8	16367	21.2	9840	17.0
没人带孩子	6391	5.8	20814	27.0	9313	16.1
养育孩子太费心	3738	3.4	10473	13.6	15452	26.6
其他	3579	3.3	764	1.0	464	0.8
夫妻身体原因	2851	2.6	3616	4.7	3920	6.8
自己还没想好	2005	1.8	2261	2.9	4115	7.1
影响个人事业发展	1103	1.0	3858	5.0	5252	9.1
丈夫不想生	823	0.7	1929	2.5	3086	5.3
现有子女不愿意	787	0.7	1128	1.5	2149	3.7

资料来源：同表 1。

三、育龄妇女避孕方法

当前我国已婚有偶育龄妇女避孕率为 84.7%。在已经采取避孕措施的已婚有偶育

龄妇女中，宫内节育器使用比例最高，为 40.3%，避孕套占第二位，为 29.6%，绝育使用比例为 23.5%，皮下埋植为 0.3%，口服及

注射避孕药为 1.4%，外用避孕药为 0.5%，其他方法为 0.4%，传统方法为 4.0%。年轻人更倾向于使用短效避孕措施，在 15~29 岁人群中，

短效避孕措施的比例为 57.4%；在 30~49 岁人群中，该项比例为 27.8%（见表 10）。

表 10 按年龄组划分的已婚有偶育龄妇女避孕方法构成

年组龄	绝育 (%)	宫内节育器 (%)	皮下埋植 (%)	口服及注射避孕药 (%)	避孕套 (%)	外用避孕药 (%)	其他方法 (%)	传统方法 (%)	样本规模 (人)
总计	23.5	40.3	0.3	1.4	29.6	0.5	0.4	4.0	111798
15~29	5.5	29.5	0.1	1.7	54.3	0.7	0.6	7.6	16695
30~49	26.7	42.2	0.3	1.4	25.3	0.4	0.4	3.3	95103

资料来源：同表 1。

四、生育养育服务

1. 女职工实际产假平均为 141 天

在各地新修订的《人口与计划生育条例》中，产假、配偶护理假成为普惠性规定，均在以前法定产假基础上有所延长。调查显示，最近一年生育的女职工实际产假时间平均为 141 天，其中，私营企业为 127 天。

2. 免费孕优服务接受率超过 50%，生育保险覆盖率高

最近一年生育的妇女中，51.3% 的人免费领取过叶酸，54.5% 的人接受过免费孕优生检查服务。户籍人口与流动人口存在显著差异，户籍人口免费领取过叶酸的比例为 55.0%，享受免费孕优服务检查比例为 58.4%，流动人口相应的比例分别为 31.9% 和 33.8%。

最近一年生育的妇女中，83.5% 的人在分娩费用中使用了不同种类的社会医疗保险报销，其中新农合与生育保险所占比例较高，分别为 47.3% 与 16.9%。农业户口女性中，65.2% 的人使用新农合报销；非农业户口女性中，使用生育保险和城镇职工医疗保险报销的比例共为 56.9%。

3. 3~5 岁幼儿入园率为 80.8%，公立机构供给不足

调查数据显示，0~2 岁婴幼儿在各类托育机构的入托率为 4.8%，入园率为 15.6%；3~5 岁幼儿入园入托率相对较高，其中入园率为 66.8%，入托率为 14.0%。

公立性质托育机构供给不足，0~2 岁入园入托的婴幼儿中，30.3% 在公立机构，69.7% 在私立机构；3~5 岁入园入托的幼儿中，在公立与私立机构的比例分别为 34.9% 和 65.1%。

五、总结与思考

本文利用 2017 年全国生育状况抽样调查数据，对我国近期的生育状况进行了分析。调查结果表明：（1）2006~2015 年，总和生育率在 1.60 左右。受全面两孩政策的影响，二孩总和生育率的升高使得 2016 年总和生育率回升至 1.77。（2）年龄别生育率分布出现了明显右移，反映了生育势能得到有效释放。（3）东部、中部和西部地区生育水平差异逐渐缩小，东北地区的生育意愿和生育水平长期处于很低水平。（4）群众的生育意愿偏低，全面两孩政策效果受限。（5）相关经济社会政策和配套措施一定程度上平衡了妇女职业发展和养育子女的矛盾，但“养育成本偏高”和“无人照看子女”是制约生育的重要因素。

生育政策对生育水平的变化具有非常重要的影响,但经济社会发展水平、生育养育配套政策乃至不孕不育等因素对生育率变化的影响也相当重要。如果不采取更加强有力的干预措施,在目前的情况下,生育率可能继续有所下降。为了防止这种情况的发生,当前最重要的问题是尽可能地为全面两孩政策的落实营造良好的社会经济环境。(1)需要构建按政策生育的制度体系。从发达国家经验来看,各国在鼓励生育上主要采取经济支持、托幼服务、女性就业促进等政策,但政策效果的显现通常有 5~10 年的时滞。因此,从现在起就需要在教育、医疗、住房等一系列事关民生大局的问题上继续进行改革,提高群众的收入水平,降低养育成本,逐步解决“生不起、养不起、不敢生”的现实问题,切实减轻家庭养育负担,逐步提升群众的生育意愿。(2)需要尽快出台生育支持的相关法律法规。根据宪法和计划生育法,相关的法律法规与鼓励按政策生育之间要做好衔接,保障群众的生育权益。(3)需要构建新型生育文化和家庭文化。提倡适龄婚育、优生优育、夫妻共同承担育儿责任。加强舆论倡导,营造工作与家庭平衡的生育友好

氛围,引导用人单位重视员工家庭生活,培育科学育儿理念。(4)加强生育水平、生育意愿和政策实施效果的跟踪监测,建立人口监测预警机制,为政策的调整与完善提供数据支撑。

参考文献:

- [1] 靳永爱.低生育率陷阱:理论、事实与启示.人口研究,2014;1:3-17
- [2] 郭志刚.中国的低生育率与被忽略的人口风险.国际经济评论,2010;6:112-126
- [3] 郭志刚.清醒认识中国低生育率风险.国际经济评论,2015;2:100-119
- [4] 郝娟,邱长溶.2000 年以来中国城乡生育水平的比较分析.南方人口,2011;5:27-33
- [5] 崔红艳,徐岚,李睿.对 2010 年人口普查数据准确性的估计.人口研究,2013;1:10-21
- [6] Cui Hongyan,Xu Lan and Li Rui.2013.An Evaluation of Data Accuracy of the 2010 Population Census of China. Population Research 1:10-21.
- [7] 杨凡,赵梦晗.2000 年以来中国生育水平的估计.人口研究,2013;2:54-65
- [8] 陈卫.中国近年来的生育水平估计.学海,2016;1:67-75
- [9] 杨菊华.论政府在托育服务体系供给侧改革中的职能定位.国家行政学院学报,2018;3:89-96
- [10] 庄亚儿,杨胜慧,齐嘉楠,李伯华,王志理.2017 年全国生育状况抽样调查的实践与思考.人口研究,2018;4:104-112

◀ 卫生与健康 ▶

“三医联动”下的上海家庭医生制度改革： 实践经验与政策思考

贺小林

(中共上海市委党校城市社会研究所, 上海 200233)

党的十九大报告明确提出实施健康中国战略, 要求完善国民健康政策, 为人民群众提供全方位全周期健康服务。深化医药卫生体制改革, 全面建立中国特色基本医疗卫生制度、医疗保障制度和优质高效的医疗卫生服务体系, 只有在真正坚持“三医联动”配套联动改革的基础上才能实现。其中, “三医联动”背景下的家庭医生制度发展是推进新一轮综合医改向纵深发展的重要方向和基础支撑。

一、三医联动与上海家庭医生制度的政策背景

三医联动是指导我国医改发展和方向的基本方略, 早在 2000 年党中央、国务院就正式制定了“三医联动”配套改革的前瞻决策。实践证明, 深化医药卫生体制改革的复杂性和艰巨性使得“三医联动”改革“牵一发而动全身”, 成为当前实施健康中国战略的内在要求。“三医联动”下的家庭医生制度是指在医保和医药改革配合支撑下, 以居民健康为中心, 以家庭医生为主体, 以契约服务为形式, 以家庭为单位, 为社区居民提供基本卫生服务的制度。在这一关键性制度中, 作为基层责任主体的家庭医生承担着在社区卫生服务中心平台下, 整合各类资源, 以服务团队为支撑, 以适

宜技术与基本药物为手段, 对社区居民与家庭提供全程健康管理服务, 引导居民梯度利用医疗资源, 合理控制与使用卫生经费的职能。其已成为居民健康与卫生费用的“双重守门人”。

作为综合医改试点省市之一, 为了实现“人民群众得实惠、医务人员受鼓舞、财政保障可持续”的目标, 推动医改向纵深发展, 上海市政府出台《关于进一步推进本市社区卫生服务综合改革与发展的指导意见》(沪府办发[2015]6号)及8个配套文件, 开始了新一轮社区卫生服务综合改革。本轮改革以家庭医生制度建设为主线, 目的是通过社区卫生服务机制调整与制度设计, 夯实与健全社区卫生服务网底, 打造社区卫生服务平台功能, 实现家庭医生制度, 从而推动整个医疗卫生服务体系的高效与有序。本次改革特色在于医保、医药政策配套下深入探索了“三医联动”下的家庭医生“1+1+1”签约服务。2016年6月, 国务院医改办、国家卫生计生委等七部门联合出台《关于推进家庭医生签约服务的指导意见》(国医改办发[2016]1号), 为家庭医生签约服务发展明确了目标, 家庭医生签约服务上升到国家战略层面。2017年4月, 国家卫计委在上海召开全国家庭医生签约服务现场推进会, 要求总结推进家庭医生签约服务工作取得的

进展和成效,并推广上海等地区的典型经验和有效做法。

二、“三医联动”下上海家庭医生“1+1+1”签约服务改革探索

(一) 政策做法

2015 年 11 月起,在家庭医生签约基础上,上海市启动“1+1+1”医疗机构组合签约试点,居民可自愿选择 1 名家庭医生签约,并可再从全市范围内选择 1 家区级医疗机构、1 家市级医疗机构进行签约,政策优先满足本市 60 岁以上老年人、慢性病居民、孕产妇、儿童等重点人群签约需求,着力打造上海家庭医生制度“2.0 版”。“1+1+1”签约后,居民可在签约医疗机构组合内就诊,或通过家庭医生转诊至其他医疗机构,在就诊流程、预约等待、配药种类、配药数量等方面均可享有优惠服务政策。“1+1+1”签约居民可获得优先预约专家、便捷转诊、慢性病长处方、健康管理等改革红利。

1. 搭建市级优先预约号源信息化平台,实现预约优先转诊

三级医院拿出 50% 的专科和专家门诊预约号源,提前 50% 的时间优先向家庭医生与签约居民开放,目前已接入平台的 35 家市级医院,7700 余名专科医生,每天有超过 1 万个门诊号源优先预留给家庭医生,实现签约居民优先转诊。

2. 为签约居民提供改革红利,实现慢性病用药“长处方”

对于服务依从性好、病情稳定的慢性病签约居民,家庭医生可一次性开具 1-2 个月药量,并通过多种形式对签约居民进行用药后的跟踪随访,在保证医疗安全与效果的基础上,减轻往返医疗机构次数。

3. 为转诊病人提供政策便利,延用上级医院处方

经家庭医生转诊至上级医院的签约居民,再回到社区就诊时,家庭医生可延用上级医院专科医生所开具处方中同样的药品(包括社区本地药库中没有的非基本药品),并通过第三方物流免费配送至社区卫生服务中心、服务站、居民就近药房或居民家里,满足社区居民针对性用药需求。

4. 为签约居民提供健康咨询,实现个性化针对性健康管理

家庭医生接受居民多种形式健康咨询,为居民健康出谋划策,对签约居民进行定期健康评估。根据健康评估结果,按照签约居民不同健康需求,制定符合其个体情况的有针对性健康管理方案,并予以跟踪实施。

(二) 政策成效

近 3 年来,上海通过“1+1+1”签约服务落实家庭医生制度与分级诊疗,不断完善配套政策,取得了显著的阶段性成效。预约就诊、便捷分诊、慢病长处方、延伸处方等“大礼包”受到签约居民欢迎,已经转化为改革的“获得感”。根据第三方调查显示,家庭医生“1+1+1”签约服务后,上海居民对家庭医生知晓率近九成,92.1% 的居民表示找家庭医生就诊很方便,对家庭医生服务态度、服务效果的满意度分别达到 95.5% 和 89.1%。上海公立医疗机构病人满意度测评,社区卫生服务中心门诊连续 4 年高于二、三级医院。

1. 家庭医生“1+1+1”签约人数持续增长,签约服务逐步落实

截至 2018 年 8 月,“1+1+1”医疗机构组合签约人数已超 480 万,其中 60 岁及以上老年人 315 万,已签约居民中 72% 在“1+1+1”

签约医疗机构组合内就诊,在签约社区卫生服务中心就诊达到 50% (见表 1)。三级医疗机构与区域二级医院根据实际需求,预留“两个 50%”的专科/专家(非特需)门诊号源向家庭医生开放,对预留资源的管理采取提前预留、动态跟踪、按需调整的方式,以满足“1+1+1”签约居民优先就诊与转诊需求。目前,预约优先转诊服务已接入 38 家市级医院,7700 余名

专科医生,每月有充足的门诊号源优先预留给家庭医生。在基本药物方面,上海自 2012 版基本药物目录实施后,基本药物目录达 844 种,基本涵盖常见病、多发病。此外,各区根据自身实际情况,可额外增加常用的慢性病药品,基层医疗机构可配备的药品范围进一步扩大,社区患者的用药需求能基本得到满足。

表1 上海市家庭医生“1+1+1”签约服务情况

时间	2017 年 8 月	2017 年 11 月	2018 年 5 月	2018 年 8 月
签约人数(万人)	235	300	408	480
60 岁以上老人签约人数(万人)	202	227	285	315
签约医疗组合内就诊率	77%	80%	74%	72%
社区卫生服务中心就诊率	58%	60%	53%	50%
累计延伸处方数(万张)	30	80	139	173

数据来源:作者根据上海市卫计委公布信息自行整理。

2. 签约居民就诊下沉,家庭医生的分级诊疗格局初步形成

上海推进家庭医生“1+1+1”签约服务后,广大居民对于家庭医生制度的依从度明显改善,签约居民下沉社区就诊的比例逐年提高。据上海市卫计委统计数据显示,2017 年度,上海门急诊人次达 25728.22 万人次,较上年增加 3.16%。其中急诊病人 1782.94 万人次,占门急诊总量 6.93%。其中,三级医院门急诊人次占 37.39%;二级医院和其他医院门急诊占比 29.61%;社区卫生服务中心门急诊服务量占全市门急诊总量的 33.00%。上海市社区卫生服务中心门诊服务量占全市三分之一,与市级医院、区级医院成三足鼎立之势,以家庭医生为基础的分级诊疗格局初步形成。其中,国家首批社区卫生服务综合改革试点区长宁区家庭医生与分级诊疗成效更为突出,社区门急诊就诊人次逐年上升,达到 44.6%,体现了家庭医生制度在分级诊疗格局构建中的

服务托底作用(见表 2)。

3. 医保政策协同助推,老年人和慢性病签约患者受益明显

上海医保部门已在全市社区卫生服务中心推出慢病长处方政策。即“诊断明确、病情稳定、需要长期服用治疗性药物”的参保慢性病人,可由家庭医生开具满足 1-2 个月的药物用量。为了赋予家庭医生更多的资源,参保人员要享受更加优惠的慢性病长处方政策,需先与家庭医生签约,并统一纳入家庭医生的慢性病管理。据测算,在上海二、三级医院中,单纯为了配药的门诊量,占全年门诊总量约为 25%-30%。通过“1+1+1”试点中的延伸处方以及慢病长处方政策,越来越多签约居民的用药需求在社区就能得到针对性满足,不用再单纯为了配药往返奔波医院。上海社区目前全市已开具“延伸处方”173 万张,涉及金额 3.6 亿元,原先前往上级医院单纯配药的稳定期慢病患者人数明显减少。对于老人和慢性病

患者来说，这不仅意味着减少去大医院排队的辛苦奔波，而且社区卫生服务中心门诊诊查费减免，药品全部实行零差率供应，医保报销比例更高，药费支出显著降低（见表 3）。

表2 上海市长宁区不同医疗机构门急诊就诊人次占比情况（%）

		社区	二、三级医疗机构
签约前	2013 年	40.9%	59.1%
签约后	2014 年	40.8%	59.2%
	2015 年	42.4%	57.6%
	2016 年	41.8%	58.2%
	2017 年	44.6%	55.4%
增长量（%）		3.7%	-3.7%

资料来源：作者根据上海市长宁区卫计委资料自行整理。

表3 上海市城镇职工医保退休人员门急诊报销比例

类别	账户名	门急诊医疗费用		
		自负段	共负段	
退休至 69 岁		700	医院 一级	医保（%） 80
			二级	20
			三级	75
			三级	25
70 岁以上，原“中一”退休人员	用完个人账户当年计入金额		一级	80
			二级	15
			三级	80
			三级	20
2000 年 12 月 31 日前退休		300	一级	90
			二级	10
			三级	85
			三级	15
			三级	80
			三级	20

注：原退休“中一”人员是指在1966年12月31日前出生、2000年12月31日前参加工作并于2001年1月1日后办理退休手续的人员。

三、上海家庭医生制度的发展瓶颈与政策建议

（一）上海家庭医生制度面临的发展瓶颈

1. 资源协同与技术支持不完善

一是从居民角度看，部分居民对“1+1+1”签约服务有顾虑。部分签约居民反映，签约后转诊到三级医院依然流转在各个科室之间，没有觉得更便捷高效。转诊后的专家建议去别的科室看，往往存在令患者白跑一趟的问题。二是从家庭医生角度看，部分家庭医生反映，门诊预约优质资源不足，造成居民签约意愿不强。转诊时，有的病人点名道姓要某位专家的

号，并且要求立即转诊，立即能看。但平台上可能暂时没有，部分居民签约后不管什么原因，就是希望上门服务，随叫随到。短时间要熟悉并实现精准分诊难度很大，很难了解不同三甲医院不同科室专家的技术专长，因此，很多医生不敢贸然转诊。三是从医疗机构角度看，社区医院反映缺少技术支持。社区医院转上去以后，三级医院的接收和后续服务情况和信息很难掌握。专家门诊预约号源是非常稀缺和珍贵的资源，社区医院转不上来病人，或转诊不精准会对医院的工作带来一定的影响，也可能一定程度上造成医疗资源浪费。由此可

见,家庭医生签约服务的政策供给与政策利用之间仍然存在一定程度的政策阻滞,并有可能造成签而不约的现象,因此在发展中需要考虑其产生的政策情境与结构因素。

2. 社区首诊与有序管理难度大

虽然《关于本市推进分级诊疗制度建设的实施意见》(沪府办发〔2016〕59号)已颁布实施,但从目前运行效果来看,“社区中心能力、三甲医院动力”两头弱的现象依然突出。一方面,部分家庭医生的服务能力有待优化。调查数据显示,大部分家庭医生能够提供签约服务包中的部分内容,但仍有部分有困难(13.8%)或在提供基本医疗时经常遇到技术问题(12.4%)。另一方面,由于三级医疗机构本身业务比较繁忙,对于社区家庭医生的配合方式和响应程度仍有待进一步加强。根据上海市医改办监测数据显示,2016年1-11月市平均就诊人次是7.05次,签约家庭医生人口的平均就诊人次高达28.1次,公共资源使用不尽合理。签约后首诊不在社区,大医院依然人满为患,“签得到,管不好”的窘境依然存在。

3. 政策矛盾与目标导向不匹配

部分既有政策存在相互矛盾或抵触现象。比如,实行基本药物制度后,社区卫生服务机构配备的药品品种与规格比较有限,居民反映“配不到药”。有些签约居民特别是慢性病患者去三级医院专科就诊后,无法在社区购买到同样的药品,直接影响到他们的满意度与获得感,继而不愿意续签。同时,对公立医院的绩效考核体系考核内容主要是门急诊人次、次均费用等指标,且占较大比重,也没有引导三级医院回归学术和诊治疑难杂症的定位,政策异化导致三级医院的“虹吸现象”越来越明显,不利于基层医疗机构水平的提高,降低了医疗

机构服务百姓的能力。

4. 对家庭医生的激励不充分

理论上1名家庭医生签约2500人左右,然而由于目前签约居民多以慢性病患者为主,实践中家庭医生签约到800名左右时,开展个性化疾病干预与管理就已带来较大工作量负荷与压力。签约未饱和但签约居民患病结构复杂带来的大工作量;绩效考核机制使得家庭医生拿不“满”绩效奖励;捆绑式绩效奖励削弱家庭医生收入等原因造成对家庭医生的激励不充分。调查数据显示:80%家庭医生对收入感到非常不满意或比较不满意,82%家庭医生认为收入与付出不匹配,95%家庭医生认为与专科医生相比,其存在收入不公平问题。

5. 信息共享与健康共建不深入

由于机构之间的围墙和各专业之间的边界,当前家庭医生签约服务与分级诊疗中的信息共享存在瓶颈,家庭医生“专业化、个性化、便捷化、互动式”的健康管理尚缺乏信息和技术的支撑。目前,家庭医生难以掌握签约居民到二三级医院的就诊信息。对于已经积累的家庭医生分级诊疗数据,尚未得到充分重视和深入发掘,未能及时转化为领导决策的信息宝库。此外,还存在社区居民健康自我管理主体地位重视不够,未能充分调动居民健康自我管理的积极性与深度参与等问题。

(二) 完善上海家庭医生制度的政策建议

家庭医生制度改革绝非社区医疗机构一家之事,如何让改革成果深入持久、真正让居民受益,这有赖于三医联动下的多部门配合和协同性治理。需要在政策、行政体制乃至治理结构层面的深化改革。例如,社区卫生服务如按人头支付费用,医保部门在支付制度上应给予支持;三级医院在社区业务辅导、转诊绿色

通道等资源支撑；医药部门在药物配送上给予充分保障；人社部门在调动家庭医生积极性、财政部门对绩效工资的制度等方面给予政策配套和制度支撑。

1. 完善分级诊疗服务体系，细化资源协同双向转诊路径机制

只有家庭医生有了资源和平台，社区卫生服务中心才能有“底气”，才当得起百姓“健康守门人”。要让患者在社区卫生服务中心就医有获得感，就要给家庭医生拿资源、建平台。建议：一是深化“1+1+1”协同服务模式，辅以“全科—专科”“全科—全科”协同服务模式。通过在三级医院设立专病联合门诊或由高年资全科医生进行二次分诊，接待由家庭医生转诊的患者，建立就诊、检查与住院的绿色通道，方便签约居民就医。二是加大三级医院预约号源优先预留力度，提高对居民签约的吸引力。优化转诊预约平台建设，强化对家庭医生转诊的技术支撑。三是通过政策设计鼓励二三级医院及区域性医疗资源共享平台等全力支持基层医疗机构，帮助社区卫生服务中心由低水平专科向高水平全科转变。

2. 明确家庭医生服务包，从百姓健康需求出发做实签约服务

为了推进家庭医生签约服务，必须考虑对签约的居民和家庭如何回报，居民签约了能得到一些什么实实在在的好处？目前“1+1+1”家庭医生签约服务后，居民只要选择社区首诊，就享有优先预约就诊、便捷分诊、慢病处方、延伸处方等“大礼包”。这些政策已经受到居民欢迎，转化为改革的“获得感”。建议在政府财政和服务机构供给能力范围内，继续做细做实社区诊断，以百姓的健康需求为立足点，明确家庭医生服务包的项目和内容，对

家庭医生进行专项培训。加大对“1+1+1”签约服务政策宣传力度和准确度，依靠政策引导与红利释放，吸引百姓主动与家庭医生签约，在着力提升家庭医生签约服务质量与内涵的同时，逐步规范居民就医行为，将“软签约”向“硬绑定”过渡，以落实对百姓全生命周期的健康管理服务。

3. 全面梳理政策之间矛盾或抵触，助推家庭医生与分级诊疗

正确认识部分医改政策异化和走样的不良影响，以及绩效考核、财政拨款和医保资源分配方式对分级诊疗的重要导向作用。从资源投入、制度框架、政策执行的制度嵌入性维度来考量政府职能与修正。例如，新医改以来推行的基本药物制度，背离了原来的政策内涵。应当是政府对于特别困难人群低价或免费提供一些基本药物，但执行中变成限制基层医疗只能使用这些药物。为此，一是要梳理各级医疗机构的药品使用品规，按照促进分级诊疗的政策目标对基层社区卫生服务中心用药进行适当调整与接续。二是按照各级医疗机构的职能定位来确立其考核指标与导向，限制三级医院对常见病、慢性病、多发病患者的“虹吸效应”。三是加大对家庭医生签约服务深层内涵的宣传，提升全科医生职业荣誉感与社会美誉度。努力形成全科医生与专科医生只有分工不同，没有层次高低的良好氛围，帮助缺乏专业知识的患者提升理性就医的意识。

4. 重视发挥医保引导作用，加大对家庭医生与分级诊疗激励

一是借助医保杠杆推动家庭医生制度改革，医保有必要跨前一步，探索开展家庭医生对签约居民医保费用管理改革，进一步调动家庭医生的积极性，推动使其成为医保费用的

“守门人”。二是从制度上确保家庭医生在服务提供、平台资源、团队管理、考核分配上的自主权利。支持家庭医生通过提供优质服务取得合理收入,鼓励政府购买服务探索家庭医生减负增效的措施,激励家庭医生有动力提供更多的健康服务。为他们搭建“留得住、能发展、有保障”的职业平台。三是实施促进优质医疗资源上下贯通的考核和激励机制,鼓励三级公立医院全部参与到分级诊疗制度建构中并发挥引领作用。

5. 提高信息共享能力,构建社区健康管理“共建共享”新格局

一是进一步完善社区卫生服务中心与三级医疗机构在信息系统方面的对接,做实互联互通的居民健康管理信息系统,实现预约门诊、双向转诊、远程医疗等诊疗信息的及时共享和传输。二是建立社区卫生服务综合管理、家庭医生管理医保费用、分级诊疗支持的信息

化平台。深入研究已有家庭医生签约服务与分级诊疗的历史数据,挖掘促进家庭医生签约服务与分级诊疗的技术路径与决策依据。三是通过整合家庭医生、健康自我管理小组组长、社区退休医务人员、热心志愿者等资源,建立兼职社区健康指导员队伍。加大对居民健康自我管理小组的支持力度,鼓励基层社区医务人员尤其是家庭医生面向社区、企业与学校开展健康公共服务。促进签约对象、服务人群和社区居民积极参与健康自我管理。动员全市力量共同推进“健康上海”建设,提高全体市民的健康素养,将“期望寿命”提升转向“健康寿命”提升。

(本文为【基金项目】2017年上海市政府决策咨询重点项目“上海完善社区健康公共服务研究”(2017-A-053-A)、2018年上海市长宁区基本公共卫生服务项目评估阶段性成果。)

参考文献(略)

《人口信息》

(双月刊)

2019年第1期

(总第222期)

2019年2月28日出版

主管单位：上海市卫生和计划生育委员会
主办单位：上海市卫生和健康发展研究中心
编辑出版：《人口信息》编辑部
地 址：上海市陕西南路122号705室
邮政编码：200040
编 辑 部：021-54031529
发 行：021-54363197
E-mail: rkxibjb@sohu.com
印 刷：上海欧阳印刷厂
上海市连续性内部资料准印证(K)字第0296号