

# 强于大市

## 肿瘤治疗行业报告

整体有较大增长潜力，行业进入者需要突破一定的行业门槛

中国肿瘤治疗市场有较大增长潜力，私立医院肿瘤治疗服务收入增长速度预期高于整体市场。中国整体肿瘤治疗资源存在缺口，三线城市治疗资源现阶段相对较少，有较大的增长潜力。肿瘤治疗有较高的行业门槛，新的行业进入者需要考虑前期投入、人才技术和品牌声誉的问题。肿瘤治疗常见方法包括手术、介入治疗、放疗、化疗、靶向治疗和免疫治疗。手术和介入治疗需要医生操作和相应的设备，治疗质量依赖医生的经验水平。放疗需要一个团队进行，需要相应设备，而且治疗周期较长。

### 支撑评级的要点：

- **中国肿瘤治疗服务市场有较大的潜力**，恶性患者人数每年都在增长，同时医疗支出也在不断增长。肿瘤服务市场收入在 2015-2019 年年复合增长率为 12.5%，预期 2020-2025 年年复合增长率为 11.5%，预期市场收入将在 2025 年达到七千亿。其中，医院私立肿瘤治疗收入增长速度高于整体市场，2015-2019 年年复合增长率为 23.7%，预期 2020-2025 年年复合增长率为 20.1%。目前中国肿瘤治疗仍以公立医院为主，然而公立医院工作负荷重，仅凭公立医院很难满足中国肿瘤治疗需求。三线及其他城市肿瘤医院肿瘤治疗服务收入年复合增长率预期为 12.1%，将在 2020 年达到 4153 亿人民币。
- **中国肿瘤治疗资源存在缺口**，且分布不均，设备资源和优秀肿瘤治疗医务工作者集中在一二线城市和经济较发达地区。中国放疗在恶性肿瘤患者中的覆盖率仅有 23%，而在美国放疗在恶性肿瘤患者中的覆盖率为 60%。中国百万人均放疗设备数量远少于发达国家，且包括 SBRT、VMAT 在内的先进放疗技术仅有少部分放疗机构可以进行。中国三线城市治疗资源少于一二线城市，每百万人口对应肿瘤专科床位和放疗设备数量均少于以下线城市。西南西北地区直线加速器和钴 60 设备较少，部分地区每百万人口对应设备数量少于 1 台。
- **肿瘤治疗存在很高的行业门槛**，恶性肿瘤死亡率较高，治疗具有高度专业性。治疗方式的选择取决于肿瘤组织的细胞来源，并需要考虑肿瘤大小、阶段和病人具体情况，有时会采取多种治疗方法联合治疗的手段。手术、介入治疗对设备有一定的要求，且高度依赖医生的经验和水平。放疗中的新技术需要依赖于相应设备进行，同时需要肿瘤放射专家、物理师、工程师的团队进行。新的行业进入者需要解决设备要求问题和人员水平问题。医院设立放射诊疗科室需要取得《放射诊疗许可证》后，到核发《医疗机构执业许可证》的卫生行政执业登记部门办理相应诊疗科目登记手续。放疗技术的进步可以提高放射治疗的质量，在不伤害正常组织的情况下将射线集中于肿瘤组织。行业内海吉亚医疗采用垂直一体化服务模式，瞄准三线城市。盈康生命器械服务双轮驱动，设备技术向高端发展，布局向宽度发展。全域医疗基于软件解决放疗痛点，通过智能算法保证放疗质量的一致性。

### 相关研究报告

《医药行业 2021 年度策略》 20201126  
 《医药行业 2020 年中期策略》 20200707  
 《CDMO 行业研究报告》 20200217

中银国际证券股份有限公司  
 具备证券投资咨询业务资格

### 医药生物

证券分析师：邓周宇

(86755)82560525

zhouyu.deng@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300517050001

### 风险提示：

- 私立医院管理规定变化；大型医疗设备管理规定变化；医保政策变化；行业内医院存在医疗纠纷的风险。

## 目录

1、中国肿瘤治疗服务有较大增长潜力 .....	5
2、肿瘤治疗行业门槛 .....	16
3、案例：海吉亚医疗：垂直一体化服务模式，瞄准三线城市 .....	31
4、案例：盈康生命：一体两翼，器械服务双轮驱动 .....	37
5、案例：贵州省专科肿瘤医院 .....	43
6、案例：全域医疗：基于软件解决放疗痛点 .....	46
7、风险提示 .....	52

## 图表目录

图表 1.肿瘤治疗医院收入情况（单位：十亿人民币） .....	5
图表 2. 2019 年复旦大学医学管理研究所中国肿瘤专科医院排名 .....	5
图表 3. 中国前五名肿瘤专科医院门诊量与手术量 .....	6
图表 4. 相关政策文件.....	7
图表 5.中国 2015-2025 年肿瘤治疗收入情况（单位：十亿人民币） .....	8
图表 6. 2018 年每百万人口放疗设备数量.....	9
图表 7. 每百万人口对应的医院肿瘤科室运营床位 .....	9
图表 8.中国恶性肿瘤发病情况 .....	9
图表 9.2015 年中国分性别恶性肿瘤发病情况 .....	10
图表 10.2015 年中国恶性肿瘤死亡情况 .....	10
图表 11.2015 年中国城乡恶性肿瘤发病情况与死亡情况.....	11
图表 12. 中国肿瘤医院放射性治疗服务收入情况（单位：十亿人民币） .....	12
图表 13.2019 每百万人口放疗设备数量.....	12
图表 14. 中国大陆各地区放疗机构数量 .....	13
图表 15. 中国大陆各地区每百万人口对应放疗机构数量.....	13
图表 16. 可开展放疗相关技术单位数量 .....	14
图表 17. 中国大陆各地区直线加速器与钴 60 设备数量 .....	14
图表 18. 各地区每百万人对应直线加速器与钴 60 设备数量.....	15
图表 19. NCI 关于 SCLC 的治疗建议.....	20
图表 20. NCI 关于 NSCLC 的治疗建议 .....	20
图表 21. NCI 关于 HCC 的治疗建议.....	21
图表 22. NCI 关于结肠癌的治疗建议 .....	22
图表 23. NCI 关于直肠癌的治疗建议 .....	22
图表 24. 放疗外照射治疗流程.....	23
图表 25. 放疗外照射治疗流程.....	24
图表 26. 放疗项目设置要求.....	24
图表 27. 放疗流程各环节涉及人员 .....	25
图表 28. 放疗辐照射线.....	27
图表 29. 伽马刀治疗原理 .....	28
图表 30. 质子束治疗 .....	29
图表 31. 人工智能协助医生进行癌症治疗.....	30
图表 32. 海吉亚 2017-2019 业绩情况（单位：千元人民币） .....	31
图表 33. 海吉亚 2017-2019 医院业务业绩情况（单位：千元人民币） .....	31

图表 34. 海吉亚 2017-2019 第三方放疗中心业绩情况 (单位: 千元人民币) .....	31
图表 35. 海吉亚 2017-2019 肿瘤治疗相关业绩情况 (单位: 千元人民币) .....	32
图表 36. 垂直一体化服务模式.....	32
图表 37. 专利立体定向放疗设备 .....	33
图表 38. 海吉亚股权结构 .....	34
图表 39. 海吉亚医疗网络布局发展历程.....	34
图表 40. 海吉亚自有医院情况.....	34
图表 41. 海吉亚自有医院门诊及住院情况.....	35
图表 42. 海吉亚自有医院业绩情况.....	35
图表 43. 海吉亚医疗网络布局.....	35
图表 44. 盈康生命 2015-2019 年业绩情况 (单位: 万元) .....	37
图表 45. 盈康生命 2017-2019 医疗服务业绩情况 (单位: 万人民币) .....	38
图表 46. 盈康生命 2017-2019 伽马刀业绩情况 (单位: 万人民币) .....	38
图表 47. 第一代头部伽玛刀 (SRRS) .....	38
图表 48. 第二代头部伽玛刀 (SRRS+) .....	39
图表 49. 体部伽玛刀 (GMBS) .....	39
图表 50. 盈康生命产品体系 .....	40
图表 51. 四川友谊医院肿瘤科室专家 .....	41
图表 52. 重庆华健友方医院专家介绍 .....	42
图表 53. 重庆华健友方医院医疗设备 .....	42
图表 54. 手术体系科室专家介绍 .....	44
图表 55. 专家介绍 .....	45
图表 56. 全域医疗发展历程.....	46
图表 57. mdaccAutoPlan 放疗计划设计流程肺癌治疗案例 .....	47
图表 58. 初始目标函数参数 OFPs.....	48
图表 59. mdaccAutoPlan 参数自动优化 OFPA .....	49
图表 60. 阈值目标函数值 Eobj 二进制搜索算法 .....	49
图表 61. 精准云放疗协作系统云端影像.....	50
图表 62. 质子治疗与光子治疗对比图 .....	51

## 1、中国肿瘤治疗服务有较大增长潜力

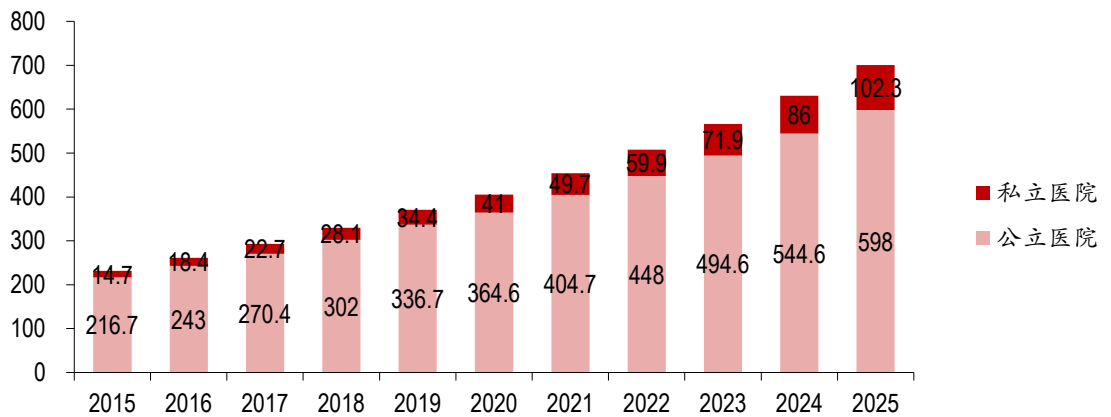
### 中国肿瘤市场增长潜力大

#### 私立医院肿瘤治疗服务收入增长速度超过公立医院

根据弗洛斯特沙利文调查，中国肿瘤医疗服务市场收入从 2015 年到 2019 年从 2331 亿人民币增长至 3737 亿人民币，年复合增长率达到 12.5%。根据弗洛斯特沙利文的预期，在中国肿瘤医疗服务市场在 2020 年至 2025 年将达到 11.5% 的复合增长率，预期 2025 年市场将达到 7100 亿人民币。中国肿瘤医院产生的肿瘤医疗服务收入由 2015 年的 2314 亿人民币增长至 2019 年的 3710 亿人民币，年复合增长率为 12.5%。根据弗洛斯特沙利文预测，中国肿瘤医院产生的肿瘤医疗服务收入将在 2020-2025 年达到 11.5% 的年复合增长率，2025 年预期收入达到 7003 亿人民币。2019 年公立肿瘤医院收入为 336.7 亿人民币，民营肿瘤医院收入为 34.4 亿人民币，公立肿瘤医院收入占比远高于民营医院。民营肿瘤医院收入增长速度高于公立医院收入增长速度，在 2015 年到 2019 年期间从 147 亿人民币增长至 344 亿人民币，复合年增长率为 23.7%。弗洛斯特沙利文预测，民营肿瘤医院将在 2020-2025 年以 20.1% 的复合增长率进一步增长，在 2025 年达到 102.3 亿人民币。

中国整体医疗资源相对短缺，医疗机构病长期维持在过载水平。中国的放疗设备资源也相对短缺，根据弗洛斯特沙利文调查与国际原子能机构资料，中国 2019 年每百万人口的放疗设备数目为 2.7 台，低于美国、瑞士等发达国家。

图表 1. 肿瘤治疗医院收入情况 (单位: 十亿人民币)



资料来源: Frost&Sullivan, 海吉亚招股书, 中银证券

#### 公立医院仍然在肿瘤治疗水平中处于领先地位

根据复旦大学医院管理研究所 2019 年中国专科医院排名，国前五名的肿瘤学专科医院为中国医学科学院肿瘤医院、复旦大学附属肿瘤医院、中山大学肿瘤防治中心、天津医科大学肿瘤医院和北京大学肿瘤医院。这五家专科医院均为公立医院，两家位于北京，一家位于天津，一家位于上海，一家位于广州，均处于中国东部。公立医院在中国的肿瘤治疗水平与科研中仍处于主导地位，但是由于资源有限并不能满足增长的肿瘤治疗需求。

图表 2. 2019 年复旦大学医学管理研究所中国肿瘤专科医院排名

排名	医院名称	位置
1	中国医学科学院肿瘤医院	北京
2	复旦大学附属肿瘤医院	上海
3	中山大学肿瘤防治中心	广州
4	天津医科大学肿瘤医院	天津
5	北京大学肿瘤医院	北京

资料来源: 复旦大学医科管理研究所, 中银证券

排名前五的专科医院在治疗水平上领先其他医院，而且注重科研和人才培养。高水平的肿瘤专科医院掌握包括手术、放疗、化疗、介入、免疫、基因生物等肿瘤的治疗和诊断方式，针对不同组织的肿瘤采取不同的治疗方式。复旦大学附属肿瘤医院 2019 年全年共获得科研项目 258 项，立项金额首次突破 1 亿元；共发表 SCI 483 篇，总影响因子 2194 分，其中 29 篇影响因子  $\geq 10$  分。中山大学肿瘤防治中心在 1998 年率先在全国推行肿瘤单病种首席专家负责制，组织制订各大病种多学科综合诊疗方案，近五年有 61 项来自临床一线的研究成果得到国际公认，被全球肿瘤诊疗标准与指南采用。

前五名的专科医院在设备上也比较领先：中国医学科学院肿瘤医院拥有多台能完成调强放疗、图像引导放疗和旋转调强放疗的直线加速器、大孔径 CT 模拟定位机与核磁共振模拟定位机、肿瘤射频热疗设备、平板数字减影血管造影、第二代宝石能谱 CT、3T 高场强功能成像 MRI、PET-CT、全院级 PACS-RIS 系统等先进的仪器设备。天津医科大学肿瘤医院目前拥有达芬奇手术机器人、射波刀、PET-CT、医用直线加速器、磁共振、数字减影血管造影仪等百万元以上医疗设备 120 台套，设备总值 7.6 亿元。复旦大学附属肿瘤医院下属上海市质子重离子医院（复旦大学附属肿瘤医院质子重离子中心）在 2015 年开业，依托重离子技术优势，围绕鼻咽癌、颅内颅底肿瘤、早期肺癌、肝癌、前列腺癌等 5 个重点病种开展临床治疗。医院目前已收治患者 2500 余例，2019 年超过 800 例，与国际同类机构相较处于领先地位。

2020 年 8 月，国家卫健委公布了 2018-2020 年在全国范围内开展肿瘤多学科诊疗试点工作的工作方案，发布首批 231 家肿瘤多学科诊疗试点医院名单。工作方案通过开展肿瘤多学科诊疗试点工作，发挥试点医院的带动示范作用，逐步在全国推广多学科诊疗模式。首先选择消化系统肿瘤开展试点工作，并逐步扩大病种范围。多学科综合治疗（multi-disciplinary team, MDT）模式由多学科专家围绕某一病例进行讨论，在综合各学科意见的基础上为病人制定出最佳的治疗方案，这种模式已在欧美国家得到普及。

### 公立医院工作负荷重

由于癌症死亡率较高，患者在选择医疗机构时在有条件的情况下会选择顶尖公立医院进行治疗。公立肿瘤专科医院每年需要承载大量的病人诊疗和手术，医院负荷重。中国医学科学院肿瘤医院每年每年门诊量 84 万余人次，年出院量 5.3 万余人次，年手术量 2 万余台次。相当于每天医院门诊需要接诊 2300 名病人，每天进行的手术超过 50 台。复旦大学附属肿瘤医院 2019 年门诊量 157.29 万人次，住院 10.07 万人次，手术 5.14 万人。相当于医院平均每天门诊接诊人数在 4300 以上，需要进行的手术数量在 140 台左右，平均每日新入院人数超过 275 人。中山大学肿瘤防治中心年住院量达 13 万人次，门诊量达 118 万人次，平均每天门诊要接待 3233 名病人，有 356 名病人需要住院治疗。

图表 3. 中国前五名肿瘤专科医院门诊量与手术量

排名	医院名称	门诊量/年	手术量/年
1	中国医学科学院肿瘤医院	84 万	2 万
2	复旦大学附属肿瘤医院	157 万	5 万
3	中山大学肿瘤防治中心	118 万	--
4	天津医科大学肿瘤医院	112 万	3 万
5	北京大学肿瘤医院	66 万	1.6 万

资料来源：复旦大学医科管理研究所，各医院官网，中银证券

## 政策支持社会资本举办医疗机构

2010年11月，国务院办公厅发布发展改革委卫生部等部门关于进一步鼓励和引导社会资本举办医疗机构意见的通知，向各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构转发发展改革委、卫生部、财政部、商务部、人力资源社会保障部《关于进一步鼓励和引导社会资本举办医疗机构的意见》。文件提到鼓励和引导社会资本举办医疗机构，有利于增加医疗卫生资源，扩大服务供给，满足人民群众多层次、多元化的医疗服务需求；有利于建立竞争机制，提高医疗服务效率和质量，完善医疗服务体系。文件放宽社会资本举办医疗机构的准入范围，鼓励和支持社会资本举办各类医疗机构，社会资本可按照经营目的自主申办营利性或非营利性医疗机构。文件鼓励社会资本参与公立医院改制，根据区域卫生规划合理确定公立医院改制范围，引导社会资本以多种方式参与包括国有企业所办医院在内的公立医院改制，积极稳妥地把部分公立医院转制为非公立医疗机构，优先选择具有办医经验、社会信誉好的非公立医疗机构参与公立医院改制。

文件提出，将符合条件的非公立医疗机构纳入医保定点范围，非公立医疗机构凡执行政府规定的医疗服务和药品价格政策，符合医保定点相关规定，人力资源社会保障、卫生和民政部门应按程序将其纳入城镇基本医疗保险、新型农村合作医疗、医疗救助、工伤保险、生育保险等社会保障的定点服务范围，签订服务协议进行管理，并执行与公立医疗机构相同的报销政策。文件提出改善非公立医疗机构外部学术环境，非公立医疗机构在技术职称考评、科研课题招标及成果鉴定、临床重点学科建设、医学院校临床教学基地及住院医师规范化培训基地资格认定等方面享有与公立医疗机构同等待遇。各医学类行业协会、学术组织和医疗机构评审委员会要平等吸纳非公立医疗机构参与，保障非公立医疗机构医务人员享有承担与其学术水平和专业能力相适应的领导职务的机会。

2013年12月，国家卫生与计划生育委员会与国家中医药管理局颁布《关于加快发展社会办医的若干意见》，文件要求加强规划引导、加大发展社会办医的支持力度、支持非公立医疗机构提升服务能力和加强对非公立医疗机构监管。文件提到，公立医院资源丰富的地区在满足群众基本医疗需求的情况下，支持并优先选择社会信誉好、具有较强管理服务能力的社会资本通过多种形式参与部分公立医院（包括国有企业所办医院）的改制重组。文件提到放宽举办主体要求，放宽服务领域要求、放宽大型医用设备配置、完善配套支持政策和加快办理审批手续。凡是法律法规没有明令禁入的领域，都要向社会资本开放。各地要科学制订本地区大型医用设备配置规划，严格控制公立医疗机构配置，充分考虑非公立医疗机构的发展需要，并按照非公立医疗机构设备配备不低于20%的比例，预留规划空间。对新建非公立医疗机构可按照建设方案拟定的科室、人员等条件予以配置评审。

2017年5月，国务院颁布《关于支持社会力量提供多层次多样化医疗服务的意见》，鼓励发展全科医疗服务，加快发展专业化服务。积极支持社会力量深入专科医疗等细分服务领域，在包括肿瘤在内的一系列专科以及康复、护理、体检等领域加快打造一批具有竞争力的品牌服务机构。鼓励投资者建立品牌化专科医疗集团、举办有专科优势的大型综合医院。

图表 4. 相关政策文件

日期	文件
2010年11月26日	国办发〔2010〕58号 《关于进一步鼓励和引导社会资本举办医疗机构的意见》
2013年12月30日	国卫体改发〔2013〕54号 《关于加快发展社会办医的若干意见》
2017年5月16日	国办发〔2017〕44号 《关于支持社会力量提供多层次多样化医疗服务的意见》

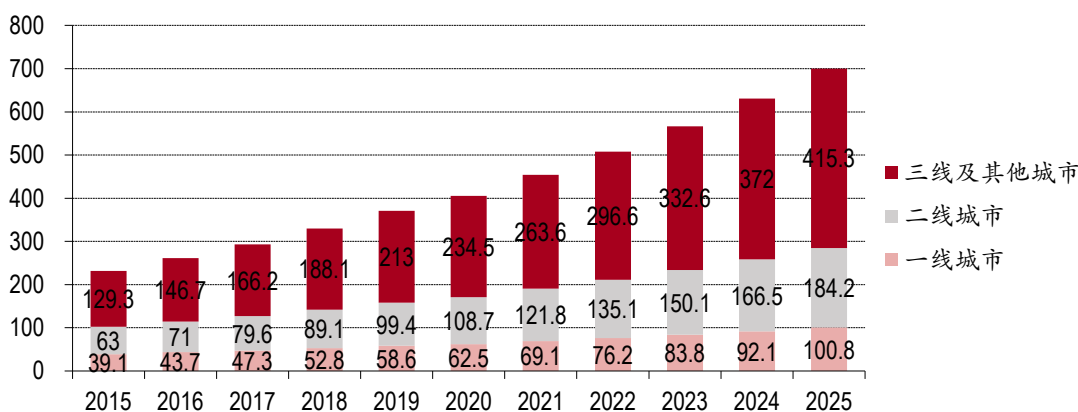
资料来源：政府网站，中银证券

## 中国三线城市肿瘤治疗市场有较大增长潜力

### 三线城市肿瘤服务收入增长速度高于一二线城市

中国三线及其他城市肿瘤医院在 2019 年实现肿瘤治疗服务收入 213.0 亿人民币，占当年全国肿瘤医院肿瘤治疗服务总收入的 57.41%。二线城市肿瘤医院在 2019 年实现肿瘤治疗服务收入 99.4 亿人民币，占当年全国肿瘤医院肿瘤治疗服务总收入的 26.79%。三线及其他城市肿瘤医院肿瘤治疗服务收入 2015-2019 年复合年增长率为 13.3%，根据弗洛斯特沙利文的预测，三线及其他城市肿瘤医院肿瘤治疗服务收入年复合增长率预期为 12.1%，将在 2020 年达到 415.3 亿人民币。二线城市肿瘤医院肿瘤治疗服务收入 2015-2019 年复合年增长率为 12.1%，根据弗洛斯特沙利文的预测，二线城市肿瘤医院肿瘤治疗服务收入年复合增长率预期为 11.1%，将在 2020 年达到 184.2 亿人民币。一线城市肿瘤医院肿瘤治疗服务收入 2015-2019 年复合年增长率为 10.6%，弗洛斯特沙利文预期的一线城市肿瘤医院肿瘤治疗服务收入在 2020-2125 年复合增长率为 10.1%。中国三线及其他城市肿瘤医院肿瘤治疗服务收入增长速度高于二线城市，而二线城市肿瘤医院肿瘤治疗服务收入增长速度高于一线城市。

图表 5. 中国 2015-2025 年肿瘤治疗收入情况 (单位: 十亿人民币)



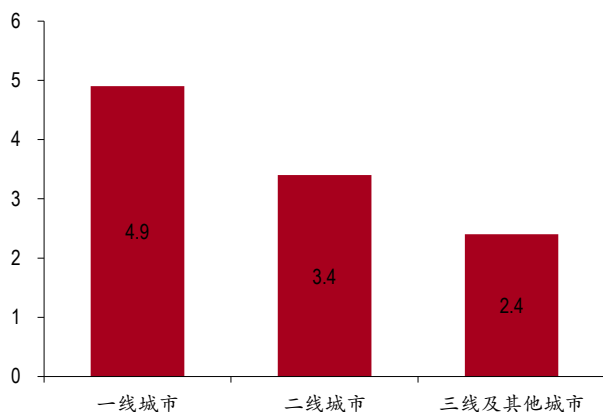
资料来源: Frost&Sullivan, 海吉亚招股书, 中银证券

### 肿瘤治疗资源主要集中于一二线城市

中国整体医疗资源相对短缺且分布不均，医疗资源主要集中于一二线城市。根据弗洛斯特沙利文调研 2019 年中国一线城市每百万人口放疗设备数量为 4.9，二线城市每百万人口放疗设备数量为 3.4，而三线及其他城市每百万人口仅有放疗设备 2.4 台。在肿瘤科室床位方面，三线城市及其他资源也少于一线城市和二线城市。2018 年，中国一级城市每百万人口对应的医院肿瘤科室运营床位为 197 张，二线城市为 180 张，而三线城市为 147 张。

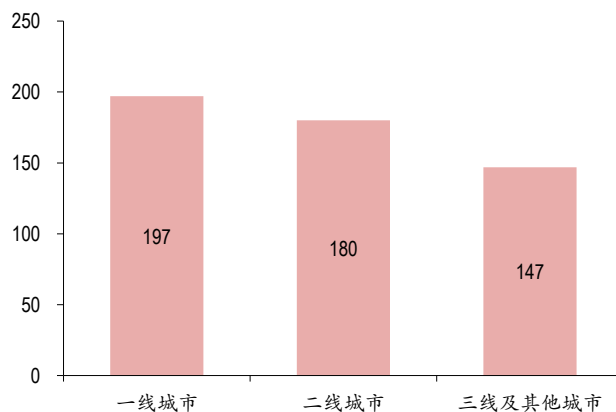


图表 6. 2018 年每百万人口放疗设备数量



资料来源: Frost&Sullivan, 中银证券

图表 7. 每百万人口对应的医院肿瘤科室运营床位



资料来源: Frost&Sullivan, 中银证券

## 中国大陆肿瘤患病情况

2019 年 1 月, 国家癌症中心发布全国癌症统计数据, 报告发布的数据为全国肿瘤登记中心收集汇总的 2015 年登记资料。2015 年, 我国恶性肿瘤发病约 392.9 万人, 死亡约 233.8 万人, 相当于平均每天有超过一万人被确诊为癌症。近十年以来, 恶性肿瘤发病率每年保持约 3.9% 的增幅, 死亡率每年保持 2.5% 的增幅。恶性肿瘤的发病率随着年龄上升增加, 到 80 岁年龄组达到发病高峰。死亡率变化趋势和发病率类似, 也会随着年龄的增加而上升。

2015 年, 中国男性恶性肿瘤发病率为 305.47/10 万, 中标率为 207.99/10 万, 世标率为 206.49/10 万, 累积率 (0~74 岁) 为 24.36%。女性恶性肿瘤发病率为 265.21/10 万, 中标率为 175.47/10 万, 世标率为 168.45/10 万, 累积率 (0~74 岁) 为 18.60%。男性恶性肿瘤死亡率为 210.1/10 万, 中标率为 139.13/10 万, 世标率为 138.57/10 万, 累积率 (0~74 岁) 为 15.79%。女性恶性肿瘤死亡率为 128/10 万, 中标率为 75.92/10 万, 世标率为 74.81/10 万, 累积率 (0~74 岁) 为 8.13%。

## 中国恶性肿瘤发病人数以肺癌为首

根据国家癌症中心发布数据, 在我国肺癌位居恶性肿瘤发病首位, 2015 年我国新发肺癌病例为 78.7 万例, 发病率为 57.26%, 中标率为 35.96%。其他高发恶性肿瘤包括胃癌、结直肠癌、肝癌、乳腺癌、食管癌和甲状腺癌。其中, 男性恶性肿瘤发病以肺癌为首, 每年新发病例约 52.0 万例, 其他高发恶性肿瘤依次为胃癌、肝癌、结直肠癌和食管癌。女性发病首位为乳腺癌, 每年发病约为 30.4 万例, 其他主要高发恶性肿瘤依次为肺癌、结直肠癌、甲状腺癌和胃癌。

图表 8. 中国恶性肿瘤发病情况

癌症种类(%)	2015 年	2014 年
肺癌	20.03	20.55
胃癌	10.26	10.79
结直肠癌	9.88	9.74
肝癌	9.42	9.59
乳腺癌	7.74	7.33
食管癌	6.26	6.78
甲状腺癌	5.12	4.46
子宫内膜癌	2.83	2.68
脑癌	2.70	2.66
胰腺癌	2.42	2.42
其他	23.36	23.00
合计	100	100

资料来源: 国家癌症中心, 中银证券

图表 9.2015 年中国分性别恶性肿瘤发病情况

癌症种类	男性(%)		癌症种类	女性(%)	
	2015 年	2014 年		2015 年	2014 年
肺癌	24.17	24.63	乳腺癌	17.10	16.51
胃癌	13.06	13.62	肺癌	15.02	15.43
肝癌	12.74	12.72	结直肠癌	9.17	9.25
结肠癌	10.46	10.13	甲状腺癌	8.49	7.50
食管癌	8.23	8.77	胃癌	6.86	7.25
前列腺癌	3.35	3.25	子宫颈癌	6.25	6.04
膀胱癌	2.88	2.87	肝癌	5.40	5.68
胰腺癌	2.51	2.47	食管癌	3.88	4.29
淋巴瘤	2.42	2.24	子宫体癌	3.88	3.79
脑癌	2.32	2.27	脑癌	3.21	3.15
其他	17.86	17.04	其他	20.74	21.11
合计	100	100	合计	100	100

资料来源：中华肿瘤杂志，中银证券

由于不同癌症的生存率概率存在明显差异，死亡人数顺序排名前十的疾病与发病率排名前十的疾病存在差异。肺癌按死亡人数排序位居中国恶性肿瘤死亡首位，2015 年中国 63.1 万人因肺癌死亡，死亡率为 45.87/10 万，中标率为 28.16/10 万，其他恶性肿瘤死亡顺位依次为肝癌、胃癌、食管癌和结直肠癌等。中国男性和女性死亡人数顺位排序的首位恶性肿瘤均为癌症，男性其他高死亡人数恶性肿瘤依次为肝癌、胃癌、食管癌和结直肠癌，女性其他高死亡人数恶性肿瘤依次为肺癌、胃癌、肝癌、结直肠癌和乳腺癌。

图表 10.2015 年中国恶性肿瘤死亡情况

癌症种类	整体情况		男性		女性	
	占比(%)	癌症种类	占比(%)	癌症种类	占比(%)	
肺癌	26.99	肺癌	29.28	肺癌	22.96	
肝癌	13.94	肝癌	16.36	胃癌	10.49	
胃癌	12.54	胃癌	13.59	肝癌	9.79	
食管癌	8.04	食管癌	9.26	结直肠癌	9.09	
结直肠癌	8.00	结直肠癌	7.44	乳腺癌	8.16	
食管癌	3.64	胰腺癌	3.25	食管癌	5.49	
甲状腺癌	2.99	白血病	2.16	胰腺癌	4.20	
子宫内膜癌	2.40	脑癌	2.10	子宫颈癌	3.96	
脑癌	2.31	淋巴瘤	2.10	脑癌	2.91	
胰腺癌	2.14	前列腺癌	2.10	卵巢癌	2.91	
其他	17.11	其他	12.36	其他	19.59	
合计	100	合计	100	合计	100	

资料来源：中华肿瘤杂志，中银证券

图表 11.2015 年中国城乡恶性肿瘤发病情况与死亡情况

癌症种类	分区域恶性肿瘤发病前十位				分区域恶性肿瘤死亡前十位			
	城市		农村		城市		农村	
	占比(%)	癌症种类	占比(%)	癌症种类	占比(%)	癌症种类	占比(%)	
肺癌	19.56	肺癌	20.74	肺癌	27.50	肺癌	26.32	
结直肠癌	10.97	胃癌	12.56	肝癌	13.15	肝癌	15.00	
乳腺癌	8.80	肝癌	11.03	胃癌	10.74	胃癌	14.60	
胃癌	8.72	食管癌	9.38	结直肠癌	9.32	食管癌	11.02	
肝癌	8.33	结直肠癌	8.18	食管癌	5.79	结直肠癌	6.26	
甲状腺癌	6.42	乳腺癌	6.34	胰腺癌	4.13	胰腺癌	2.98	
食管癌	4.12	甲状腺癌	3.17	乳腺癌	3.53	脑瘤	2.48	
子宫颈癌	2.68	子宫颈癌	3.04	白血病	2.40	乳腺癌	2.48	
脑瘤	2.64	脑瘤	2.79	淋巴瘤	2.33	白血病	2.28	
胰腺癌	2.55	白血病	2.28	脑瘤	2.33	淋巴瘤	1.79	
其他	25.21	其他	20.49	其他	18.78	其他	14.80	
合计	100	合计	100	合计	100	合计	100	

资料来源：中华肿瘤杂志，中银证券

中国恶性肿瘤发病率与死亡率存在城市与农村地区的差异，整体上看城市恶性肿瘤发病率高于农村，而农村恶性肿瘤死亡率高于城市。一方面，城市地区与农村地区存在癌症构成上的差别，农村地区癌种以上消化系统肿瘤如食管癌、胃癌、肝癌等预后较差的恶性肿瘤为主，而城市地区则以结直肠癌和乳腺癌等恶性肿瘤高发。另一方面，农村地区医疗资源不足，诊治水平相对较差，居民健康意识不足，也造成农村地区的恶性肿瘤生存率相对偏低。

### 中国恶性肿瘤生存率与发达国家仍然有一定的差距

目前我国恶性肿瘤生存率与发达国家还有一定差距。一方面我国高发恶性肿瘤为肝癌、胃癌和食管癌等预后较差的消化系统肿瘤，而欧美发达国家高发恶性肿瘤则以甲状腺癌、乳腺癌和前列腺癌等预后较好的肿瘤为主。另一方面，中国预后较好的肿瘤的五年生存率仍与发达国家存在差距。根据中华肿瘤杂志期刊文章信息，在中国，乳腺癌、甲状腺癌和前列腺癌的 5 年生存率为 82.0%、84.0% 和 66.4%，而发达国家相应肿瘤的 5 年生存率为 90.9%，98% 和 99.5%。

## 中国放疗市场有较大增长潜力

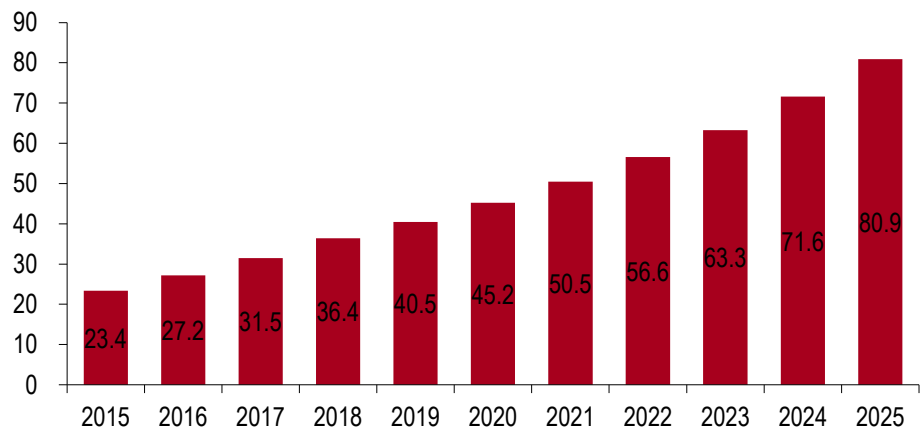
### 放疗治疗服务收入增长稳定

放疗常见病种前 15 名包括：肺癌、食管癌、乳腺癌、宫颈癌、直肠癌、鼻咽癌、脑转移癌、骨转移癌、胃癌、中枢神经系统肿瘤、喉癌、肝癌、口腔癌、下咽癌和口咽癌。而中国发病人数排名前十的癌症依次为肺癌、胃癌、结直肠癌、肝癌、乳腺癌、食管癌、甲状腺癌、子宫内膜癌、脑癌、胰腺癌，其中多项为放疗常见病种。

根据 NCI (National Cancer Institute)，放射性治疗可应用于多种疾病的治疗。在小细胞型肺癌的治疗中，化疗与放射性治疗是改善患者生存情况的有效治疗方式。非小细胞型肺癌少部分患者可以通过放疗结合化疗的方式治疗，对于大部分病人也可以作为姑息疗法使用。在胃癌的治疗中，对于未接受新辅助治疗的 II 期和 III 期患者，可以考虑进行术后放化疗。在肝癌的治疗中，传统放射治疗的作用受到肝脏对辐射的低剂量耐受性的限制。但是随着包括呼吸运动管理和图像引导放射治疗在内的放射治疗技术发展，更准确、更有针对性的放射治疗可以被交付到肝脏。这些技术使得在适形肝治疗在肝癌的治疗中变得可行。食管癌治疗中，对于微创可切除的食管癌患者单单手术切除就可以提供治愈的潜力，晚期可切除食管癌存在远距离转移和局部复发的风险，化疗、放射治疗和手术切除相结合的多联式治疗已成为标准护理方法。

2019 年中国肿瘤医院放射性治疗服务收入为 40.5 亿元，在整体肿瘤治疗服务收入中占比为 10.92%。中国肿瘤医院放射性治疗服务在 2015 年-2019 年由 23.4 亿人民币，增长至 40.5 亿人民币年复合增长率为 13.3% 高于中国肿瘤医院肿瘤医疗服务整体收入的年复合增速。弗洛斯特沙利文预测在 2020-2025 年中国肿瘤医院放射性治疗服务将从 45.2 亿人民币增长至 80.9 亿人民币，复合年增长率为 12.1%。

图表 12. 中国肿瘤医院放射性治疗服务收入情况 (单位: 十亿人民币)

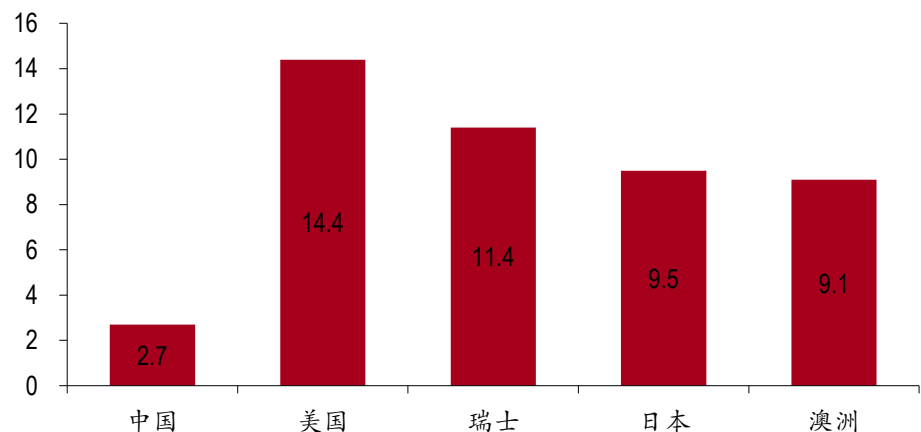


资料来源: Frost&Sullivan, 海吉亚招股书, 中银证券

### 放射治疗资源相对紧缺, 渗透率相较发达国家仍然较低

在中国放射性治疗的渗透率较低, 由于医疗资源的短缺放疗在中国的普及程度相对较低。在 2015 年, 中国仅有 23% 的肿瘤患者接受放疗, 而同年美国有 60% 的肿瘤患者在接受放疗。中国的放疗设备资源相对短缺, 2019 年中国每百万人口的放疗设备数目为 2.7 台, 而美国、瑞士、日本和澳洲的每百万人口的放疗设备数目为 14.4 台、11.4 台、9.5 台和 9.1 台。

图表 13.2019 每百万人口放疗设备数量



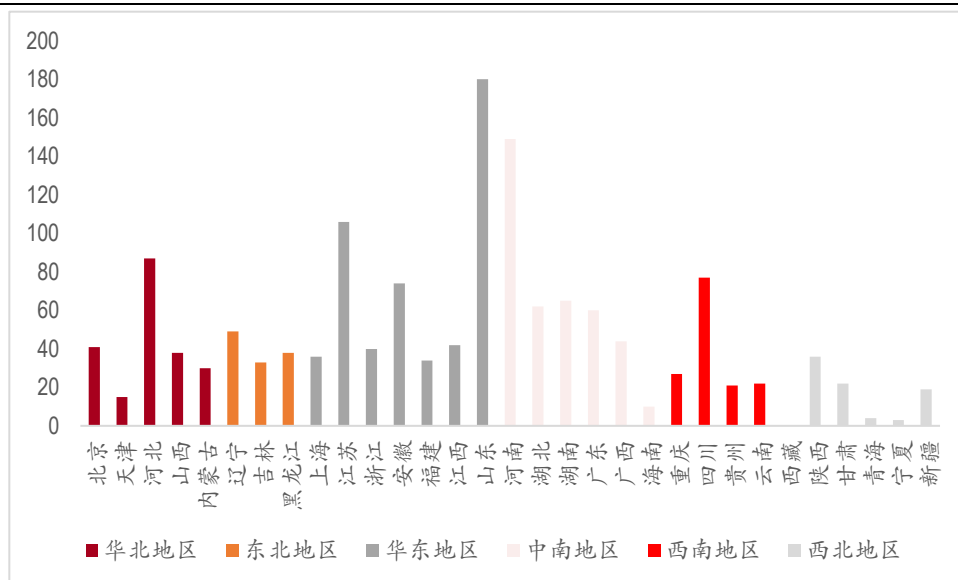
资料来源: 国际原子能机构, 中华医学会放射肿瘤治疗学分会, Frost&Sullivan, 中银证券

### 放疗机构仍以公立医院为主, 西南与西北地区放疗资源短缺

2018 年中国大陆地区开展放疗的单位共计 1463 家, 其中公立医院 1211 家, 部队医院 92 家, 民营医院 140 家, 其他性质 20 家。华北地区一共有 211 家机构提供放疗肿瘤治疗, 东北地区有 120 家, 中南地区有 512 家, 西南地区有 390 家, 而西北地区有 147 家。

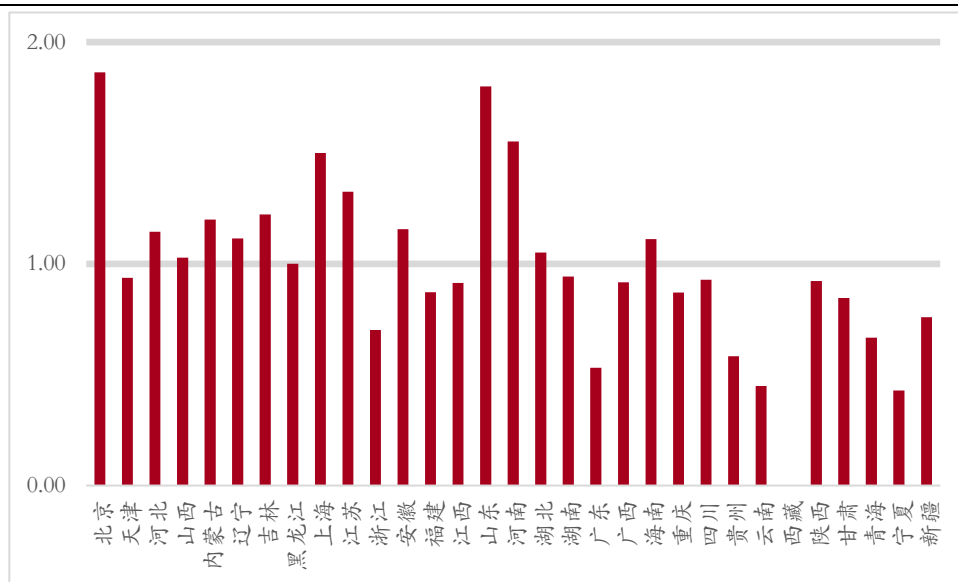
从每百万人口对应放疗机构数量, 中国大陆一半的地区每百万人对应的提供放疗治疗肿瘤治疗服务的机构不到 1 家。北京、上海、山东和河南情况较好, 每百万人对应的提供放疗肿瘤治疗的机构分别为 1.86, 1.50, 1.80 和 1.55。西南地区与西北地区的开展放疗的机构数量较少, 西南地区重庆、四川、贵州、云南的开展放疗的单位数量分别 27, 77, 21, 22, 西北地区陕西, 甘肃, 青海, 宁夏和新疆开展放疗的单位数量分别 36, 22, 4, 3, 19。西南地区 and 西北地区各地区每百万人对应开展放疗的单位数量均小于 1, 重庆、四川、贵州、云南每百万人对应的开展放疗的单位数量分别为 0.87, 0.93, 0.58 和 0.45, 西北地区陕西, 甘肃, 青海, 宁夏和新疆每百万人对应开展放疗的单位数量分别为 0.92, 0.85, 0.67, 0.43, 0.76。

图表 14. 中国大陆各地区放疗机构数量



资料来源：中国肿瘤：2019 年中国大陆地区放疗人员和设备基本情况调查研究，中银证券

图表 15. 中国大陆各地区每百万人口对应放疗机构数量



资料来源：中国肿瘤：2019 年中国大陆地区放疗人员和设备基本情况调查研究，中银证券

### 部分新技术使用仍然有限，相关设备资源相对短缺

新的放疗技术包括三维适形放疗技术（3D conformal radiotherapy）、静态调强放疗技术（static intensity-modulated radiotherapy, IMRT），旋转调强放疗技术（volumetric modulated arc therapy）、立体定向放疗技术（stereotactic body radiotherapy, SBRT），TOMO 等，这些放疗新技术的使用相较以往有所增加，有 5 家单位已开展或正在准备开展质子重离子治疗。

图表 16. 可开展放疗相关技术单位数量

	3D-CRT	IMRT	VMAT/rapid Arc	SBRT	Brachy-therapy	total skin electron	TOMO
2001	195	44	-	-	-	-	-
2006	579	115	-	-	-	-	-
2011	862	385	-	-	-	-	-
2015	999	708	112	233	-	-	15
2017	1,220	954	211	264	374	73	32
2019	1,272	1121	424	297	273	78	38

资料来源：中国肿瘤：2019 年中国大陆地区放疗人员和设备基本情况调查研究，中银证券

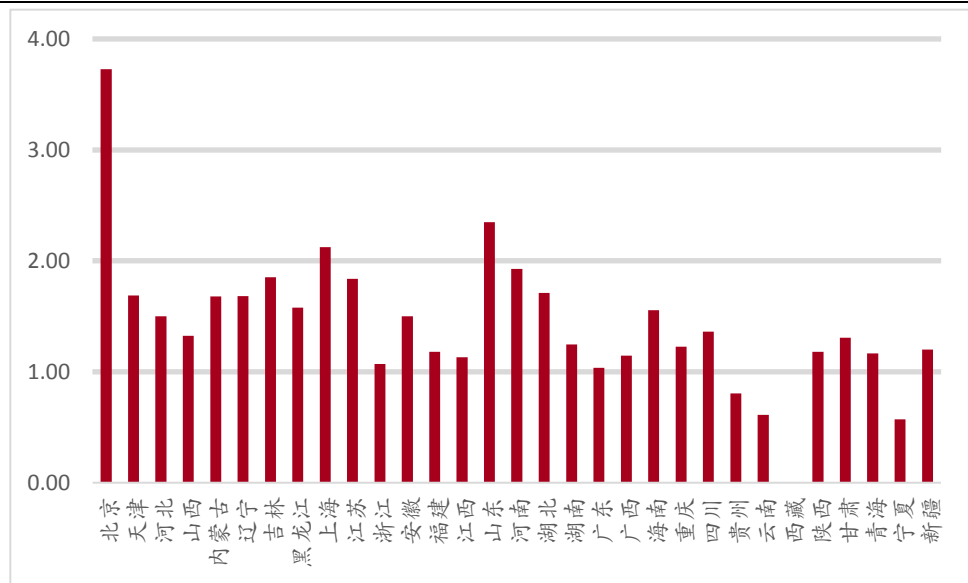
在中国有能力开展国际主流放疗技术三维适形放疗技术、静态调强放疗技术的单位占比分别 86.9% 和 76.6%，而能完成先进放疗技术例旋转调强放疗技术、立体定向放疗技术 SBRT 和 TOMO 技术的单位占比分别为 29.0%，20.3%和 2.6%，只有在少部分开展放疗的单位才能够使用旋转调强放疗技术、立体定向放疗技术 SBRT 和 TOMO 技术。

图表 17. 中国大陆各地区直线加速器与钴 60 设备数量

	人口 (百万)	直线加速器	钴 60 设备
北京	22	79	3
天津	16	26	1
河北	76	111	3
山西	37	48	1
内蒙古	25	40	2
辽宁	44	70	4
吉林	27	49	1
黑龙江	38	59	1
上海	24	50	1
江苏	80	145	2
浙江	57	60	1
安徽	64	94	2
福建	39	46	0
江西	46	52	0
山东	100	229	6
河南	96	182	3
湖北	59	100	1
湖南	69	81	5
广东	113	116	1
广西	48	55	0
海南	9	14	0
重庆	31	37	1
四川	83	97	16
贵州	36	28	1
云南	49	27	3
西藏			
陕西	39	45	1
甘肃	26	34	0
青海	6	7	0
宁夏	7	4	0
新疆	25	26	4

资料来源：中国肿瘤：2019 年中国大陆地区放疗人员和设备基本情况调查研究，中银证券

图表 18. 各地区每百万人对应直线加速器与钴 60 设备数量



资料来源：中国肿瘤：2019 年中国大陆地区放疗人员和设备基本情况调查研究，中银证券

WHO 组织规定的标准为每百万人口对应设备为 2-4 台，目前中国大陆仅有北京、上海和山东的每百万人口对应的直线加速器与钴 60 设备数量在 2 台以上。目前中国大陆一共有直线加速器 2021 台和钴 60 设备 66 台，人均对应每百万人口对应的直线加速器与钴 60 设备数量为 1.5 台，而贵州、云南和宁夏的每百万人口对应的直线加速器与钴 60 设备数量不到 1 台。

## 2、肿瘤治疗行业门槛

肿瘤治疗服务行业对于新进入者有一定的进入壁垒，包括前期资本投入、专业人才要求、品牌声誉等。肿瘤医院的建设需要巨额资金来购买筛查、诊断和治疗的设备，从投入建设到运行需要一定的时间，而开始运营后又需要一定的时间才能实现收支平衡。肿瘤治疗是一门专业性很强的专业，对医疗技术、肿瘤科技师水平和肿瘤专家经验与水平有很高的要求，培养经验丰富的优秀肿瘤专家需要耗费大量的时间和资源。新的肿瘤治疗服务市场进入者需要面临如何吸引和挽留专业肿瘤科技师和肿瘤专家的问题。另外，患者在选择癌症治疗机构时会格外谨慎，新的行业进入者需要面临如何取得病人信任和建立品牌声誉的问题。

### 肿瘤原理与治疗方法

在细胞分裂的过程中，DNA长链的碱基在复制中出现错误造成DNA基因序列的变化，这种情况被称作是DNA损伤。细胞的原癌基因（Proto-oncogene）被表达后合成的蛋白质和受体调控着细胞的增殖与分裂，原癌基因在DNA损伤的情况下发生突变成为致癌基因（oncogene），不能再完成调控细胞增殖与分裂的工作。在调控确实的情况下，一种可能性是细胞过度生长和分裂，影响其他细胞的生命活动。细胞存在修复机制，但是修复基因在自身突变的情况下无法进行修复工作。在这种情况下，抑癌基因（tumor suppressor genes）会启动细胞凋亡。如果抑癌基因出现变异，细胞凋亡程序无法被启动，那么发生变异的细胞就会摆脱抑癌基因的抑制。细胞膜表面存在着防止细胞分离过远的粘附分子，但是如果癌细胞的变异使粘附分子失去作用，癌细胞就具备了扩散的能力——具备扩散能力的肿瘤就是恶性肿瘤。肿瘤的常见治疗手段包括外科治疗、放射治疗、化学治疗、消融治疗、靶向治疗和免疫治疗。治疗手段的选择需要考虑肿瘤所在的组织、病人的具体情况和病人的日常体能状态等因素考虑。

### 手术治疗

外科医生通过手术的方式将肿瘤从患者体内移除，一般适用于位置固定、外围清晰的实体肿瘤。术通常需要切开皮肤、肌肉甚至骨头，手术需要一段时间才能恢复。手术治疗切除整个肿瘤，切除一部分肿瘤帮助其他治疗方法更好地发挥作用或缓解癌症症状根据NCCN（National Comprehensive Cancer Network）的临床指南，外科治疗在一般情况下使肿瘤治疗的优先手段。手术费用通常为每次人民币10000元至50000元。手术的治疗包括疼痛、感染、出血、附近组织损伤和麻醉反应。

根据NCI指南，有一些手术不需要使用手术刀进行，包括冷冻外科（Cryosurgery）、激光手术（Lasers）、热疗（Hyperthermia）和光动力治疗（Photodynamic Therapy）。冷冻外科是利用液氮或氩气产生的极冷来破坏不正常的组织组织，可用于治疗早期皮肤癌、视网膜母细胞瘤。激光可以非常精确地聚焦在微小的区域，用于精确的手术。同时，激光也可以用来缩小或破坏肿瘤或可能转化为癌症的生长。激光最常用于治疗身体表面或内脏内层的肿瘤，例如基底细胞癌、可能转化为癌症的宫颈病变、宫颈癌、阴道癌、食管癌和非小细胞肺癌。热疗将身体组织的一小部分暴露在高温下的治疗方法，通过高温损伤和杀死癌细胞，或使癌细胞对辐射和某些化疗药物更敏感。热疗并没有广泛应用，目前正在临床试验中进行研究。光动力疗法利用药物对某种光产生反应，当肿瘤暴露在这种光线下，这些药物就会变得活跃杀死附近的癌细胞。光动力疗法通常用于治疗或缓解皮肤癌、蕁样肉芽肿和非小细胞肺癌引起的症状。



## 消融治疗

医生在影像的指导下将穿刺针刺穿皮肤刺入肿瘤组织，高频射线穿过穿刺针对周围的组织进行加热，杀死附近的细胞。消融治疗常应用于造成问题的肿瘤的某一点，对于大部分癌症而言都不是基础的治疗方式。

肿瘤细胞所处的温度达到 50°C 左右时，细胞开始出现热损伤，温度达到 55°C 时胶原蛋白出现变性，温度达到 60°C 以上时细胞内线粒体、RNA 等重要结构就会遭到破坏，肿瘤细胞开始坏死。同时，当肿瘤细胞所在处温度降至 -4°C 到 -21°C 时，肿瘤细胞外周会形成冰晶开始脱水损伤，当温度降到 -40°C 时细胞内形成均质的冰晶，-40°C 被认为是细胞死亡的临界温度。

高温消融包括射频消融、微波消融、海扶聚焦超声、激光消融等，应用最广泛的是射频和微波消融。射频消融治疗将一根特制的射频针，在超声、CT 或腹腔镜等技术的引导下穿刺到肿瘤中心区域，发射射频脉冲能量，将肿瘤及其周围 0.5~1.0 厘米的组织一起加热到 70°C~100°C。消融一个肿瘤仅需数分钟到十几分钟，治疗完成将射频针退出留下后只留下射频针的大小。微波消融则是使用在微波针，微波针的某一点上含有一个 1 毫米大小的“微型微波炉”可以释放的微波磁场使周围的分子高速旋转运动并摩擦，瞬间升温到 100 度以上。微波消融治疗具有升温速度快、热场均匀、消融范围大等优点，相比射频消融可以应付更大的肿瘤。

冷冻消融治疗使用冷冻消融针插入人体，冷冻消融针内部可以被急速注入氩气使肿瘤组织在十几秒内被冷冻至 -120~-195°C 形成冰晶，在急速注入氩气升温使冰晶崩解，消灭肿瘤。新型的冷冻消融针采用酒精蒸汽升温，可使温度提高到 80°C。

## 放疗

用高能射线杀死恶性癌细胞或者其他良性肿瘤细胞，高能射线可以破坏癌细胞的 DNA，使他们死亡或者停止分裂。放射性治疗适用于多种癌症，包括实体瘤及血液瘤。放疗可以单独进行使用或者与手术、化疗相结合进行治疗。放疗费用通常为每次程序 10000 人民币至 30000 人民币。

根据 NCI 指南，放射治疗包括外部放射治疗（远距离放射治疗）和近距离放射治疗。外部放射治疗使用针对癌症的机器，是一种局部治疗，用于治疗身体的特定部位。外部放射治疗使用的粒子包括光子、质子和电子。现在大多数放射治疗机使用光子束，光子也用于 X 射线但使用的剂量较低。光子束可以束穿过人体时，沿着路径散射少量的辐射，到达身体深处的肿瘤。光子束到达肿瘤后不会停止，而是经过肿瘤进入正常组织。质子束和光子束一样也能到达身体深处的肿瘤，但是质子束不会在穿过的路径上散射辐射，且一旦到达肿瘤就会停止。医生认为质子束可能会减少正常组织暴露在辐射下的数量，但是质子设备的高成本和体积限制了它们的使用。电子是带负电荷的粒子，电子束不能穿过身体组织很远，因此用途仅限于皮肤上或体表附近的肿瘤。

近距离放射疗法是一种内照射疗法，将含有放射源的种子、带子或胶囊放在患者体内、肿瘤内或肿瘤附近。近距离放射治疗是一种局部治疗，只治疗身体的特定部位，常用于治疗头颈癌、乳腺癌、宫颈癌、前列腺癌和眼癌。低剂量率（LDR）放射源在患者体内保持 1 到 7 天，期间患者可能需要在医院度过，治疗结束后放射源和导管或治疗探头会被移除。高剂量率（HDR）植入物放射源一次只保留 10 到 20 分钟，然后被取出。在治疗过程中，导管或治疗探头可以保持在原位，也可以在每次治疗前放置到位。期间患者可能在医院，或者每天去医院把放射源放好。完成治疗后，放射源和导管或治疗探头会被移除。永久性植入物会一直留在患者体内，但是辐射一天比一天弱。

辐射不仅会杀死或减缓癌细胞的生长，还会影响附近的健康细胞，许多接受放射治疗的人都会感到疲劳。其他放射治疗的副作用取决于身体被治疗的组织。在放射治疗中受损的健康细胞通常在治疗结束后几个月内恢复，但是有些患者可能依然存在没有改善的副作用，有些副作用甚至可能在放疗结束数月或数年后出现。

## 化疗

化疗通过一种或者多种药物杀死癌细胞或者控制癌细胞的分裂，化学药物可以干扰核酸生物合成、影响 DNA 结构和功能、干扰 RNA 转录过程、干扰蛋白质合成。化疗杀的原理使阻断 DNA 合成蛋白的过程，增殖速度快的癌细胞被杀灭的概率比较大。化疗费用通常为每天人民币 50 元至 300 元。根据 NCI 指南，化疗可被用于治疗癌症，减少癌症复发的机会，或者阻止或减缓癌症的生长，或缓解癌症症状缩小引起疼痛和其他问题的肿瘤。化疗可以和其他疗法一起使用，包括：在手术或放射治疗前使肿瘤变小，即新辅助化疗；破坏手术或放射治疗后残留的癌细胞，即辅助化疗；帮助其他疗法更好地发挥作用；杀死已经返回或扩散到身体其他部位的癌细胞。

化疗的给药方式包括：口服、静脉注射（IV）、通过手臂、大腿或臀部的肌肉或手臂、腿或腹部脂肪部位的皮肤下注入、鞘内注射、腹腔内注射（IP）、动脉内（IA）注射和皮肤给药。化疗通常周期进行，一个周期包括一段时间的化疗治疗和一段时间的休息，休息期帮助身体恢复并生成新的健康细胞。

化疗有一定的副作用，化疗在杀死快速生长的癌细胞的同时，也会杀死快速生长和分裂的健康细胞或减缓生长速度，例如会伤害口腔和肠道中的细胞以及导致头发生长的细胞。这些对健康细胞的损害可能会引起副作用，包括口腔溃疡、恶心和脱发，这些副作用通常会在化疗结束后好转或消失。

## 靶向疗法

根据 NCI 指南，靶向治疗以促成癌细胞增殖及扩散的基因、蛋白质或组织环境为靶点，利用小分子药物或者单克隆抗体阻断剂干预细胞的增殖于扩散过程。常见的靶点包括细胞膜上生长因子受体和细胞膜分化抗原、细胞内的信号转导分子、细胞凋亡调节因子、肿瘤微环境等。随着研究人员对导致癌症的 DNA 变化和蛋白质的了解越来越多，可以更好地设计针对这些蛋白质的有希望的治疗方法。大多数靶向治疗是小分子药物或单克隆抗体。小分子药物很容易进入细胞，所以它们被用于细胞内的靶点。单克隆抗体，也被称为治疗性抗体，是实验室中产生的蛋白质。这些蛋白质被设计用来附着在癌细胞上已被发现的特定靶点上。一些单克隆抗体标记癌细胞，以便免疫系统更好地观察和破坏癌细胞。其他单克隆抗体直接阻止癌细胞生长或导致它们自毁，还有一些携带毒素到癌细胞。为了检测肿瘤的靶点，患者需要进行活检，医生会从患者体内取出一块肿瘤进行检查的过程。

靶向治疗消灭肿瘤通路包括：帮助免疫系统消灭癌细胞，靶向疗法可以标记癌细胞使免疫系统就更容易发现并摧毁它们，或增强免疫系统使其更好地对抗癌症；阻止癌细胞生长，你体内的健康细胞通常只有在接收到强烈的信号时才会分裂产生新的细胞，一些癌细胞表面的蛋白质发生了放出信号的变化，一些靶向疗法可以干扰这些蛋白质阻止它们告诉细胞分裂；阻止有助于形成血管的信号，肿瘤需要形成新的血管才能生长到一定的大小，新血管的形成是对肿瘤信号的反应，一些被称为血管生成抑制剂的靶向疗法可以干扰这些信号，以阻止血液供应的形成；向癌细胞输送细胞杀伤物质，一些单克隆抗体与毒素、化疗药物和放疗结合，附着在癌细胞表面的靶点上使癌细胞吸收杀死癌细胞，没有目标的细胞则不会受到伤害；导致癌细胞死亡，癌细胞可以避免正常细胞的凋零过程，一些靶向治疗可以使癌细胞经历正常的细胞凋亡；使癌症缺乏生长所需的激素，一些乳腺癌和前列腺癌需要某些激素才能生长，激素疗法阻止你的身体产生特定的激素或阻止荷尔蒙作用于细胞。

靶向治疗费用通常为 400 人民币至 800 人民币每天。靶向治疗的缺陷一方面在于癌细胞会对靶向治疗产生耐药性，因此靶向治疗与其他类型的靶向治疗或其他癌症治疗一起使用效果可能最好。另一方面，针对某些靶点的药物很难开发。靶向治疗的副作用取决靶向治疗的类型和人体对治疗的反应，常见的副作用包括腹泻和肝脏问题。其他副作用可能包括血液凝结和伤口愈合问题、高血压、疲劳、口腔溃疡、指甲变化、头发颜色减少和皮肤问题。有很多药物可以防止副作用的发生，或在副作用发生后立即治疗，大多数靶向治疗的副作用在治疗结束后消失。

## 免疫疗法

根据 NCI 指南说明，免疫疗法是一种生物疗法，利用生物制成的物质治疗癌症的疗法。免疫系统检测并破坏异常细胞，很可能阻止或抑制许多癌症的生长。但是癌细胞也有办法避免被免疫系统破坏，例如它们的基因改变使免疫系统看不到它们，在它们的表面有蛋白质可以关闭免疫细胞，改变肿瘤周围的正常细胞从而干扰免疫系统对癌细胞的反应。免疫疗法帮助免疫系统更好地对抗癌症。

癌症治疗疫苗是一种通过增强人体对癌症的自然防御来治疗癌症的免疫疗法，被设计用于那些已经患了癌症的人，他们的作用是对抗癌细胞。癌细胞含有一种称为肿瘤相关抗原的物质，这种物质在正常细胞中不存在，或者如果存在的话，含量较低。治疗疫苗可以帮助免疫系统学会识别和反应这些抗原，并摧毁含有它们的癌细胞。癌症治疗疫苗主要有三种制造方法：由患者自己的肿瘤细胞制成；由肿瘤相关抗原制成；由患者自己的树突状细胞制成，树突状细胞疫苗会刺激免疫系统对肿瘤细胞上的抗原作出反应。

T 细胞转移疗法可以使免疫细胞更好地攻击癌症，主要包括两种：肿瘤浸润淋巴细胞 (TIL) 治疗和 CAR-T 细胞治疗。两者都涉及到收集患者的免疫细胞，在实验室里培养大量的这些细胞，再将细胞注射回患者体内。T 细胞转移疗法又称过继细胞疗法、过继免疫疗法和免疫细胞疗法。TIL 疗法使用肿瘤中的 T 细胞浸润淋巴细胞，医生在实验室测试这些淋巴细胞，以找出哪些淋巴细胞最能识别病人的肿瘤细胞，并使这些细胞大量增殖。位于肿瘤内部或附近的淋巴细胞已经显示出识别肿瘤细胞的能力，但是它们可能不足以杀死肿瘤或克服肿瘤释放的抑制免疫系统的信号，将大量对肿瘤反应最好的淋巴细胞输入人体可以帮助患者克服这些障碍。CAR-T 中的 CAR 是嵌合抗原受体 (chimeric antigen receptor) 的缩写。CAR-T 疗法需要从患者体内 T 细胞，将可以识别肿瘤抗原的 TCR (T cell receptor) 转导入 T 细胞，再回输到患者体内。2017 年 8 月 30 日，首个 CAR-T 疗法获批，FDA 批准诺华公司的 CAR-T 新药 Kymriah (曾用名 CTL019)，治疗儿童和 25 岁以下年轻人中复发或难治性的急性 B 细胞淋巴瘤性白血病 (ALL) 患者。CAR-T 疗法存在着一定的不良反应，包括细胞因子风暴和神经毒性。

免疫系统重免疫检查点的作用是防止免疫反应过于强烈以至于破坏体内的健康细胞。T 细胞表面上的蛋白质识别并结合其他细胞 (例如一些肿瘤细胞) 上的伴侣蛋白时，免疫检查点会发生作用。当检查点蛋白质和伴侣蛋白结合在一起时，它们会向 T 细胞发送“关闭”信号，阻止免疫系统摧毁癌症。免疫检查点抑制剂通过阻断检查点蛋白与其伴侣蛋白结合起作用，防止发送“关闭”信号，从而使 T 细胞杀死癌细胞。一种这样的药物作用于检查点蛋白 CTLA-4，其他免疫检查点抑制剂则是针对 PD-1 或其伴侣蛋白 PD-L1 起作用。

一些单克隆抗体也是免疫疗法，这些单克隆抗体有助于免疫系统对抗癌症。例如，一些单克隆抗体标记癌细胞，以便免疫系统更好地识别和破坏它们。例如，利妥昔单抗 (rituximab) 与 B 细胞和某些类型的癌细胞上称为 CD20 的蛋白质结合，导致免疫系统杀死它们。

## 治疗方法的选择取决于组织细胞来源

肿瘤治疗方法的选择取决于细胞组织的来源，同时还要考虑肿瘤发展的阶段、肿瘤大小和病人的自身情况。对于一些情况，治疗会采取多种治疗方式联合的手段。例如，在肠癌的治疗中基本的化疗方案上会根据肿瘤分期和基因检测采用不同的靶向药。在肝癌等实体肿瘤的治疗中，局部消融联合免疫治疗已经成为一种治疗手段。消融可以通过局部控制肿瘤降低肿瘤负荷，减轻症状。同时，消融可以死使肿瘤抗原暴露从而增强免疫反应，免疫治疗不敏感者变得敏感起来，疗效得到提高。中国发病人数排名前十的癌症依次为肺癌、胃癌、结直肠癌、肝癌、乳腺癌、食管癌、甲状腺癌、子宫内腺癌、脑癌、胰腺癌。

## 肺癌治疗建议

肺癌分为非小细胞型肺癌和小细胞型肺癌，在小细胞肺癌病例中只有少部分肿瘤很小且未扩散情况建议采取手术治疗，而放疗与化疗是改善患者生存情况的有效方法。小细胞肺癌具有高度的放射敏感性，胸部放疗可提高局限性疾病（LD）或扩散期疾病（ED）肿瘤患者的生存率。化疗能提高局限性疾病（LD）或扩散期疾病（ED）患者的生存率，但只有少数患者能治愈小细胞肺癌患者容易发生远处转移，手术切除和放疗的局部治疗形式很少能让患者长期生存。在治疗方案后纳入将当前化疗后，患者生存期可有效延长，与未接受治疗的患者相比中位生存期至少提高了 4 到 5 倍。最广泛使用的标准化疗方案是铂（platinum）和足叶乙甙（etoposide）联合应用。

图表 19. NCI 关于 SCLC 的治疗建议

肿瘤阶段	治疗手段
LD 局限性 SCLC	化疗和放疗、单独化疗、手术后化疗或放疗、预防性脑照射
ED 扩散期 SCLC	免疫节点调整、化疗、放疗胸部放射治疗、预防性脑照射
复发 SCLC	化疗、免疫节点调整、姑息治疗

资料来源：National Cancer Institute, 中银证券

在非小细胞肺癌的治疗中，除了最局限的癌症，标准治疗的结果很较差。手术是目前最有效的治疗方法，术后化疗可能为非小细胞肺癌患者提高疗效。放射治疗联合化疗能治愈少数病人，并能减轻大多数病人的痛苦。预防性头颅照射可降低脑转移的发生率，对生存率的影像和对晚期疾病患者生活质量的影响尚不明确。化疗或表皮生长因子受体（EGFR）激酶抑制剂对中位生存率有一定的改善。化疗对晚期非小细胞肺癌患者的疾病相关症状有短期改善，瘤相关症状可以通过化疗得到控制，从而保证患者整体生活质量。分子靶向治疗的发展可以提高转移性疾病患者亚群的生存率，特别是 EGFR、MAPK 和 NSCLC 亚群中的 PI3K 信号通路可能决定了 NSCLC 的药物敏感性和对激酶抑制剂的原发性或获得性耐药机制。

图表 20. NCI 关于 NSCLC 的治疗建议

肿瘤阶段	治疗手段
Stage 0	手术、支气管内治疗
Stage I	手术、放疗
Stage II A、IIB	手术、辅助性化疗、新辅助化疗、放疗
Stage IIIA 可切除情况	手术、新辅助化疗、辅助化疗
Stage IIIA 不可切除情况	放疗、化疗
Stage IIIA 肺上沟肿瘤	放疗、手术、化疗后手术
Stage IIIA 侵犯胸壁的肿瘤	手术、手术和放疗、放疗化疗结合放疗或手术
Stage IIIB and IIIC	序贯或同期化疗和放疗、放疗剂量递增同步放化疗、序贯或同期化疗和放疗前后进行附加系统治疗、放疗
Stage IV 早期、复发 NSCLC	结合细胞毒素化疗、化疗结合单克隆抗体、前线化疗后维持治疗、EGFR 酪氨酸激酶抑制剂、ALK 抑制剂、BRAF V600E 和 MEK 抑制剂、ROS1 抑制剂、免疫节点抑制剂、Everolimus
Stage IV 晚期、复发 NSCLC	化疗、ERFG 靶向治疗、ALK 靶向治疗、BRAF V600E 和 MEK 抑制剂、ROS1 靶向治疗、NTRK 抑制剂、免疫治疗、Everolimus

资料来源：National Cancer Institute, 中银证券

## 胃癌治疗建议

根治性手术是以治愈为目标的标准治疗形式，然而肿瘤床和区域淋巴结局部复发的发生率仍然很高。对于 I 期胃癌患者的病人，手术切除包括局部淋巴结切除术是首选治疗方法。如果病变不在心食管交界处且不弥漫性累及胃，则胃大部切除术是首选治疗。当病变涉及贲门时，近端胃大部切除术或全胃切除术（包括足够长的食管）可能是出于治愈目的进行的。如果病变弥漫性累及胃，则需要全胃切除术。至少，手术切除包括越来越小的曲率胃周区域淋巴结。对于具有良好风险特征、具有较低的淋巴结转移风险的早期肿瘤患者，可以使用内镜黏膜切除术（EMR），由经验丰富的内镜医师进行治疗，并进行密切监测。对于淋巴结阳性（T1 N1）和肌肉浸润（T2 N0）疾病的患者，可考虑术后放化疗。

对于 II 期和 III 期胃癌患者，由于局部和远处复发的高风险，除手术外还应考虑围手术期和术后治疗。局部淋巴结清扫术的手术切除是 II 期和 III 期胃癌患者的首选治疗方法，所有符合条件的患者均接受手术。如果病变不在心食管交界处且不弥漫性累及胃，则胃大部切除术是选择的程序。当病变累及贲门时，可以根据治愈意图进行近端胃大部切除术或全胃切除术。如果病变弥漫性累及胃，可能需要进行全胃切除术和适当的淋巴结切除术。对于未接受新辅助治疗的 II 期和 III 期胃癌患者，可考虑术后放化疗。

## 肝癌治疗建议

对于肝细胞癌（HCC）患者的治疗的选择很复杂，需要考虑的因素包括：潜在的肝功能，肿瘤的范围和位置 and 患者的一般状况。通常，HCC 患者由包括肝病学家，放射科医师，介入放射科医师，放射肿瘤学家，移植外科医生，外科肿瘤学家，病理学家和医学肿瘤学家在内的多学科团队进行评估。当通过手术切除或肝移植切除 HCC 时，可获得最佳生存率。手术切除通常在局限性 HCC 和足够功能性肝储备的患者中进行。对于失代偿期肝硬化和孤立性病变更（<5 cm）或早期多灶性疾病（≤3 个病变，直径 ≤3cm）的患者，最佳选择是肝移植，但肝脏供体的有限可用性限制了使用这种方法。在 HCC 的非治愈性治疗中，经肝动脉化疗栓塞术（transarterial chemoembolization）和索拉非尼（sorafenib）已被证明可以提高生存率。对于治疗，HCC 可分为以下两大类：可获得潜在治愈性治疗的肿瘤（BCLC 0 期，A 期和 B 期）和没有治愈选择的肿瘤（BCLC C 和 D 期）。

在肿瘤可以经皮肤或微创手术进入的情况下可使用消融特别有用，因为早期肝细胞癌位于肝脏中心，在不过度牺牲功能的前提下很难进行手术切除。消融治疗实现方式包括：温度变化、接触化学物质、细胞膜的直接损伤。对于病变附近胆管，膈肌，或其他可能在治疗过程中受伤的腹腔内器官，消融治疗是相对禁忌的。此外，当肿瘤位于主要血管附近时，血管内的血流可能会阻止热消融技术达到最佳温度，阻止肿瘤完全坏死。

对于没有肝外疾病且不能接受手术或经皮消融的肝癌患者，可以考虑 TAE-TACE。经动脉栓塞 TAE（transarterial embolization）是治疗肝细胞癌最常用的一种方法。正常肝脏组织的大部分血供来自门静脉，而肿瘤的血流主要来自肝动脉。同时，与周围正常的肝组织相比，肝癌肿瘤通常具有高血管性的特点。供血动脉分支的阻塞可能导致肿瘤血流减少，导致肿瘤缺血坏死。栓塞剂，例如微球和颗粒，也可以在化疗栓塞、动脉化疗栓塞和经动脉化疗栓塞术 TACE（transarterial chemoembolization）期间与碘油或其他乳化剂混合的集中剂量化疗剂一起施用。对于肝硬化患者中，任何对动脉血供的干扰都可能与显著的发病率相关，而对于肝失代偿患者中，TAE-TACE 可增加肝衰竭的风险。

传统肝癌放射治疗的作用受到肝脏对辐射的低剂量耐受性的限制。然而，最近放射治疗的技术发展，可以做到使更精确和有针对性的放射治疗被输送到肝脏，适形肝照射已成为可行的治疗局灶性肝癌的方法。

图表 21. NCI 关于 HCC 的治疗建议

肿瘤阶段	治疗手段
Stages 0, A, and B	手术、肝移植、消融治疗
Stages C and D	经动脉栓塞术、经导管肝动脉化疗栓塞、靶向治疗（多激酶抑制剂）、二线免疫治疗、放疗
复发阶段	肝移植、外科手术切除、消融治疗、姑息治疗

资料来源：National Cancer Institute，中银证券

## 结肠癌治疗建议

结肠癌患者有不同类型的治疗方法，包括七种标准治疗方法：外科手术、射频消融、冷冻手术、化疗、放射治疗、靶向治疗和免疫治疗。

手术是结肠癌所有阶段最常见的治疗方法，对于 0-III 期直肠癌患者，手术都是标准的治疗手段。对于在很早的阶段发现癌症，医生可以在不切开腹壁的情况下将带有切割工具的管子穿过直肠进入结肠并切除癌症，进行局部切除。如果在息肉（组织的小凸起区域）中发现癌症，则该手术称为息肉切除术。如果癌症较大，医生需要进行部分结肠切除术，切除癌症和周围少量健康组织，再将结肠的健康部分缝合在一起。医生通常还会切除结肠附近的淋巴结并检查是否含有癌症。如果医生无法将结肠的两端缝合在一起，则需要进行结肠造口术，在身体外侧制作造口以使废物通过。

图表 22. NCI 关于结肠癌的治疗建议

肿瘤阶段	治疗手段
Stage 0	外科手术
Stage I	外科手术
Stage II、	外科手术
Stage III	外科手术，辅助化疗

资料来源：National Cancer Institute，中银证券

直肠癌的治疗因为局部复发的风险增加，总体预后较差。除了确定直肠癌手术的目的外，重要的是要考虑与维持或恢复正常肛门括约肌，泌尿生殖功能和性功能有关的治疗问题。直肠癌的治疗方法是多模式的，涉及具有胃肠病学，医学肿瘤学，外科肿瘤学，放射肿瘤学和放射学专业知识的多学科癌症专家团队。

图表 23. NCI 关于直肠癌的治疗建议

肿瘤阶段	治疗手段
Stage 0	直肠癌息肉切除术或手术
Stage I	直肠癌手术（或结合放化疗）
Stage II、Stage III	术前放化疗，术前放疗后进行手术和化疗，术后放化疗，主要放化疗后对完整的临床反应者进行强化监测
复发阶段	手术（或有化疗或放疗）；一线化疗和靶向治疗；二线化疗；姑息治疗
肝转移	外科手术，新辅助化疗，局部消融，辅助化疗，肝切除术后动脉内化疗

资料来源：National Cancer Institute，中银证券

直肠癌患者的主要治疗方法是手术切除原发肿瘤。手术治疗方法根据以下情况而有所不同：肿瘤位置，疾病阶段和是否存在高风险特征。术前放化疗是直肠癌的新辅助治疗，对于 II 期和 III 期患者是首选治疗选择。同时，对于 II 期或 III 期直肠癌患者也可进行术后放化疗。

## 乳腺癌治疗建议

对于早期、局部或可手术乳腺癌的标准治疗选择包括：手术、术后放疗、术后全身治疗和术前全身治疗。全身治疗涉及化疗和靶向治疗。阶段和分子特征决定了辅助全身治疗的必要性和所用方式的选择。例如，激素受体（ER 和/或 PR）阳性的患者将接受激素治疗。HER2 过表达是使用佐剂曲妥珠单抗的指征，通常与化疗联合使用。

以治愈意图提供的多模式治疗是局部晚期或炎性乳腺癌患者的护理标准，局部晚期或炎性乳腺癌的标准治疗选择可包括：保乳手术或全乳切除术与腋窝淋巴结清扫术、化疗、放射治疗和激素治疗。对于术前化疗有反应的患者，局部治疗可能包括全乳房切除术和腋窝淋巴结清扫术，然后对胸壁和局部淋巴管进行术后放疗。对于术前化疗有良好部分或完全反应的患者，可考虑保乳治疗。随后的全身治疗可能包括进一步的化疗，对 ER 阳性或 ER 未知肿瘤患者进行激素治疗。

## 手术、介入治疗和放疗门槛相对较高

化疗治疗方案相对标准,选择有限,例如肠癌基本化疗方案仅有 FOLFOX 和 FOLFIRI 两种且均包含 5-fu。化疗可由优质的医生为患者制定好化疗方案后并观察一段时间确认治疗有效后,可以让病人到其他医院接受化疗,在这个过程中可以实现病人从三级医院向二级医院分流,从大城市排名靠前的公立肿瘤医院向地方医院分流。靶向治疗技术相对较新,使用范围有限。靶向治疗需要对病人进行基因检测,根据检测结果结合肿瘤分期进行给药。靶向技术难点在于药物开发端,给药方式相对简单。

通过手术的方式是肿瘤治疗常见手段,根据 NCCN 指南手术在大部分可行的情况下是优先手段。手术需要医生进行操作,对医生水平与经验要求高。同时,手术还涉及麻醉的问题,并面临术后感染的问题,对于医院的整体水平都有较高。介入治疗同样需要医生的操作,同时需要影像引导设备的指引,并需要使用相应的工具,例如射频针、氩氦刀等。

放疗流程复杂,对于设备和医疗工作人员水平都有较高的要求。放射治疗往往需要一个团队进行:受过专门的放射治疗癌症的训练放射肿瘤学家负责监督放射治疗计划;辐射物理师负责确保辐射设备正常工作,让患者接受辐射肿瘤学家规定的确切剂量;剂量师负责帮助放射肿瘤学家设计治疗计划;放射治疗师或放射治疗技术负责操作放射设备,并为病人安排每次治疗的位置。放疗对于医疗工作人员的水平有较高的要求,放疗从制定放疗计划到具体治疗的实施,每个环节都需要花费医疗工作人员大部分的精力。

### 放疗流程复杂环节多

放疗治疗是一个复杂的过程,病人从进入门诊到进行治疗到后续评估需要经历一系列的流程。在外照射(远距离放射)治疗中,放疗机在体外用高能射线或粒子来瞄准癌肿常用设备包括 X 线治疗机、钴 60 治疗机和直线加速器等。近距离放射治疗把高强度的微形放射源送入人体腔内或配合手术插入肿瘤组织内,进行近距离照射。近距离照射可使大量无法手术治疗、外照射又难以控制或复发的病人获得再次治疗的机会,并有肯定的疗效。

图表 24. 放疗外照射治疗流程



资料来源: IAEA 国际原子能机构, 中银证券

图表 25. 放疗外照射治疗流程



资料来源：IAEA 国际原子能机构，中银证券

### 放疗需要一定的设备投入

肿瘤属于相对较难治疗的疾病，放射治疗服务有一定的门槛。放射治疗对设备与人员均有较高的要求，需要一定的设备的投入与专业人员的培养。设施包括放疗区域建筑和相关临床空间、放射治疗设备、质量控制设备和治疗规划系统等。

### 设备要求

图表 26. 放疗项目设置要求

公司名称	设备要求
建筑	一个兆伏的掩体；正射装置的 X 射线掩体；高剂量率（HDR）掩体或低剂量率（LDR）房间；模拟器室；暗示；制模室；剂量师物理师室；充足的临床空间
外照射治疗	单光能量远程治疗装置；正射装置；光束测量和 QA 质量控制 + RP 射线保护 设备；模拟器（最好是 CT 模拟器，否则需要访问 CT）；计算机化的治疗规划系统（TPS）；薄膜加工设备；患者固定装置和模具室设备
近距离照射治疗	X 射线 C 臂；计算机化的 TPS（Treatment Planning System）；全系列施用器；质量保证设备
团队	4-5 名放射肿瘤学家；3-4 名物理师；7 名放疗技术专家；1 名肿瘤护士；1 名维护技师/工程师

资料来源：IAEA 国际原子能机构，中银证券

### 放疗对人员要求

放射治疗对医疗人员团队有较高的要求，放射治疗从患者进入门诊诊断到治疗的执行和治疗效果的评估，每个环节都需要医疗人员的参与。放射肿瘤学家放射肿瘤学家与其他肿瘤学专家一起将决定整体临床治疗方案，物理师和放射治疗技术专家一起，将建立程序手册并进行记录，确定治疗程序的技术和特定放射治疗部分（包括定位、固定、成像和规划）。物理师将需要准备与每种治疗类型相关的技术工作说明，例如剂量和治疗时间的计算程序、源处理和相关质量控制步骤。在需要安装直线加速器的情况下，维护技术人员和支持人员还需要一定培训。



图表 27. 放疗流程各环节涉及人员

	核心工作人员	支持工作人员
临床评估	放射肿瘤学家	
	放射肿瘤学家	
治疗决策	RTT-制模室	放射肿瘤学家
	剂量师	物理师
靶区体积定位		
靶区体积确定	放射肿瘤学家	剂量师
		RTT-Sim
鉴定敏感器官	放射肿瘤学家	剂量师
		RTT-Sim
轮廓构造	TPS 治疗规划系统	物理师
		RTT-Sim
		剂量师
治疗规划		
射线光束录入计算机	物理师	
计算射线光束	物理师	剂量师
保护区域与治疗辅助	剂量师	放射肿瘤学家
	RTT-制模室	物理师
分析可选择方案	放射肿瘤学家	剂量师
	物理师	RTT-TPS
选择治疗方案	放射肿瘤学家/物理师	
	/剂量师	
剂量计算	剂量师	物理师
射线光束开启时长计算	RTT-TPS	
	剂量师	
	物理师	
模拟/验证治疗方案	放射肿瘤专家	剂量师
	RTT-Sim	物理师
治疗执行		
第一日设置	放射肿瘤专家	剂量师
	剂量师	物理师
	RTT	剂量师
定位影像	放射肿瘤专家	物理师
	RTT	
日常治疗	RTT	
治疗中评估	放射肿瘤专家	
	RTT	
后续跟踪检查	放射肿瘤专家	
	护士	

资料来源：IAEA 国际原子能机构，中银证券

中国大陆 2018 年从事放疗工作人员共 29096 人，其中医师 14565 人，物理师 4172 人，技师 8940 人，工程师 1409 人。高级职称，中级职称和初级职称物理师在物理师中的占比分别为 11.2%，40.7%和 48.1%。按照国际原子能机构的指导建议，一名物理师一年内最多负责 400 位病人。我国 2015 年的恶性肿瘤患者已达 392.9 万人，恶性肿瘤患者中有 60%-70% 需要接受放疗的治疗，大约有 255 万人需要放疗治疗。相当于需要约 6384 名物理师，而我国目前物理师仅有 4172 人，目前在物理师方面存在人才缺口。同时，物理师的学习曲线很长，而放疗的水平受到物理师经验的影像，但是在我国物理师中高级职称仅占 11.2%。

## 进行放射治疗的医疗机构应满足相应条件

卫生部于2006年一月发布《发布放射管理规定》，国家卫计委于2016年一月进行修订。规定要求具有经核准登记的医疗机构开展放射诊疗工作，应当具备以下基本条件：医学影像科诊疗科目；具有符合国家相关标准和规定的放射诊疗场所和配套设施；具有质量控制与安全防护专（兼）职管理人员和管理制度，并配备必要的防护用品和监测仪器；产生放射性废气、废液、固体废物的，具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案；具有放射事件应急处理预案。在人员方面，开展放射治疗工作的，应当具有：中级以上专业技术职务任职资格的放射肿瘤医师；病理学、医学影像学专业技术人员；大学本科以上学历或中级以上专业技术职务任职资格的医学物理人员；放射治疗技师和维修人员。

医疗机构设置放射诊疗项目，应当按照其开展的放射诊疗工作的类别，分别向相应的卫生行政部门提出建设项目卫生审查、竣工验收和设置放射诊疗项目申请：开展放射治疗、核医学工作的，向省级卫生行政部门申请办理；开展介入放射学工作的，向设区的市级卫生行政部门申请办理；开展X射线影像诊断工作的，向县级卫生行政部门申请办理。

新建、扩建、改建放射诊疗建设项目，医疗机构应当在建设项目施工前向相应的卫生行政部门提交职业病危害放射防护预评价报告，申请进行建设项目卫生审查。立体定向放射治疗、质子治疗、重离子治疗、带回旋加速器的正电子发射断层扫描诊断等放射诊疗建设项目，还应当提交卫生部指定的放射卫生技术机构出具的预评价报告技术审查意见。

医疗机构在开展放射诊疗工作前，应当提交资料向相应的卫生行政部门提出放射诊疗许可申请，资料包括：放射诊疗许可申请表；《医疗机构执业许可证》或《设置医疗机构批准书》（复印件）；放射诊疗专业技术人员的职业资格证书（复印件）；放射诊疗设备清单；放射诊疗建设项目竣工验收合格证明文件。卫生行政部门作出审查决定后对合格的予以批准，发给《放射诊疗许可证》。医疗机构取得《放射诊疗许可证》后，到核发《医疗机构执业许可证》的卫生行政执业登记部门办理相应诊疗科目登记手续。

开展放射治疗的医疗机构，在对患者实施放射治疗前，应当进行影像学、病理学及其他相关检查，严格掌握放射治疗的适应证。对确需进行放射治疗的，应当制定科学的治疗计划，并按照下列要求实施：对体外远距离放射治疗，放射诊疗工作人员在进入治疗室前，应首先检查操作控制台的源位显示，确认放射线束或放射源处于关闭位时，方可进入；对近距离放射治疗，放射诊疗工作人员应当使用专用工具拿取放射源，不得徒手操作；对接受敷贴治疗的患者采取安全护理，防止放射源被患者带走或丢失；在实施永久性籽粒插植治疗时，放射诊疗工作人员应随时清点所使用的放射性籽粒，防止在操作过程中遗失；放射性籽粒植入后，必须进行医学影像学检查，确认植入部位和放射性籽粒的数量；治疗过程中，治疗现场至少应有2名放射诊疗工作人员，并密切注视治疗装置的显示及病人情况，及时解决治疗中出现的问题；严禁其他无关人员进入治疗场所；放射诊疗工作人员应当严格按照放射治疗操作规范、规程实施照射；不得擅自修改治疗计划；放射诊疗工作人员应当验证治疗计划的执行情况，发现偏离计划现象时，应当及时采取补救措施并向本科室负责人或者本机构负责医疗质量控制的部门报告。

## 先进的放疗技术可提高放射治疗水平

放疗使用射线对肿瘤进行杀伤，射线在杀伤肿瘤的同时也会对正常组织造成不利影像，因此人能承受的射线造成的辐射剂量有限。先进的放疗技术依托于各项设备，减少辐射对正常组织的伤害，使射线集中于病变位置，从而更有效地杀伤肿瘤组织。

### 放疗技术发展历程

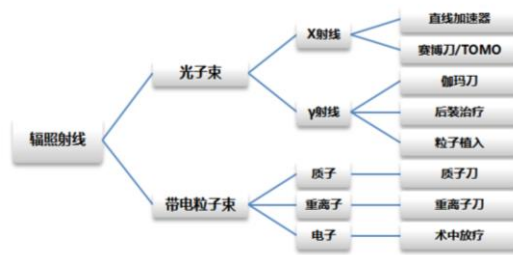
1896年，德国物理学教授威廉·康拉德·伦琴（Wilhelm Conrad Roentgen）发表了一篇题目是“关于一种新的射线”的演讲，伦琴称之为“X射线”。在3年内，辐射被用于治疗癌症。1901年伦琴获得了第一个诺贝尔物理学奖。放射治疗从镭和相对低电压的诊断仪开始，在法国当人们发现每天剂量的辐射超过几个星期大大提高了病人治愈的机会，放疗技术出现重大的突破。从那时起，放射治疗的方法和设备稳步改进。

20 世纪初，在放射开始被用于诊断和治疗后不久，人们发现放射不仅能治愈癌症而且能引起癌症。许多早期的放射科医生用他们手臂的皮肤来测试他们的放射治疗机的辐射强度，寻找一种能产生类似晒伤的粉红色反应（红斑）的剂量，这被认为是一个适当的每日辐射部分估计——他们中的许多人因为经常暴露在辐射下而患上白血病。放疗会对病人造成一定的副作用，副作用的情况取决于癌症的类型、位置、病人原本的健康状况和被给予的辐射剂量。在 20 世纪的最后 25 年里，辐射物理学和计算机技术的进步使得更精确的放射治疗成为可能。

## 立体定向放射外科 (SRS)

立体定向放射外科 (SRS) 利用许多精确聚焦的放射束来治疗脑、颈、肺、肝、脊柱和身体其他部位的肿瘤和其他问题。立体定向放射外科使用三维成像技术，将高剂量的辐射对准受影响区域，对周围健康组织的影响最小。立体定向放射外科像其他形式的辐射一样，通过损伤靶细胞的 DNA 来起作用，受影响的细胞随后失去繁殖能力，从而导致肿瘤缩小。全身放射外科用于治疗肺、肝、肾上腺和其他软组织肿瘤，治疗通常包括多次（三到五次）疗程，而脑和脊柱的立体定向放射外科通常在一个疗程内完成。在立体定向放射外科手术中，医生常使用的技术包括直线加速器 (LINAC)、伽马刀和质子束治疗。

图表 28. 放疗辐射射线

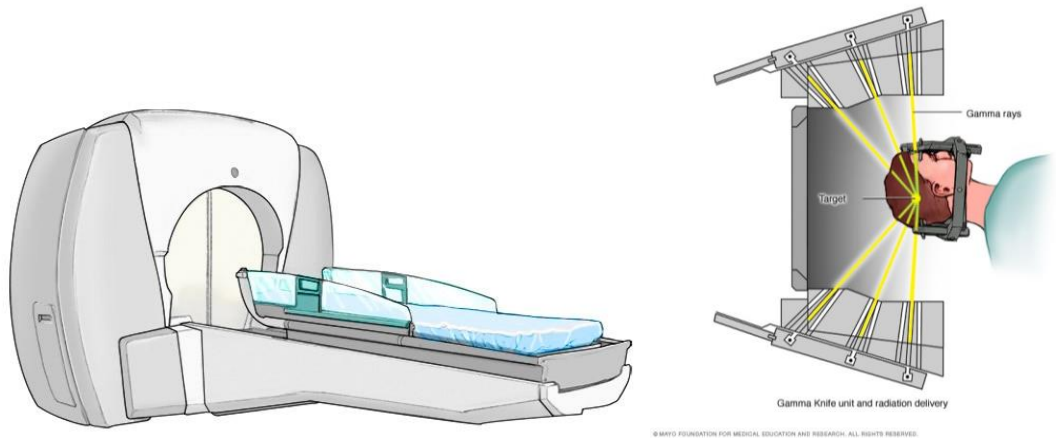


资料来源：盈康生命年报，中银证券

直线加速器 (LINAC) 机器利用 X 射线（光子）治疗大脑和身体其他部位的癌症和非癌症异常。直线加速器机器也被称为品牌名称的制造商，如射波刀 (Cyber Knife) 和 TrueBeam。对于较大的肿瘤，直线加速器可以进行分割立体定向放射治疗分为三到五个部分进行治疗。直线加速器利用微波技术加速加速器中一个叫做“波导”的部分的电子，让这些电子与重金属靶碰撞产生高能 X 射线。这些高能 X 射线在离开机器时被整形以符合患者肿瘤的形状，安装在机器头部的多叶准直器形成定制的光束，定向照射到患者的肿瘤。患者躺在可移动的治疗床上，治疗床可向上、下、右、左、内、外等多个方向移动。光束来自加速器的机架的部分，机架可以绕着病人旋转。通过旋转机架和移动治疗床，直线加速器可以从多个角度将辐射传送到肿瘤。

伽玛刀使用 192 或 201 小束伽玛射线来靶向和治疗癌症和非癌症的脑部异常，由于光束高度聚焦，治疗对周围健康组织几乎没有损伤。尽管每一束光对它所经过的脑组织影响很小，但是一个很强的剂量的辐射被传送到所有光束相遇的地方。伽玛刀放射外科通常比标准的脑外科手术更安全，手术需要在颅骨和大脑周围的膜上开一个开口然后解剖成脑组织。伽玛刀可以对传统手术技术无法达到的脑部病变患者以及因病情或年龄无法接受手术的患者进行治疗，也可以与传统手术相结合以防止肿瘤再生。伽玛刀治疗通常作为门诊手术进行，病人有时可能会在医院过夜，大多数病人能在一两天内恢复正常活动而不需要物理治疗或其他康复治疗。伽玛刀主要用于与各种疾病相关的大脑中小型肿瘤和病变，与直线加速器相比不太常见。同时，由于伽马刀治疗需要一定的时期，不能作为紧急治疗使用。

图表 29. 伽马刀治疗原理



资料来源: Mayo Clinic, 中银证券

质子束治疗（带电粒子放射外科）是立体定向放射外科的最新类型，尽管在过去几年中提供质子束治疗的中心数量大大增加，在美国也只有少数几个研究中心提供质子束治疗。质子束治疗可采用立体定向放射外科一次治疗脑癌，也可采用分次立体定向放射治疗多次治疗体部肿瘤。

### 适形放射治疗

适形放射治疗（CRT）利用 CT 图像和特殊的计算机在三维空间非常精确地描绘出癌症的位置。塑料模具或铸件可以保持患者身体部位静止，并在每次治疗时保持相同的位置。射线光束与肿瘤的形状相匹配，并从多个方向传送到肿瘤。

### 调强放射治疗 (IMRT)

调强放射治疗（IMRT）与 CRT 相似，射线光束从多个方向照射，其强度（强度）可以调节。IMRT 在减少辐射到达正常组织的同时，给癌症提供了更大的剂量控制。放射治疗师会确保你在治疗过程中处于正确的位置，他们还将运行这台机器。辐射物理师确保发出辐射的机器正常工作，剂量师确保病人受到适当的辐射剂量。

### 旋转容积调强放射治疗 (VMAT)

VMAT 是可旋转的 IMRT 技术，在照射过程中机架连续旋转，多叶准直器连续运动。VMAT 可通过机架多弧或单弧的旋转，调整不同方向上射线束的强度，可在 360° 多弧设定的任何角度范围内旋转照射，可从前后、左右、上下任何角度照射肿瘤，照射范围大于传统方式。

### 适形质子束放射治疗

适形质子束放射治疗是一项相关的技术，使用了类似的方法将辐射聚焦在癌症上。但是质子治疗使用的不是 X 射线，而是使用“质子束”。质子是原子的一部分，它对所经过的组织几乎没有损伤，但在杀死路径末端的细胞时非常有效。因此质子束辐射可以为癌症提供更多的辐射，同时可能减少对附近正常组织的损伤。

图表 30. 质子束治疗



资料来源: Cleveland, 中银证券

## 术中放射治疗

术中放射治疗 (IORT) 是一种在手术时进行放射治疗的方法, 这种辐射可以直接照射到癌细胞或癌细胞切除后的邻近组织。它更常用于腹部或盆腔癌以及容易复发的癌症。IORT 最大限度地减少了暴露于辐射的组织数量, 因为正常组织可以在手术过程中被移开并被屏蔽, 从而允许对癌症进行更高剂量的辐射。

化学修饰剂或放射增敏剂是使癌症对辐射更敏感的物质, 研究希望可以开发一种能使肿瘤更敏感而不影响正常组织的药物。同时, 研究人员也在寻找有助于保护正常细胞免受辐射的物质。

## 机器学习可帮助解决放疗人员痛点

放疗从制定放疗计划到具体治疗的实施, 每个环节都需要花费医疗工作人员大部分的精力。同时, 放疗的质量很大程度上受到医疗工作人员经验和水平的影像。我国医疗资源相对紧缺, 尤其是低线城市往往面临优秀医疗人才需求存在缺口。同时, 公立医院的医生相比民营医院的医生往往能接触到更多的病例, 拥有更加丰富的癌症治疗方案。

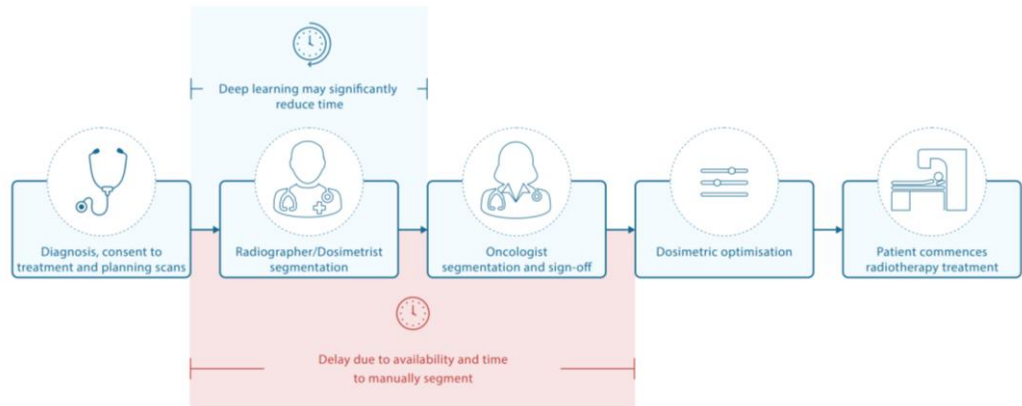
人工智能技术可以通过对医院的数据库进行机器学习, 协助医疗人员进行放疗计划的设计。一方面, 人工智能可以帮助减少医疗人员工作量, 确保不同机构之间放疗计划质量的一致性。另一方面, 人工智能可以通过对大量的病例进行学习, 不断提高放疗方案设计水平。

## 人工智能协助进行放疗计划制定

2011年, 美国德州大学 MD 安德森癌症中心辐射物理部门副教授张晓东在 PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY 发布 A methodology for automatic intensity-modulated radiation treatment planning for lung cancer, 使用 mdaccAutoPlan 对肺癌治疗进行放疗方案设计, 根据射线光束角度自动算法自动设置光束角度, 合理设计规划结构, 并基于参数自动化算法自动调整目标函数的目标。研究表明从肿瘤覆盖率和剂量角度评价, mdaccAutoPlan 系统在肺癌放疗方案设计上不亚于经验丰富的临床医师制定的治疗计划, 可以有效提高肺癌治疗计划的质量和一致性。

## 人工智能协助头颈部癌症治疗

图表 31. 人工智能协助医生进行癌症治疗



资料来源: DeepMind, 中银证券

2018年, DeepMind 公司宣布与伦敦大学学院医院 NHS 基金会信托基金会放射治疗部在进行合作正在开发一个人工智能 (AI) 系统。这个系统可以分析和分割头颈部癌症的医学扫描, 达到与专家临床医生类似的标准。这个分割过程在计划放射治疗中是一个必要但耗时的步骤。研究表明, DeepMind 的系统可以在很短的时间内完成这一过程。DeepMind 的工作仍处于早期阶段, DeepMind 希望精确的自动分割能加速适应性放射治疗的进程, 即随着肿瘤的缩小, 放射治疗也会随之调整。DeepMind 已经采取措施确保研究在临床上适用, 包括开发一种新的性能指标用于评估临床过程的模型性能, 以及一个测试集, 该测试集具有从模型以前未看到的部位选择的新的的高质量扫描分段, 这表明了通用性。这两个项目都是向研究界开放的。但为了让我们的系统对真正的癌症患者产生影响, 我们需要扩展它, 并证明它在真实的临床环境中起作用。

### 深度学习

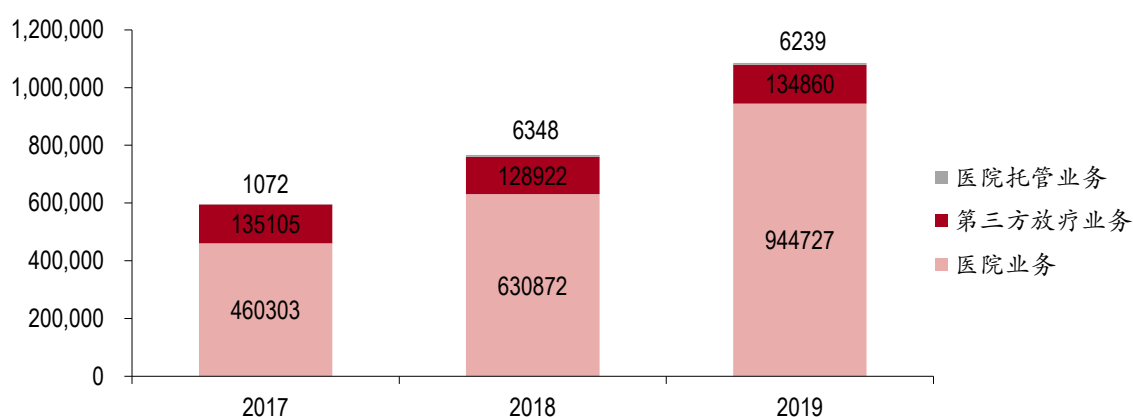
2019年, 梅奥诊所与谷歌健康宣布, 他们将利用人工智能改进癌症治疗计划。来自梅奥诊所的放射肿瘤学家、医学物理学家、剂量学家和服务设计专家将与谷歌健康的人工智能、医学图像分割和用户体验设计专家合作。除了人工智能, 这两家公司还计划利用谷歌云和数据分析来推进疾病的诊断和治疗。梅奥诊所和谷歌健康公司正在使用一种称为 U-Net 的深度学习算法, 该算法提供了研究肿瘤扫描时必不可少的微小像素的细节。

## 3、案例：海吉亚医疗：垂直一体化服务模式，瞄准三线城市

### 基本情况介绍

海吉亚是中国肿瘤医疗服务市场主要参与者之一，主要业务包括：经营自由民营营利性医院提供肿瘤医疗服务与其他医疗服务；提供放疗中心咨询服务、授权使用专利立体定向放疗设备及提供专利立体定向放疗设备的相关维护与支持服务；管理经营拥有举办人权益的民营医院非营利性医院收取相应管理费。自有医院业务通过自有民营营利性医院为患者提供多种专科医疗服务，战略性关注肿瘤科，收入来源为门诊医疗服务或住院医疗服务。第三方放疗中心业务中公司向医院合作伙伴就其放疗中心提供服务，提供放疗中心咨询服务，授权专利立体定向放射设备，提供专利定向放疗设备的维护和支持服务。公司根据协议有权于扣除若干开支和成本后获得来自于使用专利立体定向放疗设备所产生的收入的一定百分比。

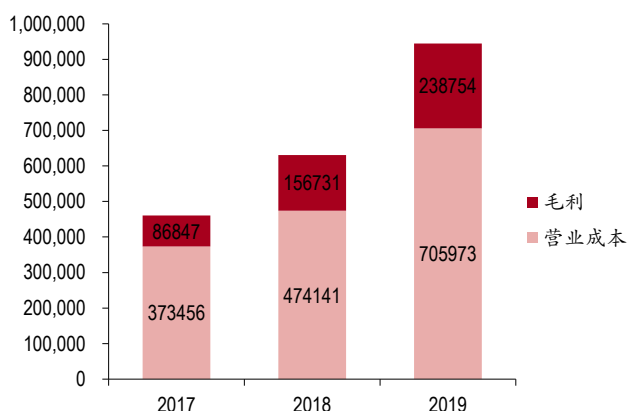
图表 32. 海吉亚 2017-2019 业绩情况 (单位：千元人民币)



资料来源：海吉亚招股书，中银证券

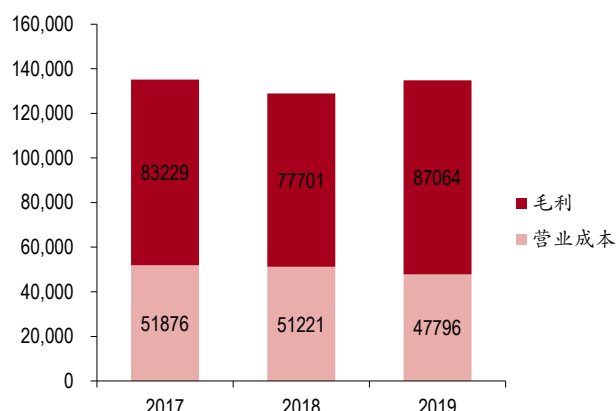
2017年-2019，旗下医院就诊人次为 691400 人，760776 人，946637 人。合作伙伴放疗中心使用定向放疗设备接受放疗治疗的人次为 57613，58056，59207。收入由 2017 年 695.5 百万元增长至 1085.8 百万元，复合年增长率为 34.9%。其中，医院业务收入在 2017 年-2019 年由 4.60 亿人民币增长至 9.45 亿人民币，年复合增长率高达 43.26%，在总收入中占比由 77.2% 提高至 87%。

图表 33. 海吉亚 2017-2019 医院业务业绩情况 (单位：千元人民币)



资料来源：海吉亚招股书，中银证券

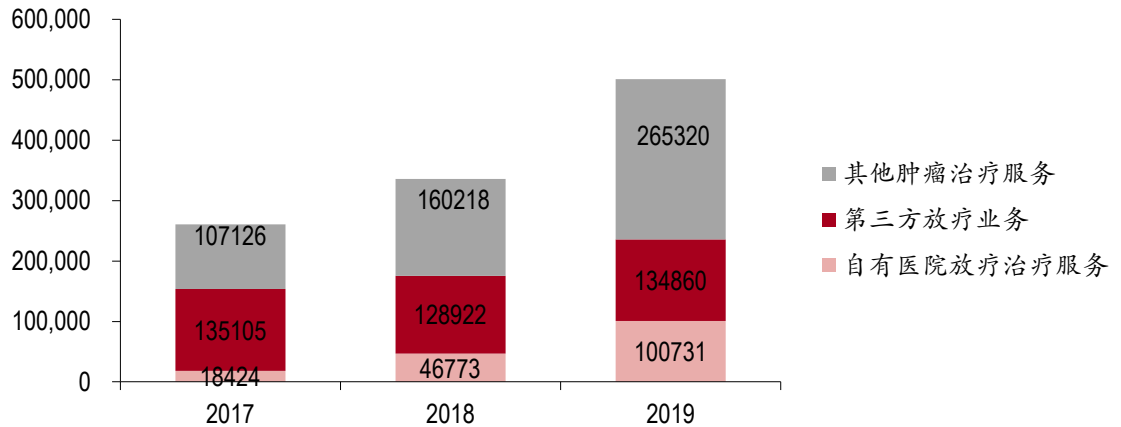
图表 34. 海吉亚 2017-2019 第三方放疗中心业绩情况 (单位：千元人民币)



资料来源：海吉亚招股书，中银证券

2017-2019 年海吉亚医院业务毛利由 0.87 亿人民币增长至 2.39 亿人民币, 毛利率由 18.9% 提高至 25.3%。毛利率的提高主要是由于运营效率提升以及就诊人次增加让公司享有更大的规模经济效益。第三方放疗业务的毛利率在 2017-2019 年分别为 61.6%, 60.3% 和 64.6%, 较为稳定。第三方放疗中心业务在收入占比上低于医院业务, 但是毛利率高于医院业务。

图表 35. 海吉亚 2017-2019 肿瘤治疗相关业绩情况 (单位: 千元人民币)



资料来源: 海吉亚招股书, 中银证券

海吉亚的战略重点是肿瘤治疗, 肿瘤治疗相关业务包括: 在自有医院提供放疗治疗服务; 在自有医院提供其他肿瘤治疗服务; 第三方放疗业务下的服务, 即提供放疗中心咨询服务、授权使用专利立体定向放疗设备、提供与专利立体定向放疗设备相关的维护与技术支持服务一级销售专利定向放疗设备。2017 年 2019 年, 海吉亚肿瘤科相关服务收入由 2.61 亿人民币增长至 5.01 亿人民币, 在总收入中占比由 43.7% 增长至 46.1%。其中, 自有医院放疗治疗服务收入在 2017-2019 年由 1.84 千万人民币增长至 1.01 亿人民币, 年复合增长率高达 133.82%, 在总收入中占比由 3.1% 增长至 9.3%。

## 垂直一体化的服务模式

海吉亚专利立体定向放疗设备是公司旗下医院及合作伙伴放疗中心使用的主要放疗设备, 使公司以运作独有垂直一体化的服务模式提供放疗治疗、控制整个价值链: 从设备知识产权所有权、采购放射源到设备制造、安装与维护、操作设备的医疗专业人员培训到最终为肿瘤患者提供放疗服务。

图表 36. 垂直一体化服务模式



资料来源: 海吉亚招股书, 中银证券



公司创始人在 2009 年收购伽玛星科技,伽玛星科技是立体定向放疗设备的制造商和知识产权拥有人。海吉亚专利立体定向设备可用于治疗大脑或身体其他部位的肿瘤。钴 60 放射源发出伽马射线,射线通过准直仪单元产生高度聚焦的辐射束,各光束汇聚在一起将集中的辐射剂量精准地传送到患者大脑或身体预先选定的位置。专利定向放疗设备使用了多源旋转聚焦的原理将伽马射线集中在几何焦点上,使病变位置受到高剂量辐射,而周围正常组织受到低剂量辐射。另外,专利立体定向放疗设备的治疗计划系统在治疗开始时通过成像技术可达指精准定位,形成肿瘤和周围组织的详细三维图像,大幅度提高聚焦皮肤比例。

在专利立体定向放疗设备的生产过程中,公司从第三方供应商处采购钴 60 放射源及铯 238,并将专利立体定向放疗设备的治疗头、机械部件、电控装置及外壳外包。电控及机械部件由公司内部团队进行组装,公司再将半成品交给钴 60 放射源及铯 238 的供应商组装钴 60 放射源和铯 238。之后公司内部生产团队再用户医院再组装初步组装部件与半成品治疗头外壳,加载治疗规划软件并进行使用前集中校准。

图表 37. 专利立体定向放疗设备



资料来源:海吉亚招股书,中银证券

公司从 2010 年开始与医院合作伙伴合作提供放疗中心服务,包括:提供放疗中心咨询服务;授权专利立体定向放疗设备;就专利立体定向放疗设备提供提供维护和技术支持。与相关医院的合作提升了公司的服务能力,使公司得以进一步扩大医疗网络,以自建和并购并行的方式开始建设自有医院网络。截至 2019 年底,公司拥有并经营了 7 家民营营利性医院,并向 15 家医院合作伙伴放疗中心提供服务。

截至 2019 年年底,海吉亚自有 597 名全职医师,包括 35 名主任医师、64 名副主任医师、176 名主治医师和 322 名住院医师。在肿瘤治疗方面,医院拥有 84 名全职肿瘤科专科专家,专长包括妇科癌症、骨癌、脑癌、泌尿道癌、血液癌症及胃癌、内分泌癌、眼癌、头颈癌等。另外,公司从知名公立及民营医院邀请权威专家在海吉亚进行患者咨询、实施手术,就疑难杂症出席小组讨论。

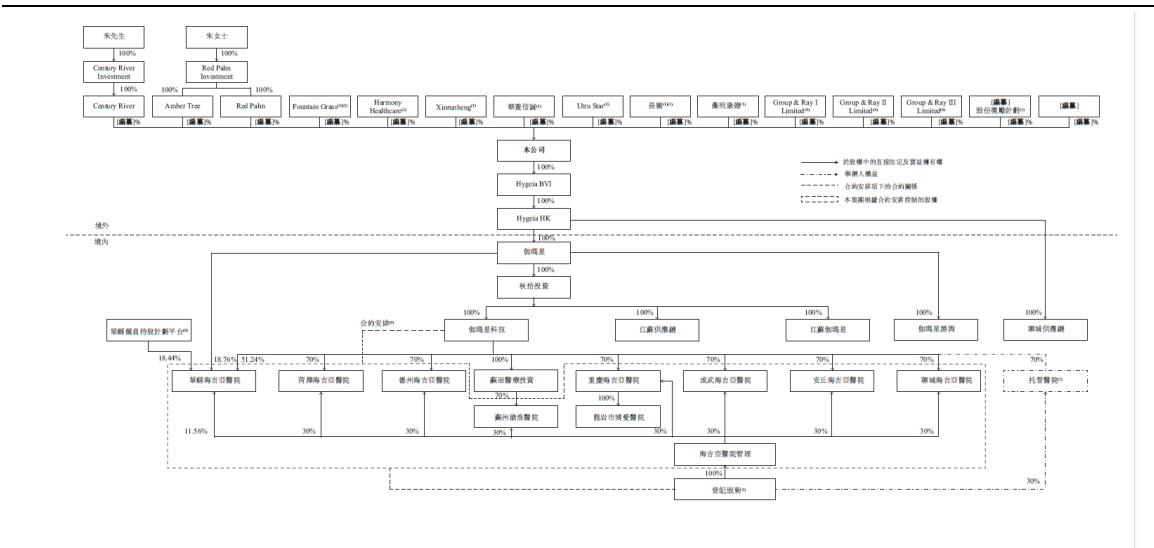
### 通过自建与并购布局医疗服务网络

公司从 2010 年开始与医院合作伙伴合作提供放疗中心服务,与相关医院的合作提升了公司的服务能力,使公司得以进一步扩大医疗网络,以自建和并购并行的方式开始建设自有医院网络。海吉亚于 2013 年开始建设单县海吉亚医院,单县海吉亚医院是自行建立的首家民营营利性医院,于 2016 年开始营业。之后公司在 2016 年开始建设重庆海吉亚医院与菏泽海吉亚医院,并收购安丘海吉亚医院。2017 年,海吉亚收购成武海吉亚医院。2018 年,重庆海吉亚医院与菏泽海吉亚医院投入运营。截至 2019 年底,公司已成功创办、建设并运营 3 家新医院,收购 4 家民营营利性医院。

海吉亚于 2015 年向独立第三方收购龙岩博爱医院 70%、10%和 20%的股权,对价分别为 35.02 百万人民币,11.83 百万人民币和 23.67 百万人民币,总对价 70.52 百万人民币。同年,海吉亚收购苏州沧浪医院 61.82%,18.18%和 20%股权,对价为 69.87 百万人民币,20.55 百万人民币和 25 百万人民币,总对价为 115.42 百万人民币。

医院购入的民营营利性医院产生的收入由2017年的人民币252.5百万元增长至2019年的人民币429.6百万元，复合年增长率为30.4%；该等医院的就诊人次由2017年的293527人增加至2019年的419130人，复合年增长率为19.5%。

图表 38. 海吉亚股权结构



资料来源：海吉亚招股书，中银证券

图表 39. 海吉亚医疗网络布局发展历程

时间	事件
2010	公司开始与医院合作伙伴合作提供放疗中心服务
2013	公司开始建设单县海吉亚医院
2015	公司收购苏州沧浪医院和龙岩市博爱医院
2016	公司开始建设重庆海吉亚医院与菏泽海吉亚医院，收购安丘海吉亚医院
2016	单县海吉亚医院投入运营
2017	公司收购成武海吉亚医院
2018	重庆海吉亚医院与菏泽海吉亚医院投入运营

资料来源：海吉亚招股书，中银证券

## 集中管理构架可快速进行提升和整合

海吉亚采用集中管理架构，高度标准化可以快速提升新建立医院的水平并成功整合收购的医院。公司自建医院最快在17个月内开始运营，自有医院在开始运营3个月至9个月内达到月度平衡收支。而根据弗若斯特沙利文的资料，建筑面积在25000平方米至80000平方米的综合医院一般需要36至48个月方可投入运营，一般需要三年的时间才可以达到月度收支平衡。

图表 40. 海吉亚自有医院情况

医院名称	位置	性质	建筑面积 (平方米)	医师人数	其他医疗专业 人员人数	床位数
龙岩市博爱医院	福建龙岩	二级乙等综合医院	24,047.85	137	240	390
苏州沧浪医院	江苏苏州	二级乙等综合医院	14,975.45	171	183	291
单县海吉亚医院	山东菏泽	二级综合医院	72,024.23	166	404	400
安丘海吉亚医院	山东安丘	一级综合医院	6,897.75	8	17	99
成武海吉亚医院	山东菏泽	二级综合医院	7,149.55	43	94	120
重庆海吉亚医院	重庆沙坪坝区	二级肿瘤专科医院	28,219.88	88	191	200
菏泽海吉亚医院	山东菏泽	二级综合医院	52,171.86	83	142	260

资料来源：海吉亚招股书，中银证券

图表 41. 海吉亚自有医院门诊及住院情况

医院名称	门诊人次 (千人)			住院人次 (千人)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
龙岩市博爱医院	112.3	135.8	160.5	7.7	8.0	9.4
苏州沧浪医院	128.8	153.1	173.4	6.1	7.8	10.5
单县海吉亚医院	346.6	335.3	377.2	22.0	20.5	22.8
安丘海吉亚医院	-	2.3	2.3	-	<0.1	0.5
成武海吉亚医院	30.7	42.6	58.8	2.1	2.8	3.8
重庆海吉亚医院	-	10.4	29.4	-	1.7	7.7
菏泽海吉亚医院	-	1.6	44.8	-	0.1	4.5

资料来源: 海吉亚招股书, 中银证券

图表 42. 海吉亚自有医院业绩情况

医院名称	注册床位入住情况(%)			收入 (千人民币)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
龙岩市博爱医院	82.3	91.4	1,006	116,141.1	148,244.0	165,543.1
苏州沧浪医院	98.9	94.7	89.9	117,937.4	162,420.2	229,850.2
单县海吉亚医院	245.6	207.8	206.1	207,781.5	247,203.5	283,336.9
安丘海吉亚医院	-	1.9	17.9	-	336.8	3,728.6
成武海吉亚医院	48.9	34.2	68.8	11,670.1	18,331.7	30,445.3
重庆海吉亚医院	-	50.4	123.9	-	48,872.4	170,317.0
菏泽海吉亚医院	-	1.6	72.7	-	872.9	61,506.3

资料来源: 海吉亚招股书, 中银证券

海吉亚自有医院中由六家二级医院, 一家一级医院, 其中重庆海吉亚为二级肿瘤专科医院。海吉亚收购的龙岩市博爱医院、苏州沧浪医院和成武海吉亚医院在 2017 年至 2019 年均实现了门诊人次与手术人次的稳定增长: 龙岩市博爱医院门诊人次由 11.23 万增长至 16.05 万, 手术人次 7.7 千增长至 9.4 千; 苏州沧浪医院门诊人次由 12.9 万增长至 17.3 万, 手术人次由 6.1 千增长至 10.5 千; 成武海吉亚医院门诊人次由 3.1 万增长至 5.9 万, 手术人次由 2.1 千增长至 3.8 千。

### 海吉亚医院网络主要瞄准三线城市

截至 2019 年底, 公司拥有并经营了 7 家民营营利性医院, 管理 3 家民营非营利性医院并向 15 家医院合作伙伴放疗中心提供服务。自有民营营利性医院包括单县海吉亚医院、苏州沧浪医院、龙岩市博爱医院、重庆海吉亚医院、菏泽海吉亚医院、安丘海吉亚医院和成武海吉亚医院, 其中 3 家位于山东菏泽, 1 家位于山东安丘, 1 家位于福建龙岩, 1 家位于江苏苏州, 1 家位于重庆。15 家放疗中心包括任何放疗中心、开远放疗中心、兆田放疗中心、宣威放疗中心、湖南放疗中心、南阳放疗中心、张家港放疗中心、吴忠放疗中心、襄阳放疗中心、咸阳放疗中心、鄂州放疗中心、诸城放疗中心、曲阜放疗中心、株洲放疗中心和石家庄放疗中心, 其中 3 家位于河北, 2 家位于山东, 2 家位于湖北, 2 家位于云南, 2 家位于湖南, 1 家位于江苏, 1 家位于宁夏, 1 家位于河南, 1 家位于陕西。

图表 43. 海吉亚医疗网络布局



资料来源: 海吉亚招股书, 中银证券

未来海吉亚计划继续瞄准人口规模较大的三线城市，初步重心将放在中国中部城市、东部城市以及已经建立品牌影响力的省份。公司计划在山东等已涉足的省份的省会和其他二线城市建立医院，发挥区域网络中心作用。另外，海吉亚计划在经甄选的一线城市建立旗舰医院，为治疗疑难杂症提供医疗专业支持，并为医疗专业人员培训提供支持。在升级现有医院方面，海吉亚计划在 2021，2021，2022 年为单县海吉亚医院、成武海吉亚医院和重庆海吉亚医院开设第二期提供肿瘤治疗的服务能力，并有意投资新技术以扩大服务范围，使用先进的癌症筛查、诊断和治疗设备（PET/CT 及 PET、MR）以及治疗技术（质子和重离子放疗）。

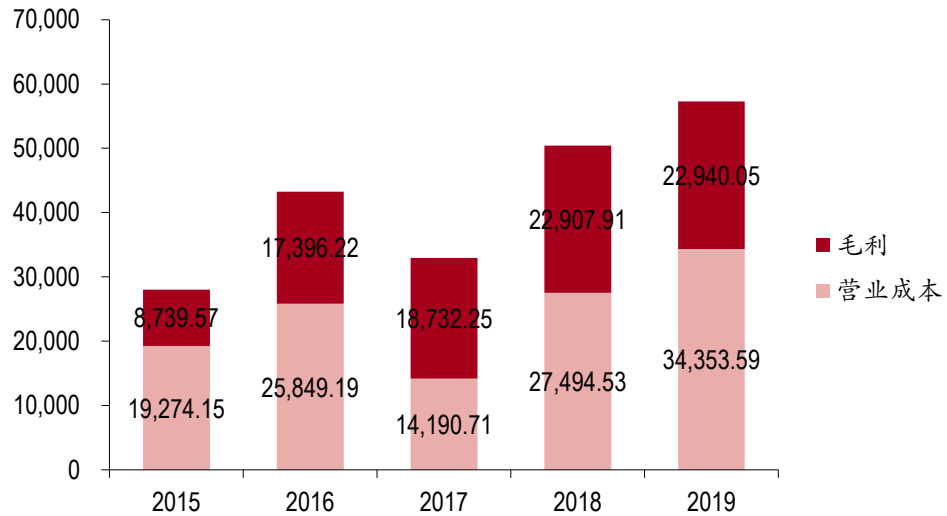
## 4、案例：盈康生命：一体两翼，器械服务双轮驱动

### 基本情况

盈康生命主要业务包括医疗器械和医疗服务，主营大型放射性医疗设备的研发、生产、销售和提供医疗健康服务。盈康生命以大型放疗设备为基础，发挥高端放疗设备优势不断拓展医疗健康领域业务，形成了目前以提供高端大型放疗设备与配套解决方案和提供医疗健康服务为主的发展格局。盈康生命公司全资子公司玛西普医学科技发展（深圳）有限公司深耕无创放疗设备领域 20 余年，推出三代拥有自主知识产权的伽玛刀。医疗服务方面，公司通过行业资源整合，收购了友谊医院、友方医院、怡康医院，并新设长沙盈康、长春盈康，依托在大型放疗设备领域的技术优势和资源优势将公司的优势延伸到产业链下游，打造国内领先的专业肿瘤治疗服务平台。

盈康生命业绩在 2015-2019 年由 2.80 亿人民币增长至 5.73 亿人民币，年复合增长率达 19.59%。2020 年前三季度，盈康生命实现营业收入 4.88 亿人民币，同比增长 21.37%，实现归母净利润 4.25 亿人民币。2019 年下半年长春盈康医院投入运营，导致成本和管理费用短期增加。

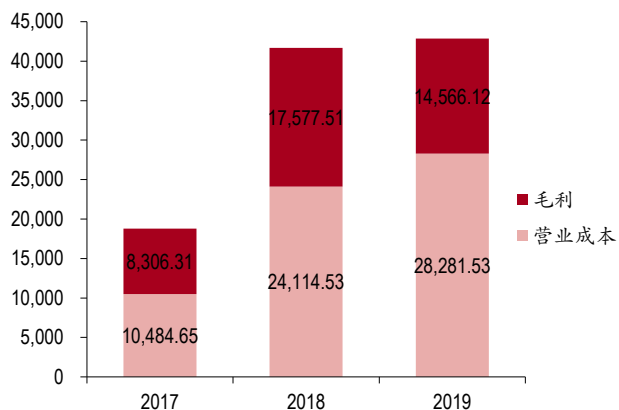
图表 44. 盈康生命 2015-2019 年业绩情况（单位：万元）



资料来源：盈康生命年报，wind，中银证券

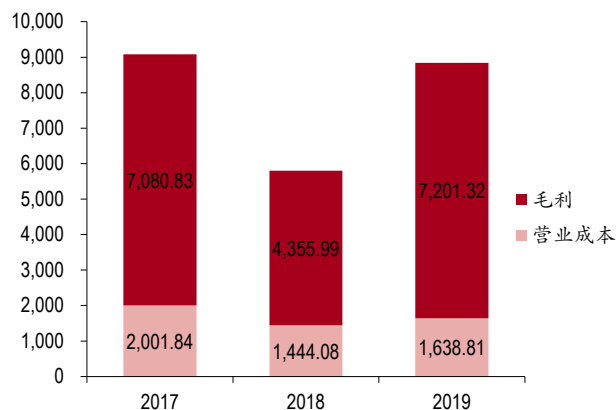
盈康生命医疗服务在 2017-2019 年收入由 1.88 亿人民币增长至 4.28 亿人民币，在总收入中占比由 57.08% 增长至 74.79%。2017-2019 医疗服务毛利率为 44.2%，42.16%，34.00%，2019 年长春盈康医院投入运营，导致成本短期增加。伽马刀业务 2017-2019 年收入为 9.08 千万人民币，5.80 千万人民币和 8.84 千万人民币。2017-2019 年伽马刀业务毛利率 77.96%，75.10% 和 81.46%，高于医疗服务业务。

图表 45. 盈康生命 2017-2019 医疗服务业绩情况 (单位: 万人民币)



资料来源: 万得, 中银证券

图表 46. 盈康生命 2017-2019 伽马刀业绩情况 (单位: 万人民币)



资料来源: 万得, 中银证券

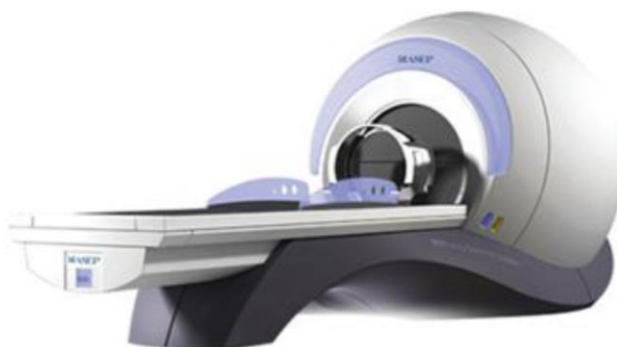
## 发挥专利技术优势向“高端”发展

医疗器械方面, 公司推出了三代拥有自主知识产权的伽马刀: 第一代头部伽马刀 (SRRS)、第二代头部伽马刀 (SRRS+) 和体部伽马刀 (GMBS)。伽马刀由由机电硬件、钴源和软件组成的集成, 软件包括电控系统软件、治疗计划系统软件。玛西普在国内头部伽马刀的市场占有率排名第一, 逾 50%, 并率先实现大型放疗设备自主出口, 全球装机量 100+ 台。

### 伽马刀技术不断更新

第一代头部伽马刀 (SRRS) 为玛西普的传统产品, 通过立体定向放射技术治疗头部良性肿瘤、恶性肿瘤、血管性肿瘤及其他神经功能性疾病。伽马刀通过由放射源发射的射线对病变部位进行辐照, 在不损伤人体正常组织的基础上切除病变部位的效果, 比外科手术更方便、快捷。第一代头部伽马刀在 2004 年 12 月取得了美国 FDA 认证。第二代头部伽马刀对第一代头部伽马刀进行了升级, 在剂量学表现、治疗空间、旋转聚焦等方面进行了改进和提升, 在设备结构上还去除了独立头盔并增加了对每组射线的独立开关, 在确保安全治疗的基础上将治疗范围延伸到颈部和颈椎。第二代头部伽马刀在 2011 年 3 月取得了美国 FDA 认证, 在 2014 年 11 月取得了美国 SS&D 认证, 已经获得了多个国家的临床准入资质并率先在美国实现装机使用。体部伽马刀用头部伽马刀的原理, 将治疗范围从头部扩展到体部, 在对正常组织损伤较小的情况下在短时间内摧毁病变组织。体部伽马刀 (GMBS) 借用头部伽马刀的原理, 将治疗范围从头部扩展到体部, 对正常组织损伤较小的同事达到短时间内摧毁病变组织。

图表 47. 第一代头部伽马刀 (SRRS)



资料来源: 盈康生命年报, 中银证券

第二代头部伽玛刀对第一代头部伽玛刀进行了升级，在剂量学表现、治疗空间、旋转聚焦等方面进行了改进和提升，在设备结构上还去除了独立头盔并增加了对每组射线的独立开关，在确保安全治疗的基础上将治疗范围延伸到颈部和颈椎。第二代头部伽玛刀在 2011 年 3 月取得了美国 FDA 认证，在 2014 年 11 月取得了美国 SS&D 认证，已经获得了多个国家的临床准入资质并率先在美国实现装机使用。

图表 48. 第二代头部伽玛刀 (SRRS+)



资料来源：盈康生命年报，中银证券

体部伽玛刀用头部伽玛刀的原理，将治疗范围从头部扩展到体部，在对正常组织损伤较小的情况下在短时间内摧毁病变组织。体部伽玛刀 (GMBS) 借用头部伽玛刀的原理，将治疗范围从头部扩展到体部，对正常组织损伤较小的同事达到短时间内摧毁病变组织。

图表 49. 体部伽玛刀 (GMBS)



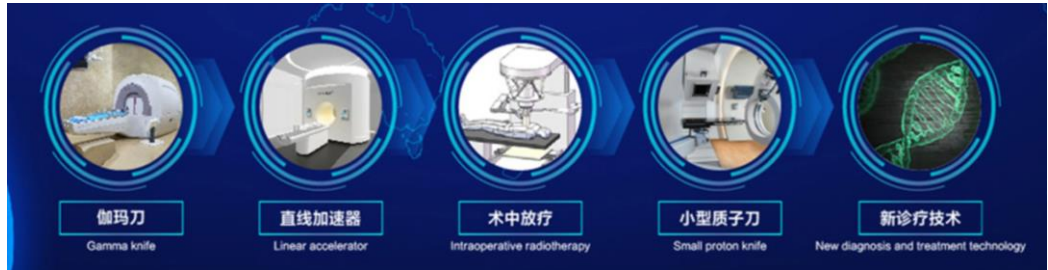
资料来源：盈康生命年报，中银证券

在伽马刀的生产过程中，盈康生命全资子公司玛西普从核放射材料供应商处采购放射源钴并采购机械、电气部分，之后将机械部分和电气部分交给主机加工商进行加工、装配和检验。核放射材料供应商按照采购要求交付到终端用户，盈康生命全资子公司玛西普负责安装完成。伽马刀放射治疗设备通过直接销售、代理销售、经销商品模式和合作模式进行销售。在经销商品模式下，玛西普作为肿瘤治疗一站式综合场景解决方案的服务商，在为医院设计和匹配肿瘤治疗综合产品解决方案时需要配置相应的肿瘤筛查、检测、图像引导、肿瘤治疗等其他医疗设备，玛西普将通过外部购买的方式取得此类医疗设备，然后通过直接销售或者通过中间商方式间接销售给医院。合作模式下，玛西普提供包括伽玛刀在内的放射治疗设备，医院提供场地、机房及医护人员，双方按一定比例对医疗设备后续产生的收入进行分配。在该种模式下，玛西普不仅可以获得较为可观的持续性收益，还可以积累肿瘤设备在不同场景应用的经验和能力。

## 加强产品研发，直线加速器研发进展顺利

2020年，公司聚焦用户最佳体验，建立“5+4”的产品体系，通过建设5大全球研发平台（伽玛刀、直线加速器、小质子刀、术中放疗、智慧云平台）、4大全球技术支持平台（产品预研、产品注册、科技政策、技术管理），加速布局其他肿瘤治疗设备的研发，力争实现放疗全场景的科技引领，打造全球领先的肿瘤治疗科技生态品牌。公司研发的直线加速器进展顺利，已经在机房调试阶段，争取尽快申报注册，其他产品线也正在顺利推进中。

图表 50. 盈康生命产品体系



资料来源：公司官网，中银证券

## 布局医疗服务：向宽度发展

在医疗服务方面，盈康生命收购了友谊医院、友方医院、怡康医院，并新设长沙盈康、长春盈康，其中长沙盈康医院目前正在投资建设过程中。医院收购与新医院建设将公司的优势延伸到产业链下游，构建上下联动的肿瘤服务网络。盈康生命发展肿瘤特色医院，坚持“大专科小综合”，将肿瘤放疗的差异化作为切入点，提升肿瘤筛查、肿瘤手术、肿瘤康复、肿瘤护理为特色的综合服务能力，为患者提供肿瘤治疗和康复的一站式服务。目前盈康生命已拥有5家以肿瘤治疗为特色的医院，分别位于四川成都、浙江杭州、重庆九龙坡区、吉林长春和湖南长沙。公司已成了以西南为核心，辐射华东、华中、东北的区域肿瘤医疗服务网络，未来肿瘤治疗服务将向“宽”度发展，以西南、长三角、华中、华北、东北五大区域开展。

未来盈康生命将打造区域中心旗舰医院的模式，实现中心旗舰医院资源共享、上下联动，发挥协同效应，疾患建设搭建全球肿瘤会诊平台、学术交流平台，并与国际知名肿瘤中心或国内外知名院校合作进行人才交流和培养。

### 四川友谊医院

四川友谊医院是西南地区领先的民营三级综合医院，在2019年获得中国非公立医疗机构协会能力和信用等级评定最高级别“5星3A”荣誉称号。医院普外科是四川省医学重点建设专科，肿瘤科、放疗科、神经外科、骨科、呼吸内科、神经内科和重症医学科为医院重点发展科室。医院设备设施先进、配置齐全。拥有先进的急诊科和重症监护室等急危重症应急处置和救治系统；拥有美国断层肿瘤放射治疗系统（TOMO）、医科达直线加速器、玛西普头部伽玛刀、后装治疗机、西门子新型PET-CT、GE 128层螺旋CT、GE 1.5T磁共振、GE心血管成像系统以及全进口检验、生化、微生物、免疫、病理、超声、内镜、呼吸机、麻醉机、手术显微镜、超声刀等先进诊疗设备。医院与省内多家大型三级甲等医院、240+医院、320+基层医疗机构分别建立双向转诊服务，同时与四川省170+医保局、30+商业医疗保险公司建立联系。放射治疗科拥有先进的放疗设备和高水准的医疗团队，目前全科有医师、物理师、技师共23人。



2019 年度，友谊医院以肿瘤放疗的差异化切入，调整医院科室布局，加强科研能力建设，打造省市重点学科。肿瘤科集化学治疗、免疫治疗及靶向治疗为一体。肿瘤科目前开放病床 153 张，科室床位使用率超过 120%。所有医技人员均在肿瘤中心受过良好的专业培训，并具有丰富的临床经验，可开展对肺癌、鼻咽癌、大肠癌、食道癌、胃癌、肝癌、胰腺癌、淋巴瘤、乳腺癌以及头颈部等肿瘤的规范化治疗及晚期肿瘤的姑息支持治疗。肿瘤科室学科带头人侯梅教授曾任四川大学华西医院肿瘤化疗科主任、胸部肿瘤科副主任，现任四川大学华西医院肺癌中心肿瘤内科专家。侯梅教授从事肿瘤临床工作 30 余年，每年诊治肿瘤患者 3000 余人，尤其擅长肿瘤内科治疗肺癌、食管、乳腺癌、淋巴瘤、胃癌、大肠癌等多种肿瘤的治疗。

放疗科室拥有国际上先进的美国螺旋断层放疗系统（美国 H-0000-0003 Tomo Therapy）、医科达双光子带电子线带多叶光栅直线加速器、XHA600 带多叶光栅直线加速器、铯 192 近距离后装治疗机、HG-2000 体外高频热疗机以及三维适形调强放射治疗系统、调强验证系统等，可对全身各部位各系统的肿瘤进行精确定位，精确计划，精确的放射治疗。螺旋断层放疗系统（Tomo Therapy），打破了传统加速器的诸多限制，在每次治疗前都进行图像扫描并根据肿瘤变化重新制定计划，从而明显减少正常组织高剂量的照射。HG-2000 体外高频热疗机，将电极之间的病变组织加热，利用肿瘤组织较正常组织血液循环差、散热少、升温高的特点，保护正常细胞而杀伤癌细胞，可增加放射治疗和化疗的敏感性，减轻放射治疗和化疗的毒副作用。放疗科目前开展的放疗技术有常规 X-线和电子线照射技术、三维适形照射技术（3D-CRT）、三维适形调强照射技术（IMRT），螺旋断层放疗技术（Tomo Therapy），近距离后装治疗，深部热疗等。

普外科以手术为主综合治疗胃癌、结肠癌、直肠癌等消化道肿瘤是科室的强项与特色，拥有主任医师 3 名，副主任医师 5 名，设置床位 100 张。科室采用多学科综合治疗这一当今医学先进的理念，全方位开展普外领域疾病的外科治疗，诸如肝、胆、胰、脾疾病、肿瘤的治疗、胆囊结石微创手术、胃癌、结肠癌、直肠癌等消化道疾病以手术为主的综合治疗，甲状腺疾病、乳腺疾病、腹壁疝、腹股沟疝、体腔、体表肿块、内外痔、肛瘘以及普外急诊、外伤等疾病的治疗。

图表 51. 四川友谊医院肿瘤科室专家

姓名	股票代码	介绍
王晋川	主任医师	四川省西部放射治疗协会理事长，四川省医学会放射肿瘤专委会第五届至七届副主任委员，第八届常务委员，四川省人民医院友谊医院院长，曾任四川省人民医院医务部部长，擅长肿瘤放射治疗学，肿瘤综合治疗，擅长治疗鼻咽癌、肺癌、乳腺癌、头颈部肿瘤等。
侯梅	教授 主任医师	曾任四川大学华西医院肿瘤化疗科主任、胸部肿瘤科副主任，现任四川大学华西医院肺癌中心肿瘤内科专家。侯梅教授从事肿瘤临床工作 30 余年，每年诊治肿瘤患者 3000 余人，尤其擅长肿瘤内科治疗肺癌、食管、乳腺癌、淋巴瘤、胃癌、大肠癌等多种肿瘤的治疗。
曾铭	主任医师	2002 年 10 月至 2015 年 8 月在美国 Mt Carmel 医院，Zangmeister 肿瘤中心从事肿瘤综合治疗工作。30 年来一直从事肿瘤疾病的临床和研究工作。担任国际 ASTRO Radiosurgery Society(放射学会)委员、AMA（美国医药协会）执行委员、中国研究型医院生物治疗专委会常委、中国抗癌协会肿瘤放疗治疗专委会委员、中华医学会循证医学预防专委会委员、四川省医学会放疗专委会常委、四川医师协会放疗专委会委员、西部放疗协会/西部放疗胸部专委会委员。
谭新劲	主任医师	担任四川省中西医结合会肿瘤专委会委员，成都市中西医结合会肿瘤专委会委员，原成都军区肿瘤专委会委员等职。从事肿瘤临床工作 30 余年，有肿瘤综合治疗及精确放疗的丰富临床经验，尤其擅长肺癌、食管癌、结肠癌等肿瘤的治疗。获军队科技成果及医疗成果奖 4 项，在核心期刊发表论文 30 余篇。
刘颖溢	副主任医师	四川省肿瘤学会（SCS）口腔头颈肿瘤专业委员会常务委员，西部放射治疗协会会员，熟悉头颈部，胸腹部，盆腔常见恶性肿瘤放射治疗适应症及 3DCRT、IMRT、IGRT、TOMO、腔内放射治疗技术。
蒋林君	副主任医师	尤其对鼻咽癌、肝癌、肺癌、直肠癌、颅内肿瘤、盆腔癌等肿瘤的放疗治疗及放射并发病处理有较丰富的经验，对肿瘤全身化疗、介入治疗、生物靶向治疗有一定经验，

资料来源：医院官网，中银证券

## 重庆华健友方医院

重庆华健友方医院是二级综合性民营医院，形成了以放疗（伽玛刀）为特色的肿瘤综合治疗专科。医院编制床位 150 张，开放床位 300 张，医务人员 195 人，开设临床、医技科室 20 余个，拥有 128 层飞利浦螺旋 CT、10 兆双光子直线加速器、头部及体部伽玛刀、1.5T 磁共振、高清腹腔镜、前列腺等离子电切仪、火激光、输尿管镜及输尿管软镜、高清胃肠镜、四维彩超、各型检验装置等大型高、精、尖现代化医疗设备。有方医院 2018 年业绩为 1.65 千万人民币，2019 年度业绩为 2.22 千万人民币。

友方医院伽玛刀放疗人数等在重庆地区处于领先地位，2020 年医院进一步引入高端设备：PHILIPS Prodiva 1.5T 磁共振和 PET-CT，完善前端肿瘤筛查能力，提升在当地肿瘤综合治疗的影响力。

图表 52. 重庆华健友方医院专家介绍

专家姓名	简介
付尚志	现任重庆华健友方医院肿瘤放疗科主任，苏州大学医学院放射医学系放射治疗专业毕业，主任医师，全军及重庆市肿瘤放疗专业委员会委员，成都军区肿瘤学专业委员会常务委员，《临床军医杂志》编委，从事肿瘤放疗工作 30 余年，对肿瘤的外照射、内照射、三维适形及调强放射治疗以及放疗配合手术、伽玛刀、化疗、中医等综合治疗方面均有丰富理论知识和临床经验，我市较早的肿瘤放疗专家之一。
闫定伦	现任重庆华健友方医院肿瘤放疗科副主任，中华医学会四川分会、中西医结合专委会会员；放射治疗专委会会员，现任重庆友方医院肿瘤科副主任。从事肿瘤放疗工作 20 余年，在肿瘤放射治疗：包括普通放疗、适形放疗、立体定向放射治疗、近距离后装治疗、全淋巴结照射、全身照射（TBI）等积累了丰富的治疗经验，对肺癌、食管癌、乳腺癌、鼻咽癌、直肠癌、恶性淋巴瘤等常见肿瘤的治疗原则有独到的见解和成功的经验。
毛树权	现任重庆华健友方医院肿瘤放疗科副主任，伽玛刀专家，1984 年毕业于重庆医科大学，从事影像诊断、肿瘤放射介入治疗工作 20 余年。2005 年调任成都军区解放军 324 医院任头部伽玛刀中心主任。在伽玛刀治疗方面积累了上万例临床病例的治疗经验，对垂体瘤、脑膜瘤、脑转移瘤、脑血管畸形、胶质瘤等颅内肿瘤的伽玛刀治疗、以及伽玛刀治疗后并发症的处理有着丰富的临床治疗经验。

资料来源：医院官网，中银证券

图表 53. 重庆华健友方医院医疗设备



资料来源：医院官网，中银证券

## 长春盈康医院

长春盈康医院为盈康生命自建医院，于 2019 年 7 月份正式营业。2020 年，医院围绕肿瘤综合治疗服务能力积极推进证照的申请和审批工作，在 1 月取得核磁共振配置许可证和放射诊疗许可证并在 6 月取得头部伽玛刀配置许可证和放射诊疗许可证。2020 年 7 月，长春盈康通过市医保定点医疗机构评审，目前已进入开通医保阶段。

## 5、案例：贵州省专科肿瘤医院

### 基本情况

肿瘤医院是贵州省唯一的三甲肿瘤专科医院，为民营医院，2019年实现营业收入9.93亿人民币，营业利润7.84千万人民币，净利润6.43千万人民币。

医院建筑面积59013平方米，开放床位1345张，现有职工1656人，博导4人、硕导23人、博士9人、硕士160人，高级职称119人、高级工程师5人、中级职称358人。肿瘤专科目前拥有高级职称25名（正高8名、副高17名）、博士及硕士60余名的专业团队，享受国务院特殊津贴专家2人，博士生导师18人。副院长、学科带头人卢冰教授担任中华医学会放射肿瘤治疗学分会副主任委员、贵州省医学会肿瘤学分会主任委员、贵州省抗癌协会理事长。此外，国家级肿瘤学术团体（中华医学会、中国抗癌协会、中国医师协会）任常委及委员16人、省级学术团体任副主委及常委9人。

医院作为贵州医科大学的附属教学医院，高度重视教学培训工作，不断开展临床技能中心改扩建，添置高智能数字网络化体格教学系统、腹腔穿刺模拟人皮肤、综合穿刺术技能训练模型、动静脉穿刺训练手臂、动静脉穿刺模型。

### 专注肿瘤治疗，打造特色科室

医院特色专科包括肿瘤筛查中心、肿瘤专科、手术体系科室等。其中，手术体系科室包括介入科、胃肠外科、妇瘤外科、头颈外科、乳腺外科、肝胆外科、泌尿外科、胸外科等。肿瘤专科包括肿瘤放射物理技术室、胸部肿瘤科、血液科、头颈肿瘤科、腹部肿瘤科、淋巴瘤科、妇科肿瘤科、乳腺肿瘤科。

### 肿瘤筛查中心

肿瘤筛查中心使用现代一流的大型检查设备和检测技术、完备的肿瘤因子筛查的血化系统，提供专门针对健康人群独立一站式健康检查场所。肿瘤筛查可根据受检者的身体状况、家族疾病史、年龄、职业等情况制定个性化的肿瘤筛查方案，并能根据筛查结果分析受检者未来可能罹患肿瘤的因素进行分析，建立长期的追踪随访档案。肿瘤筛查通过对受检者的健康教育和不良生活方式的干预，尽最大可能预防肿瘤的发生。

### 手术体系科室

手术体系下介入科可进行肿瘤消融治疗、肿瘤并发症处理、肿瘤化疗栓塞处理。科室拥有两间独立的介入手术室，包括西门子Artis III、美国GE 530数字化大平板血管造影机两台，法国声科超声机以及射频、氩氦冷冻、臭氧、激光、麻醉机等一批国内外先进仪器设备。科室可开展神经介入、外周血管介入、大血管介入、肿瘤介入、非血管介入、脊柱介入、复合介入等除心脏介入以外的所有介入手术，不仅可完成常规普通X线造影下介入治疗，还可完成超声引导下的介入治疗。目前科室年门诊量5000余人次，年出入院病人2500人次，年手术量5000台次。

贵州省肿瘤医院胃肠外科是贵州省唯一三级甲等肿瘤专科医院胃肠道肿瘤专科，强调肿瘤的规范化、个体化及微创化治疗。科室能常规开展腹腔镜结直肠癌根治术、腹腔镜胃癌D2根治术、腹腔镜胃肠道间质瘤切除术等一系列大中型高难度手术。腹腔镜微创手术是科室的专业特色，在胃及结直肠肿瘤根治手术已基本无开腹手术，和传统开腹手术相比，腹腔镜微创手术表现出较好的近期疗效，且远期疗效不劣效于开腹手术，病人术后恢复更快，腹部伤口并发症大大降低，缩短了住院时间，节约了医疗资源。

妇瘤外科专业从事妇科各种良、恶性肿瘤的手术、化疗及综合治疗，参照CT/MRI影像等检查结果和病人的具体情况制定合适于患者的治疗方案。医疗设备包括腹腔热灌注化疗(Hyperthermic intraperitoneal Chemotherapy, HIPEC)、氩气刀、水刀+术中腹腔热灌注化疗和宫腔镜等。

肝胆外科重点开展肝胆胰脾肿瘤的规范综合诊疗，对于早期可完全切除性肿瘤疾病可完成开放和腹腔镜下各种肝胆胰脾肿瘤根治术，针对中晚期复杂肿瘤疾病，持续开展院内生 MDT（多学科会诊）亦可邀请国内大型中心相关治疗团队参与病历讨论，联同省内外技术实力雄厚的肿瘤和介入治疗团队开展规范的术前新辅助化疗、术后化疗、免疫治疗、放疗、消融、血管栓塞药物灌注等一系列综合处理措施。在肝脏占位疾病诊断方面，医院影像科可开展普美显增强 MRI 扫描技术，提高肝脏占位性病灶诊断的敏感性和特异度，更精确地做到肝脏良恶性病灶的鉴别诊断并且能够定量评估肝脏功能和监测 HCC 术后复发。在肝癌病理诊断方面，科室在省内率先引进并同病理科开展“联合 MVI 检测评估 HCC 患者预后以指导术后辅助治疗的临床应用”的新技术，提高肝胆外科在省内肝癌规范化的诊断水平。科室依托医院内的“贵州省 3D 打印技术转化研究中心”，科室可在院内完成肝癌或其他占位性疾病患者病变部位的三维重建及 3D 打印，为手术方式提供安全保障。该中心是西南地区首家肿瘤临床医学 3D 打印中心已经同其他科室合作，完成创新应用型病理模型制作和功能性手术导板的制备多例。

胸外科科室以肺癌、食管癌诊治为重点，在肺癌和食管癌的筛查、早期诊断、微创外科治疗、术后全程管理已形成系统化和规范化模式。对于局部晚期胸部肿瘤，科室联合麻醉科、内科、放疗科、影像、病理、介入、综合外科等科室组建了多学科综合诊疗团队。

图表 54. 手术体系科室专家介绍

专家姓名	科室	介绍
周石	介入科	贵州医科大学影像学院院长，贵州医科大学附属医院介入诊疗中心主任。主持国家自然科学基金 4 项、贵州省重大科研项目基金 10 余项，。已在 SCI、国家级权威及核心期刊发表学术论文 100 余篇，主编及参编国家规划教材及专著 8 部。擅长外周血管介入治疗、大动脉介入治疗等。
王泽军	肠胃外科	担任中国抗癌协会大肠癌专委会全国委员、中国抗癌协会西部大肠癌联盟专委会副主任委员、国际 NOSES (Natural/Orifice Specimen Extraction Surgery) 联盟成员、中国 NOSES 联盟首届 会员
杨英捷	妇瘤外科	博士、主任医师、教授、博士研究生导师，贵州省肿瘤医院/贵州医科大学附属肿瘤医院副院长、妇瘤外科主任，贵州医科大学附属医院妇科副主任，贵州省肿瘤医院党委委员。擅长妇科肿瘤的诊治、疑难手术、化疗及综合治疗，常规开展宫颈癌、内膜癌、卵巢癌及外阴癌等妇科复杂高难度手术及规范手术
冉鹏	胸外科	从事胸外科医疗、教学、科研工作三十余年，专业主攻方向为胸部肿瘤的治疗，特别是在肺癌、食管癌及纵膈肿瘤的诊治方面有丰富的临床经验。在省内率先开展气管手术、肺癌粒子植入术、肺癌袖状切除术、肺血管袖状切除术、食管癌切除、管状胃成形术、巨大纵膈肿瘤切除术、血管移植术、胸腔镜微创手术等。其带领的外科团队能运用 MDT 模式为患者提供方便、准确、有效的诊治，并能广泛开展胸部微创手术，常规开展高难度的气管手术，袖式、双袖式手术，血管移植术，肺移植术等均有良好治疗效果。
潘耀振	肝胆外科	从事肝胆胰外科临床及基础研究工作 20 余年，对肝胆外科疑难危重疾病具有较丰富的临床诊治经验和独到见解。结合现代肿瘤学研究的新理论和发展，开展肝胆胰脾肿瘤的多学科综合诊治与个体化治疗，使得很多患者从中受益，擅长胰十二指肠肠切除、肝切除、复杂胆道手术等本领域高难度手术。主持和参与多项国内外课题及临床研究。同时在外科微创治疗领域具有丰富的手术经验，常规开展腹腔镜下双镜联合保胆取石、腹腔镜下的肝、胆、胰、脾疾病的手术。其中腹腔镜下双镜联合保胆取石为特色手术。

资料来源：医院官网，中银证券

### 特色肿瘤专科

放射物理技术室是肿瘤科的重要组成部分是贵州省规模最大的放射物理技术中心，由放射物理室、模具制作室、影像模拟定位室、放射治疗室组成。拥有以高级职称为主导，硕士为骨干的放射物理师、剂量师、放疗技师和护士共同组成的 36 人团队。放射物理技术室为临床提供精确放射治疗的物理和技术支持、质量保证和质量控制、放射治疗计划的设计和优化、放疗实施的剂量精度和位置验证、直线加速器等放疗相关设备的机器参数稳定性和物理性能可靠性。

淋巴瘤科创建于 2007 年 8 月，是贵州医科大学附属医院肿瘤科（人员归属等不变）参建贵州省肿瘤医院时的重大决定，作为肿瘤科的分支学科之一，成为贵州省内第一个、也是至今唯一专业从事恶性淋巴瘤治疗和研究的专业学科。团队主持省级科技攻关课题 3 项，参与全国多中心临床研究、区域多中心临床研究 10 余项。临床实践与研究成果多次在全国或区域肿瘤放射治疗大会上报告，尤其是对 NK/T 细胞淋巴瘤精确放疗的学术成果在全球最高级别的美国肿瘤放射治疗学术会议（第 59 届 ASTRO）发。

腹部肿瘤科率先在西南地区开展胃肠道恶性肿瘤术中放疗的临床研究，在贵州省内率先将三维适形放疗、调强放疗、容积旋转调强放疗、图像引导放疗等精确放疗技术应用于消化系统恶性肿瘤综合治疗中，同时重视药物治疗对消化系统肿瘤的重要性，进行化疗药物持续泵注、分子靶向治疗等与精确放射治疗合理结合的临床实践和研究，开展的一系列关于“消化系统恶性肿瘤放化疗及预后”的临床研究成果，获得2014年贵州医学科技奖二等奖2项、2016年贵州省科学技术进步奖三等奖1项。

图表 55. 专家介绍

专家姓名	科室	介绍
卢冰	胸部肿瘤科 放射治疗质量控制中心	从事肿瘤临床和研究三十三年、肿瘤学科管理近二十年，尤其对肺癌进行了深入研究和临床实践。十余年探索“IV期非小细胞肺癌精确放射治疗临床研究和应用”的成果填补了国内空白，荣获2017年国家科学技术进步奖二等奖主持国家自然科学基金、国际合作、国内多中心临床研究、省级科技支撑等十余项科研项目；以第一或通讯作者发表学术论文于SCI收录（2篇Highlight）、中华核心（1个研究重点号专题）、北图核心等期刊70余篇，主审专著1部。主要领域为头颈部恶性肿瘤的临床及基础研究，在鼻咽癌领域有较高的造诣。时辰化疗联合精确放射治疗鼻咽癌及头颈肿瘤的成果达到国内先进水平、填补贵州省的空白，荣获中华医学科技三等奖和贵州省科学技术成果转化二等奖，参与国际合作项目，主持国家自然科学基金课题、全省多中心及省、市级课题30多项，以第一作者或通讯作者发表SCI、中华核心等期刊论著60余篇。
金凤	头颈肿瘤科	从事肿瘤临床和研究近三十年，开展淋巴瘤临床实践和研究并具有丰富的临床经验，主持省级科研项目，并参与多项国内多中心临床研究，以第一作者及通讯作者发表学术论文20余篇，其中《早期鼻腔NK-T细胞淋巴瘤同期放化疗疗效和预后分析》研究论文获泛珠江区域肿瘤学术大会优秀论文奖，培养硕士研究生10余名。
黄韵红	淋巴瘤科	从事肿瘤临床和研究二十余年，对大肠癌等消化道恶性肿瘤进行深入研究并具有丰富的临床经验，积极组织 and 参与多学科团队（MDT），实施消化道恶性肿瘤的个体化治疗，对消化道肿瘤精确放疗联合化疗及预后的临床研究成果处于省内领先水平，获得贵州省科学技术进步三等奖，坚持先进服务理念、追求优秀的教学能力、辛勤培育各级专科医生，主持及参与省市级项目、省内多中心临床研究及国家级科研课题等10余项，以第一或通讯作者发表SCI、中华核心等期刊学术论文40余篇。
王文玲	腹部肿瘤科	担任贵州医科大学临床医学院肿瘤学教研室副主任、贵州省肿瘤医院科教科主任和贵州省乳腺专业医疗质控中心副主任。从事肿瘤临床和研究三十四年，对乳腺癌、宫颈癌进行了深入研究并具有丰富的临床经验。

资料来源：医院官网，中银证券

## 6、案例：全域医疗：基于软件解决放疗痛点

### 基本情况

北京全域医疗技术集团有限公司专注世界领先的精准云放疗™技术，致力于建立国际化和标准化的肿瘤诊疗中心。公司应用全球先进的 mdaccAutoPlan® 放疗计划算法，在肿瘤放疗软件系统建设、硬件设备供应、医疗投资整体解决方案、医学影像和核医学等领域为医院提供服务。目前全域已与以中国医学科学院肿瘤医院为首的多家知名肿瘤医院形成战略合作，签约超过 600 家医院，范围遍及全国 30 个省市自治区，覆盖全国放疗单位的 45% 以上。

2020 年北京全域医疗集团和重庆厚捷医药集团共同投资的重庆全域肿瘤医院完工，引进全球领先的美国迈胜小型化质子治疗系统，致力于建设质子中心、打造西南地区首家小型质子治疗中心。

2014 年，精准云放疗™质控系统 1.0 版上线使用，首例精准云放疗™协作计划由美国 MD Anderson Cancer Center 的张玉蛟和张晓东教授共同完成。2015 年，精准云放疗™协作系统 1.0 版上线使用，签约首家省级质控中心、首家试点协作医院，首家深度合作放疗中心正式启动。2016 年公司收购美国 MD Anderson Cancer Center 旗下 Global Oncology One 公司 39% 股权，成为其最大股东，同年精准云放疗™培训系统 V1.0 上线使用。2018 年，公司首台 ARPlanner® 自动靶区勾画设备在四川省肿瘤医院投入试运营，签约 500 家精准云放疗™合作医院。

图表 56. 全域医疗发展历程

年份	事件
2014	精准云放疗™质控系统 1.0 版上线使用
2015	精准云放疗™协作系统 1.0 版上线使用
2015	签约首家省级质控中心；签约首家试点协作医院，首家深度合作放疗中心正式启动
2016	收购美国 MD Anderson Cancer Center 旗下 Global Oncology One 公司 39% 股权
2016	精准云放疗™培训系统 V1.0 上线使用
2018	首台 ARPlanner® 自动靶区勾画设备在四川省肿瘤医院投入试运营
2018	签约 500 家精准云放疗™合作医院

资料来源：公司官网，中银证券

### 依托 mdaccAutoPlan 放疗计划算法和精准云放疗™技术，解决放疗痛点

放疗对于医疗工作人员的水平有较高的要求，放疗从制定放疗计划到具体治疗的实施，每个环节都需要花费医疗工作人员大部分的精力。而我国医疗资源相对紧缺，医疗人才需求存在缺口，大量物理师工作量已达到饱和程度。医疗资源和医生资源集中在一二线城市，全国排名前五的肿瘤专科均位于一线城市，低线城市尤其面临优秀医疗人员资源紧缺的情况。

全域医疗三项核心产品精准云放疗操作系统、ARPlanner 智能靶区勾画系统、mdaccAutoPlan 自动计划系统可以帮助减轻医疗人员负担，有利于解决医疗人员不足的痛点。精准云放疗操作系统集放疗质控、协作和培训为一体，可帮助提高各级放疗水平提供完善的系统和服务；ARPlanner 智能靶区勾画系统覆盖全身 100 多个危及器官的自动勾画，极大提升了医生的靶区勾画效率；mdaccAutoPlan 自动计划系统依托美国 MD 安德森癌症中心历经多年积累的放疗计划算法研发而成，基于智能算法生成治疗计划，已在美国 MD Anderson Cancer Center、天津医科大学肿瘤医院、中国医学科学院肿瘤医院等数十家医疗机构临床应用。

### mdaccAutoPlan 放疗计划算法

在高精度放射治疗 (IMRT) 中，治疗计划的质量在很大程度上取决于治疗计划员的经验水平，规划过程非常复杂通常是放疗过程中最耗时的部分。mdaccAutoPlan 根据一种波束角自动算法自动设置光束角度，合理设计规划结构，基于参数自动化算法自动调整目标函数的目标。研究表明 mdaccAutoPlan 系统在肺癌放疗上生成的方案在在肿瘤覆盖率和正常剂量方面不亚于经验丰富的临床医师制定的治疗计划，mdaccAutoPlan 系统可以有效提高肺癌治疗计划的质量和一致性。

mdaccAutoPlan 可将放疗产能提升近 300 倍, 靶区放疗剂量达标率提升了 11.87%, 计划合格率高达 95%。目前, mdaccAutoPlan 已在美国 MD Anderson Cancer Center、天津医科大学肿瘤医院、中国医学科学院肿瘤医院等数十家医疗机构临床应用, 累计上万例临床病例。

图表 57. mdaccAutoPlan 放疗计划设计流程肺癌治疗案例

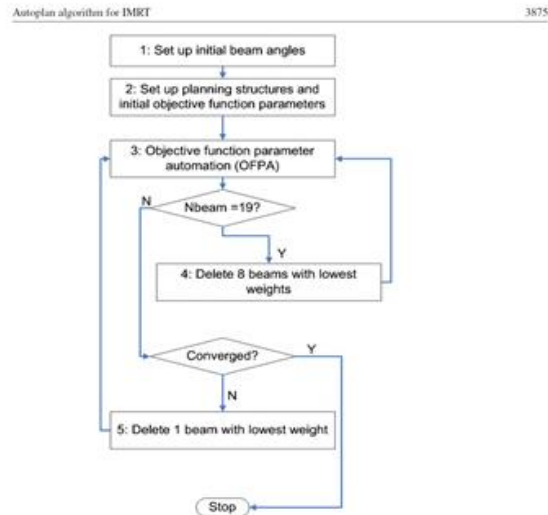


Figure 1. Flowchart of the mdaccAutoPlan system. Nbeam represents the number of beams. All the plans with fewer than 11 beams were saved.

资料来源: PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY: A methodology for automatic intensity-modulated radiation treatment planning for lung cancer, 中银证券

mdaccAutoPlan 进行放疗计划设计的第一步是设定初始射线角度, 初始波束角的选择基于专家数据库, 数据库中记录库内每个病例的放疗计划中的肿瘤位置、角度 (包括机器架角度 gantry angles 和床体角度 couch angles) 和肿瘤大小。初始角度选择涉及到选择共面和非共面射线光束角度。肿瘤位置被定义为右、中、左, 系统在当前算法中为新患者创建计划时首先自动确定肿瘤位置 (右、中或左), 然后采样共面射线光束并根据分布选择初始共面涉嫌光束角度。选择非共面射束角更加复杂, 在医生人工设计治疗计划的过程中需要依靠大量的经验。对于计算机算法来说, 这也是一个难题, 因为移动机器架和床体可以产生的角度数量远远大于仅移动机器架时的可用角度, 在计算机速度和内存使用上是一个棘手的问题。同时, 机器架和床体角度的某些组合是不能实现的会导致机器架与患者或床体发生碰撞。在 mdaccAutoPlan 的算法中, 系统使用从数据库中获得的启发式知识来选择非共面波束角。根据专家数据库中的资料, 最多使用三个非共面角且非共面角主要用于复杂的临床计划。在选择非共面角时, 系统会根据肿瘤位置从数据库中选择合适的先前患者进行匹配。

mdaccAutoPlan 系统进行放疗设计的第二步是中确定初始目标函数参数 OFPs (objective function parameters)。规划者利用这些结构和优化参数可以平衡与治疗相关的各种目标, 例如使用 FS LungAvoid 结构可以帮助最小化肺部放射剂量, 以避免优化算法中的目标冲突。系统采用基于等效均匀剂量 EUD (equivalent uniform dose) 的目标函数与基于剂量或体积的目标函数混合进行优化。基于 EUD 的目标函数比基于剂量-体积的目标函数的主要优点是, 在目标函数参数自动化 (OFPA) 回路中只需要调整目标 EUD 这一个参数, 非常高效和简单。另外, 基于 EUD 的目标函数是一个凸目标函数, 优化算法表现良好, 可同时优化整个计量体积直方图 DVH (Dose Volume Histogram)。

图表 58. 初始目标函数参数 OFPs

ROI	Type	Constraint	Target (cGy)	Volume (%)	Weight	a
FS-PlanPTV/FS-PlanITV	Min dose	Y	7500			
FS-PlanPTV	Uniform dose	N	7500		100	
FS-PlanPTV/FS-PlanITV	Max dose	Y	7500			
FS-NTAvoid	Max DVH	N	4000	0	10	
FS-LungAvoid	MaxEUD	N	4000		1	1
FS-CLungAvoid	MaxEUD	N	240		1	1
FS-ILungAvoid	MaxEUD	N	1000		1	1
FS-LungAvoid	Max DVH	N	500	15	1	
FS-HeartAvoid	Max DVH	N	500	0	1	
FS-PrvCord	Max DVH	Y	4000	0		
FS-PrvCordRing	Max DVH	N	4500	0	1	
FS-PlanEsoph	Max DVH	N	4000	0	1	
FS-NTAvoid	Max Dose	Y	5700			

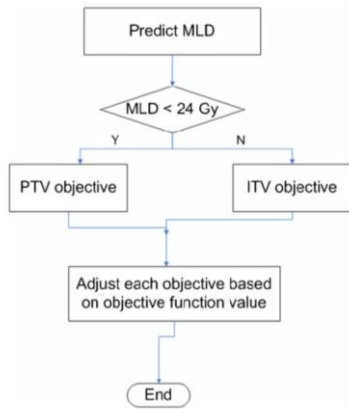
资料来源: PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY: A methodology for automatic intensity-modulated radiation treatment planning for lung cancer, 中银证券

第三步是目标函数参数自动优化 OFPA (objective function parameters adjustment), 系统首先对于 mean dose 平均剂量进行预测, 如果预测的平均剂量超过规定的值, 那么就要牺牲 PTV (Planning Target Volume) 的覆盖率, 选择勾画内靶区 ITV (Internal Target Volume) 作为优化目标。系统限制了 ITV 的最大和最小剂量, 但仍要求 PTV 在规定剂量附近。基于 ITV 的选择会导致计划具有更高的 ITV 覆盖率, 同时牺牲 PTV 覆盖率以满足 MLD 限制。放射治疗计划的设计目标是通过选择目标函数参数 OFP 实现的, 这些 OFP 包括剂量水平 (D0) 和超过该剂量水平的体积百分比 (V0); 最大或最小剂量; 最大或最小基线等效均匀剂量 (EUD0, 其中 0 表示基线值); 器官组织特定 EUD 参数 (a) 和指定各种目标 w 的相对重要性参数。

系统大量采用了 Pinnacle3 TPS 中可用的约束优化: FS-PlanPTV (或 FS-PlanITV) 受到最大和最小剂量限制, 以确保良好的靶区覆盖和均匀性; FS-NTAvoid 被赋予了一个约束, 以确保目标之外没有热区域——这些目标无需再进行调整。目标体积的均匀剂量目标 (FS-PlanPTV) 被赋予了可能的最高权重, 因此 mdaccAutoPlan 系统算法没有进行调整。对于所有其他目标, OFPA 调整了子目标函数值  $f_i$ , 即子目标数值目标函数的数值。这个子目标函数值可以通过 Pinnacle3 和 Eclipse TPS (加利福尼亚中的研究插件轻松获得。系统还设置了一个用户可调的阈值目标函数值  $E_{obj}$ , 用于控制 OFPA 算法的收敛性。如果一个目标的函数值  $f_i$  小于  $E_{obj}$ , 系统通过二进制搜索算法减少参数 EUD0 或 D0, 使  $f_i$  值大于  $E_{obj}$ 。系统选择调整了 EUD0 或 D0 而非权重, 以优化子目标的相对重要性。对于临床医生的处方或对某些关键器官的约束容易实现的情况, 调整相应子目标函数的权重并不能进一步提高计划质量。因此, 在 OFPA 中对 EUD0 或 D0 进行了调整。

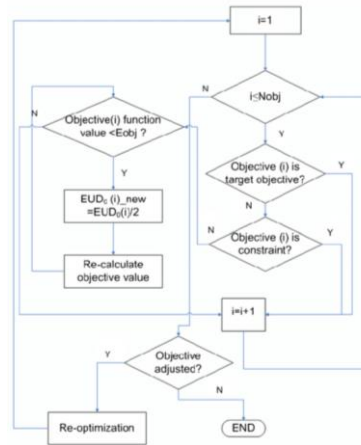


图表 59. mdaccAutoPlan 参数自动优化 OFPA



资料来源: PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY: A methodology for automatic intensity-modulated radiation treatment planning for lung cancer, 中银证券

图表 60. 阈值目标函数值 Eobj 二进制搜索算法



资料来源: PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY: A methodology for automatic intensity-modulated radiation treatment planning for lung cancer, 中银证券

系统中的第四步和第五步是射线光束角度自动化 BAA (beam angle automation) 循环。在 BAA 循环中, 权重最小的射线光束是首先被淘汰过程。步骤五种, 系统会进一步考虑取消更多的射线光束是否会降低计划质量。这种自动化算法的基本原理是——在优化算法得到很好实现的情况下, 多波束的 IMRT 调强放疗方案不应劣于少波束的调强放疗方案。如果光束越少越好优化算法应该自动关闭额外的光束, 但是在大多数优化算法下优化器很难完全关闭光束。mdaccAutoPlan 使用了另外两种方法: 根据专家数据库中的信息, 消除几个初始角度; 删除具有较低权重的射线后重新优化计划, 以确定消除具有最低权重的射线光束是否降低了了计划质量。

mdaccAutoPlan 自动规划系统可以在基本上没有人为干预的情况下设计出良好的调强放射治疗。这个系统自动设置射线光束角度, 设计病例的有效规划结构, 自动调整物镜的参数功能。调强放射治疗剂量计师的学习曲线很长, 而调强放射治疗 IMRT 在缺乏经验丰富的专业医师的情况下计划质量难以保证。mdaccnotoplan 系统可以作为一种工具, 确保不同医疗剂量师和不同机构之间计划质量的一致性。

### 精准云放疗™技术

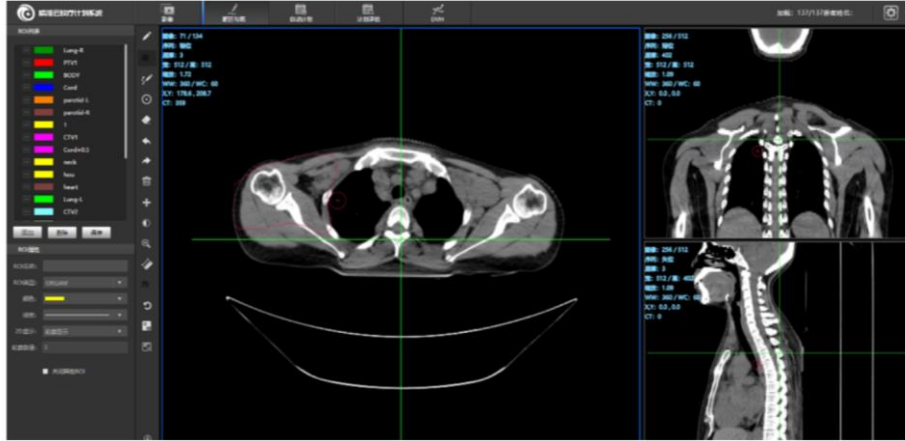
精准云放疗™操作系统以 TG 系列标准为基础, 借助 mdaccAutoPlan®自动放疗计划设计和 TPS 拟合开发而成。精准云放疗包括质控系统、协作系统和培训系统, 集放疗质控、协作和培训为一体, 在 PC 端和移动端实现机器质控数据自动采集、患者流程质控、质控表单自定义、多方在线会诊、在线靶区勾画和自动计划、专家培训课程、会议及学术培训直播等功能设计和服务。

放射治疗从患者入院门诊, 经历诊断、明确肿瘤范围、确定治疗方式、制模、定位、勾画靶区、做放疗计划、计划验证、患者排程、摆位验证到执行治疗, 涉及环节较多。每个环节的操作执行都可能会遇到问题, 需要医疗工作人员的沟通。在画靶阶段, 医师考虑靶区剂量是否符合病人实际情况, 是否符合科室放疗设备的实际执行能力。在计划设计阶段, 物理师需要考虑计划是否满足医师的剂量要求, 是否可被机器设备良好执行, 机器的实际情况是否可以按照计划去执行。放疗科工作人员需要关注治疗机器各项参数是否正常、治疗过程中照射位置是否移动, 体内肿瘤位置是否出现转移或变化等。放射治疗质量保证 QA (Quality Assurance) 在放疗的各个环节中对治疗机器、患者甚至周边环境进行监控, 保证治疗时患者的各项指标达到预期、机器的各项参数能够保证可按照计划进行治疗。

全域精准云放疗™质控系统以 TG 系列、国家和各省市质控标准为依托, 将医院放疗数据结构化和电子化, 实现机器和流程质控数据的收集和管理。放疗机器内置多个协议板块支持运行情况报错监控, 覆盖医科达、瓦里安等厂商的各型号机器, 保证放疗设备安全运行。质控系统对患者流程进行监控, 全程监控放疗过程, 加强安全性和精确性。另外全域医疗提供质量检测服务, 质控团队随时响应解决质控问题, 让医院和科室享受一流的质控服务。

精准云放疗协作系统以 mdaccAutoPlan 放疗计划算法和 TPS 拟合为依托，通过上下级医院协作执行的方式，解决放疗中精准靶区勾画和计划设计的普遍难题。医生可以在线浏览影像、访问随访数据，患者不必前往上级医院即可享受专家诊疗。线影像浏览系统支持多平面重建、靶区展示、在线靶区勾画、数据回传、图像的有损压缩和无损压缩等功能。协作系统累积各类癌种的案例及数据，同类案例归档整理形成案例库，同步支持质控和培训系统。

图表 61. 精准云放疗协作系统云端影像



资料来源：公司官网，中银证券

精准云放疗培训系统集合行业精英及专家精彩课程、国内外经典案例及学术报告、业内大型会议视频等优质资源，提高放疗从业人员的专业水平。课程覆盖多种肿瘤治疗、放疗质量控制、病例讨论与学术会议报告等内容。讲师包括多位来自北京大学第三医院、中国医学科学院、四川大学华西医院、天津医科大学附属肿瘤医院、MD 安德森癌症中心等医疗机构的专家。

### ARPlanner®

ARPlanner®是一款符合国内放疗从业者工作习惯的放疗靶区勾画系统，功能包括病例管理、融合配准、靶区勾画、轮廓操作、计划评估等。ARPlanner 可实现独立的自动勾画功能，节省大量放疗医师用于手动描绘器官轮廓的时间，可连接医院肿瘤信息管理系统在院内使用。另外 ARPlanner 也可应用精准云放疗™协作系统，在专家指导下完成靶区勾画的工作。ARPlanner 利用深度学习技术，不断训练优化 AI 模型，目前可以覆盖全身 100 多个危及器官，部分器官的 DSC 指标已达 96% 以上。

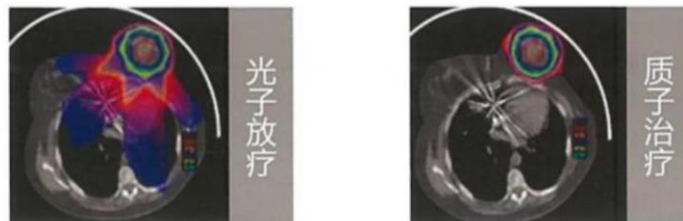
全域医疗与杭州市肿瘤医院一起承担“基于人工智能的海马区自动勾画”研究。全域医疗研发人员利用深度学习技术，根据医院提供的病例不断训练优化 AI 模型，依托 ARPlanner 实现海马区的自动勾画。研发人员 162 个病例中随机挑选 140 个作为训练集，剩余 22 个作为测试集进行测试，测试重合度高达 0.86。ARPlanner 自动勾画的水平已达到优秀放疗医生海马区勾画的水平，同时节省了勾画时间。全域医疗未来将联合杭州市肿瘤医院，依托更多优质放疗靶区勾画数据利用 AI 技术开展深度学习，不断提升放疗智能化水平。

## 通过重庆全域肿瘤医院产业链向下游延申

2020年北京全域医疗集团和重庆厚捷医药集团共同投资重庆全域肿瘤医院,于2019年开始建设,2020年完工。医院位于万州经济技术开发区总占地面积约171.6亩,总建筑面积24万平方米。

重庆全域肿瘤医院附属质子中心将引进西南地区首台紧凑型质子治疗系统。质子治疗跟传统方式治疗相比,适应症广、精准性高,特有的布拉格峰使质子束对肿瘤的打击更精准和有效。质子射线的精准性对于患者正常组织的伤害更小,同时具备穿透性能好、剂量分布好、局部剂量高、旁散射少、半影小等特征。重庆全域肿瘤医院采用来自迈胜(MEVION)公司小型化质子设备是的S250i超高速笔形束扫描质子治疗系统,具有集约紧凑、模块化设计。质子的所有设备集中设计在一个仓体内,加速器与旋转机架一体化,精简了传统多机房质子治疗系统中不同机房之间质子束流的切换和配给,无需束流排队,提高了质子的利用效率。单室的质子系统使得质子治疗设施可以单仓应用,也可以多仓并行,可复制的模块化设计更契合不同医院配置的灵活性需求。

图表 62. 质子治疗与光子治疗对比图



资料来源:医院官网,中银证券

## 7、风险提示

**私立医院管理规定变化：**由于医院尤其是专科医院具有高度的专业性，私立医院建立需要满足一定要求，并需要经过审批。同时，私立医院的运营也需要符合相关法律法规。国家对私立医院的可能会发生变化，从而对行业产生一定影像。

**大型医疗设备管理规定变化：**肿瘤治疗需要一定的大型医疗设备，大型医疗设备配置与使用需要符合相关管理规定。政策变化会对行业产生一定的影响。

**医保政策变化：**医院的一定收入来源于医保支付，医保政策的变化会对行业产生一定的影响。

**行业内医院存在医疗纠纷的风险：**恶性肿瘤死亡率高，肿瘤行业治疗难度较高，且手术存在一定的风险。行业内医院存在着出现医疗纠纷的风险。

## 披露声明

本报告准确表述了证券分析师的个人观点。该证券分析师声明，本人未在公司内、外部机构兼任有损本人独立性与客观性的其他职务，没有担任本报告评论的上市公司的董事、监事或高级管理人员；也不拥有与该上市公司有关的任何财务权益；本报告评论的上市公司或其它第三方都没有或没有承诺向本人提供与本报告有关的任何补偿或其它利益。

中银国际证券股份有限公司同时声明，将通过公司网站披露本公司授权公众媒体及其他机构刊载或者转发证券研究报告有关情况。如有投资者于未经授权的公众媒体看到或从其他机构获得本研究报告的，请慎重使用所获得的研究报告，以防止被误导，中银国际证券股份有限公司不对其报告理解和使用承担任何责任。

## 评级体系说明

以报告发布日后公司股价/行业指数涨跌幅相对同期相关市场指数的涨跌幅的表现为基准：

### 公司投资评级：

- 买入：预计该公司股价在未来 6 个月内超越基准指数 20%以上；
- 增持：预计该公司股价在未来 6 个月内超越基准指数 10%-20%；
- 中性：预计该公司股价在未来 6 个月内相对基准指数变动幅度在-10%-10%之间；
- 减持：预计该公司股价在未来 6 个月内相对基准指数跌幅在 10%以上；
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

### 行业投资评级：

- 强于大市：预计该行业指数在未来 6 个月内表现强于基准指数；
- 中性：预计该行业指数在未来 6 个月内表现基本与基准指数持平；
- 弱于大市：预计该行业指数在未来 6 个月内表现弱于基准指数。
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

沪深市场基准指数为沪深 300 指数；新三板市场基准指数为三板成指或三板做市指数；香港市场基准指数为恒生指数或恒生中国企业指数；美股市场基准指数为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。

## 风险提示及免责声明

本报告由中银国际证券股份有限公司证券分析师撰写并向特定客户发布。

本报告发布的特定客户包括：1) 基金、保险、QFII、QDII 等能够充分理解证券研究报告，具备专业信息处理能力的中银国际证券股份有限公司的机构客户；2) 中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队，其可参考使用本报告。中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队可能以本报告为基础，整合形成证券投资顾问服务建议或产品，提供给接受其证券投资顾问服务的客户。

中银国际证券股份有限公司不以任何方式或渠道向除上述特定客户外的公司个人客户提供本报告。中银国际证券股份有限公司的个人客户从任何外部渠道获得本报告的，亦不应直接依据所获得的研究报告作出投资决策；需充分咨询证券投资顾问意见，独立作出投资决策。中银国际证券股份有限公司不承担由此产生的任何责任及损失等。

本报告内含保密信息，仅供收件人使用。阁下作为收件人，不得出于任何目的直接或间接复制、派发或转发此报告全部或部分内容予任何其他人士，或将此报告全部或部分内容发表。如发现本研究报告被私自刊载或转发的，中银国际证券股份有限公司将及时采取维权措施，追究有关媒体或者机构的责任。所有本报告内使用的商标、服务标记及标记均为中银国际证券股份有限公司或其附属及关联公司（统称“中银国际集团”）的商标、服务标记、注册商标或注册服务标记。

本报告及其所载的任何信息、材料或内容只提供给阁下作参考之用，并未考虑到任何特别的投资目的、财务状况或特殊需要，不能成为或被视为出售或购买或认购证券或其它金融票据的要约或邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。中银国际证券股份有限公司不能确保本报告中提及的投资产品适合任何特定投资者。本报告的内容不构成对任何人的投资建议，阁下不会因为收到本报告而成为中银国际集团的客户。阁下收到或阅读本报告须在承诺购买任何报告中所指之投资产品之前，就该投资产品的适合性，包括阁下的特殊投资目的、财务状况及其特别需要寻求阁下相关投资顾问的意见。

尽管本报告所载资料的来源及观点都是中银国际证券股份有限公司及其证券分析师从相信可靠的来源取得或达到，但撰写本报告的证券分析师或中银国际集团的任何成员及其董事、高管、员工或其他任何个人（包括其关联方）都不能保证它们的准确性或完整性。除非法律或规则规定必须承担的责任外，中银国际集团任何成员不对使用本报告的材料而引致的损失负任何责任。本报告对其中所包含的或讨论的信息或意见的准确性、完整性或公平性不作任何明示或暗示的声明或保证。阁下不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告仅反映证券分析师在撰写本报告时的设想、见解及分析方法。中银国际集团成员可发布其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦有可能采取与本报告观点不同的投资策略。为免生疑问，本报告所载的观点并不代表中银国际集团成员的立场。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到中银国际集团本身网站以外的资料，中银国际集团未有参阅有关网站，也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接（包括连接到中银国际集团网站的地址及超级链接）的目的，纯粹为了阁下的方便及参考，连结网站的内容不构成本报告的任何部份。阁下须承担浏览这些网站的风险。

本报告所载的资料、意见及推测仅基于现状，不构成任何保证，可随时更改，毋须提前通知。本报告不构成投资、法律、会计或税务建议或保证任何投资或策略适用于阁下个别情况。本报告不能作为阁下私人投资的建议。

过往的表现不能被视作将来表现的指示或保证，也不能代表或对将来表现做出任何明示或暗示的保障。本报告所载的资料、意见及预测只是反映证券分析师在本报告所载日期的判断，可随时更改。本报告中涉及证券或金融工具的价格、价值及收入可能出现上升或下跌。

部分投资可能不会轻易变现，可能在出售或变现投资时存在难度。同样，阁下获得有关投资的价值或风险的可靠信息也存在困难。本报告中包含或涉及的投资及服务可能未必适合阁下。如上所述，阁下须在做出任何投资决策之前，包括买卖本报告涉及的任何证券，寻求阁下相关投资顾问的意见。

中银国际证券股份有限公司及其附属及关联公司版权所有。保留一切权利。

## 中银国际证券股份有限公司

中国上海浦东  
银城中路 200 号  
中银大厦 39 楼  
邮编 200121  
电话: (8621) 6860 4866  
传真: (8621) 5888 3554

## 相关关联机构:

### 中银国际研究有限公司

香港花园道一号  
中银大厦二十楼  
电话: (852) 3988 6333  
致电香港免费电话:  
中国网通 10 省市客户请拨打: 10800 8521065  
中国电信 21 省市客户请拨打: 10800 1521065  
新加坡客户请拨打: 800 852 3392  
传真: (852) 2147 9513

### 中银国际证券有限公司

香港花园道一号  
中银大厦二十楼  
电话: (852) 3988 6333  
传真: (852) 2147 9513

### 中银国际控股有限公司北京代表处

中国北京市西城区  
西单北大街 110 号 8 层  
邮编: 100032  
电话: (8610) 8326 2000  
传真: (8610) 8326 2291

### 中银国际(英国)有限公司

2/F, 1 Lothbury  
London EC2R 7DB  
United Kingdom  
电话: (4420) 3651 8888  
传真: (4420) 3651 8877

### 中银国际(美国)有限公司

美国纽约市美国大道 1045 号  
7 Bryant Park 15 楼  
NY 10018  
电话: (1) 212 259 0888  
传真: (1) 212 259 0889

### 中银国际(新加坡)有限公司

注册编号 199303046Z  
新加坡百得利路四号  
中国银行大厦四楼(049908)  
电话: (65) 6692 6829 / 6534 5587  
传真: (65) 6534 3996 / 6532 3371