

以肺部肿瘤为例

浅谈影像诊疗AI研发现状和展望

海军军医大学长征医院
刘士远



中国AI企业1500家以上，超过122家企业从事影像相关的AI

序号	企业名称	融资状况	涉及领域
1	维森科技	已获千万元A+轮融资	医学影像
2	健培科技	已获两千万美元Pre-A轮融资	医学影像
3	锐达影像	已获一千万美元Pre-A轮融资	医学影像
4	医渡云	已获二十万元A轮融资	医院管理
5	智影医疗	2016年8月获A轮融资，目前公司处于下一轮融资阶段	医学影像
6	汇医影影	数亿元B轮融资	医学影像
7	麦众影像	尚不明确	医学影像
8	DeepCare	2016年获瑞典资本600万元天使轮融资，目前第三轮融资准备中	医学影像/辅助医学研究平台
9	推想科技	已获3亿元C轮融资	医学影像/辅助医学研究平台
10	连心医疗	连心医疗获得5000万人民币A轮融资，丹华资本领投，线性资本参投	医学影像
11	鹿玛深维	已获2亿元B轮融资	医学影像/疾病风险预测
12	迪英加	已获由IDG资本领投，天使轮融资方将创投以及布布维维基金本轮继续跟投的A轮融资，详细金额尚不明确	医学影像
13	科大讯飞	上市	虚拟助理
14	云知声	已获1亿美金C轮融资	虚拟助理
15	中科汇能	2017年完成了由创业工场领投的数百万美元天使轮融资	虚拟助理
16	进化者机器人	已获8千万美元A+轮融资	虚拟助理
17	康夫子	已获数千万美元A+轮融资	虚拟助理
18	云听	2016年已获由贝类社投资数百万美元天使轮融资	虚拟助理
19	达闻科技	已获1亿美元A轮融资	虚拟助理
20	壹健康	已获A轮融资，总融资金额约为4000万元	虚拟助理
21	万物语联	已获1.1亿元D轮融资	虚拟助理/医院管理
22	希水医生	已获数千万美元A轮融资	虚拟助理
23	半个医生	已获由真格基金领投的千万美元Pre-A轮融资	虚拟助理
24	大数据医达	已完成天使融资，目前正在进行Pre-A轮融资，资金状况尚不明确	虚拟助理
25	自测用药	2015年已获由果库、北软、英诺等数家投资机构800万元天使投资，目前正在进行下一轮融资	虚拟助理
26	惠每医疗	融资情况尚不明确	虚拟助理
27	华润万里云	已获2.25亿元A轮融资	医学影像
28	翼展科技	已获数千万美元B轮融资	医学影像/医院管理
29	依图科技	已获3.8亿元C轮融资	医学影像/医院管理
30	拉米木	已获百万元天使轮融资	医学影像
31	一脉阳光	已获四亿元B轮融资	医学影像

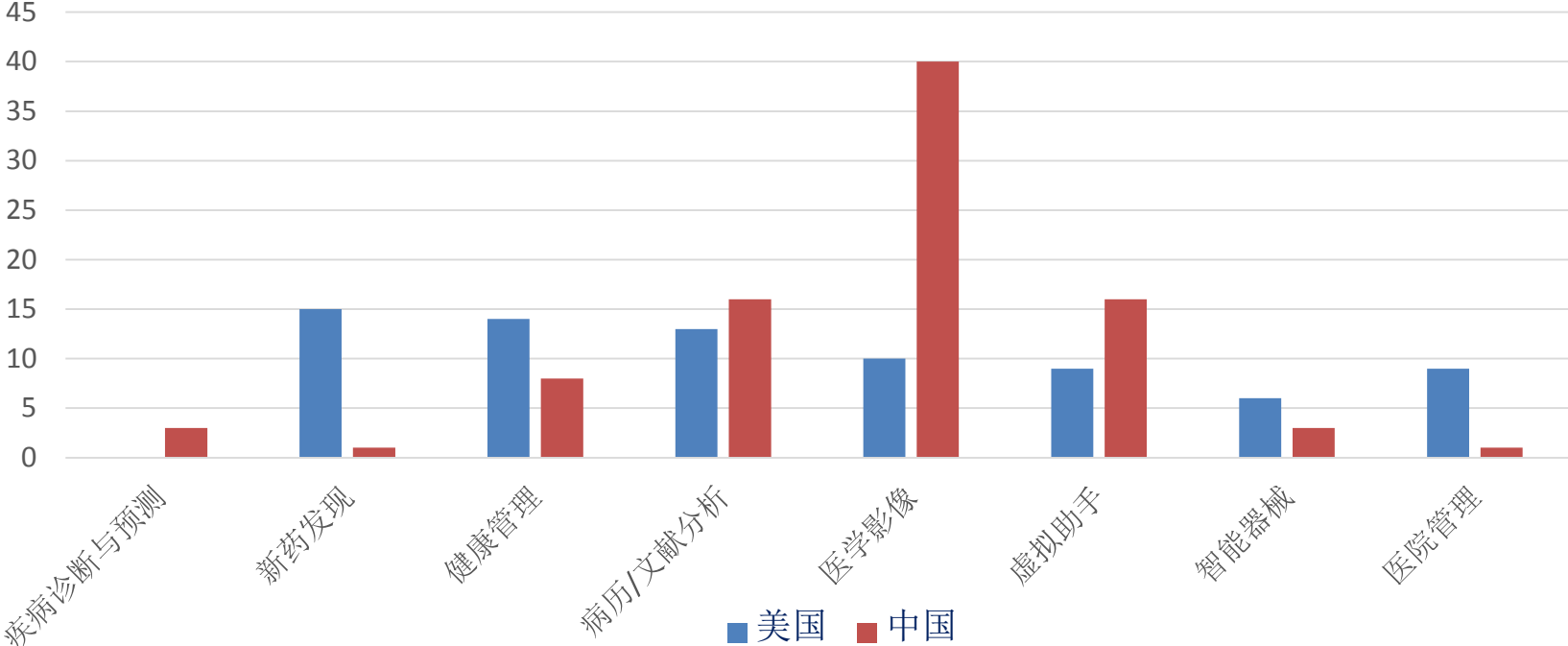
32	医康智理	已获2亿元A轮融资	医学影像
33	医康智理	融资情况尚不明确	医学影像
34	医康智理	已获一千万美元Pre-A轮融资	医学影像
35	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
36	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
37	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
38	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
39	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
40	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
41	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
42	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
43	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
44	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
45	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
46	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
47	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
48	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
49	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
50	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
51	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
52	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
53	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
54	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
55	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
56	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
57	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
58	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
59	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
60	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
61	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
62	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
63	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
64	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
65	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
66	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
67	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
68	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
69	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
70	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
71	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
72	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
73	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
74	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
75	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
76	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
77	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
78	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
79	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
80	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
81	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
82	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
83	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
84	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
85	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
86	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
87	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
88	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
89	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
90	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
91	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
92	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
93	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
94	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
95	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
96	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
97	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
98	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
99	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
100	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
101	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
102	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
103	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
104	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
105	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
106	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
107	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
108	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
109	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
110	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
111	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
112	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
113	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
114	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
115	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
116	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
117	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
118	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
119	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
120	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
121	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像
122	医康智理	已获数千万美元A轮融资	医学影像

63	金山科技	上市	辅助诊疗
64	妙手机器人	融资情况尚未明确	辅助诊疗
65	六维康复	融资情况尚未明确	辅助诊疗
66	remobot	曾获数千万元融资金额，融资轮尚不明确	辅助诊疗
67	新松机器人	上市	辅助诊疗
68	桑谷医疗	融资情况尚不明确	辅助诊疗
69	李群自动化	已获数千万元美元B轮融资	辅助诊疗
70	安翰医疗	已获1亿美元融资，融资轮尚不明确	辅助诊疗
71	华大基因	上市	疾病风险预测
72	弘信生物	融资情况上不明确	疾病风险预测
73	基云惠康	已完成两轮融资，融资轮尚不明确	疾病风险预测
74	迈基诺基因	上市	疾病风险预测
75	贝瑞和康	上市	疾病风险预测
76	爱家早查	已获数百万美元Pre-A轮融资	疾病风险预测
77	华因康基因	2011年和2015年获得3轮融资，融资详细情况尚不明确	疾病风险预测
78	睿昂生物	已获B+轮融资，融资金额尚不明确	疾病风险预测
79	中科创泰	融资情况尚不明确	疾病风险预测
80	安诺信达	已获近7亿元C轮融资	疾病风险预测
81	人和未来	已获2.5亿元A轮融资	疾病风险预测
82	裕策生物	已获A轮融资，融资金额尚不明确	疾病风险预测
83	瀚海基因	已获2.18亿元A轮融资	疾病风险预测
84	燃石医学	2016年已获3亿元B轮融资	疾病风险预测
85	友友友医疗科技	上市	疾病风险预测
86	博奥生物	已完成C轮融资，融资金额尚不明确	疾病风险预测
87	奇云诺德	2016年已获一千万美元A轮融资	疾病风险预测/健康管理
88	懿安健康	2016年已获一千七百万美元天使轮融资	疾病风险预测
89	联泰基因	融资情况尚不明确	疾病风险预测
90	金唯智	2017年已获亿元以上融资，融资轮尚不明确	疾病风险预测/辅助医学研究平台
91	诺辉健康	已获两千万美元B轮融资	疾病风险预测
92	微基因 (We Genen)	已完成B轮融资，融资金额尚不明确	疾病风险预测
93	典永生物	融资情况尚不明确	疾病风险预测

94	迈生子基因	已获超4亿元C轮融资	疾病风险预测
95	解码DNA	2016年已获数千万元A轮融资	疾病风险预测/健康管理
96	明码生物	已获由红杉资本领投的2.4亿美元B轮融资	疾病风险预测/辅助医学研究平台
97	心宝基因	融资情况尚不明确	疾病风险预测
98	23魔方	已获1亿元B+轮融资	疾病风险预测/健康管理
99	点内生物	已获近千万美元天使投资	疾病风险预测
100	吉凯基因	2016年已获1亿元B轮融资	疾病风险预测
101	美迪维康	已获由蓝池创投的A轮融资，融资金额尚不明确	疾病风险预测
102	思路迪	已获6.7亿元战略融资	疾病风险预测/药物挖掘
103	赛福基因	2016年已获千万美元天使轮融资	疾病风险预测
104	世和基因	2017年获数亿元融资，融资轮尚不明确	疾病风险预测
105	普林科技	已获数千万美元A轮融资	疾病风险预测
106	悦糖	2015年获由洪泰基金投资的一千万美元天使轮融资	疾病风险预测/健康管理
107	船众数据	融资情况尚不明确	疾病风险预测
108	瑞博生物	2015年已获1.25亿元A轮融资	疾病风险预测
109	碳云智能	2016年已获近10亿元A轮融资	健康管理
110	妙健康	已获1亿元B+轮融资	健康管理
111	时云医疗	2013年曾千万美元Pre-A轮融资	健康管理
112	橙意家人	已获七千万美元B轮融资	健康管理
113	统捷科技	融资情况尚不明确	健康管理
114	减约	2016年获数千万元A轮融资	健康管理
115	万灵云 万灵盘古	1500万元Pre-A轮融资	健康管理
116	森亿智能	1亿元B轮融资	医院管理/辅助医学研究平台
117	深思考	2016年获九阳股份千万级preA轮融资	医院管理
118	芯联达	上市	医院管理
119	心医国际	2016年已获2亿元C轮融资	医院管理
120	雕龙数据	上市	医院管理
121	嘉因生物	融资情况尚不明确	辅助医学研究平台
122	深透医疗	500万美元Pre-A轮融资	辅助医学研究平台

企业数量

中美医疗AI公司各领域分布



美国医疗企业行业分布均衡，中国企业扎堆影像与虚拟助手，为医院提供效率提升工具

AI在影像诊疗中的主要作用

疾病检出

提高早诊率
减少漏诊率

肺癌筛查、骨折、
AD、视网膜病变、病
理诊断等

多维定量

自动测量、对比
精准医学的前提

病变特征提取
病灶自动分割等

精准诊断

良恶性判断、分期
提高准确率

精准分级、分期

治疗评估

预后预测

术前设计

疗效评估

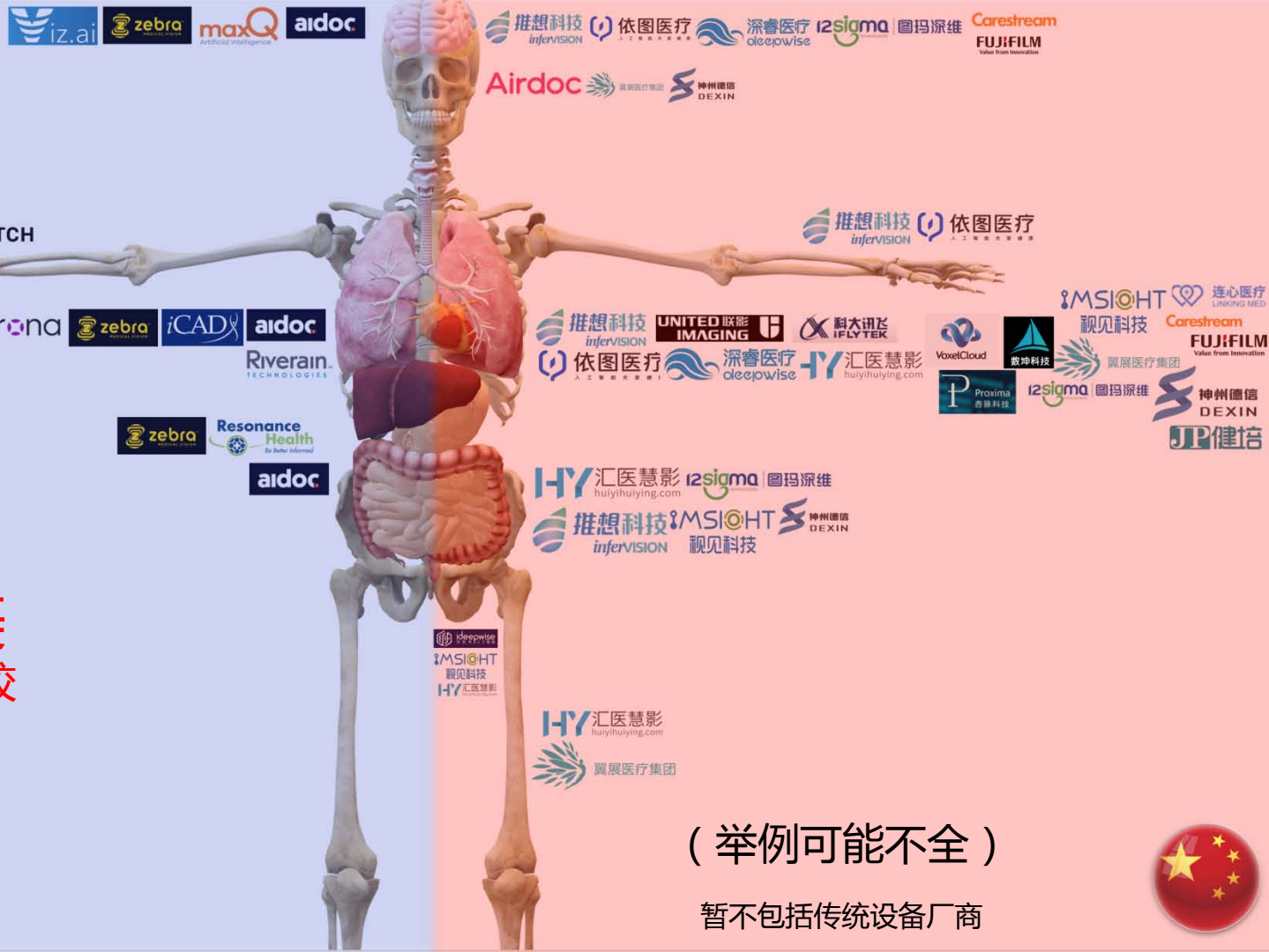
AI影像产品目前的现状如何？

We need more...

涉及病种	相关企业（举例）	产品成熟度
肺结节	联影、推想、深睿、依图、讯飞、体素、汇医慧影、青燕祥云、杏脉、图码、点内、建培、连心、翼展、视见等	★★★★★
眼底疾病	体素、Airdoc等	★★★★
皮肤病	Airdoc等	★★★
骨龄	依图、联影等	★★★
骨折	推想、汇医慧影、Airdoc、翼展等	★★★
脑出血	深睿、推想、联影等	★★★
冠心病	数坤等	★★★
心血管	数坤、汇医慧影、体素等	★★★
乳腺癌	依图、视见等	★★
肝癌	Airdoc、翼展等	★
食道癌	腾讯觅影等	★
多任务学习	体素、汇医慧影、翼展等	★

.....

中国与欧美 影像产品分布比较

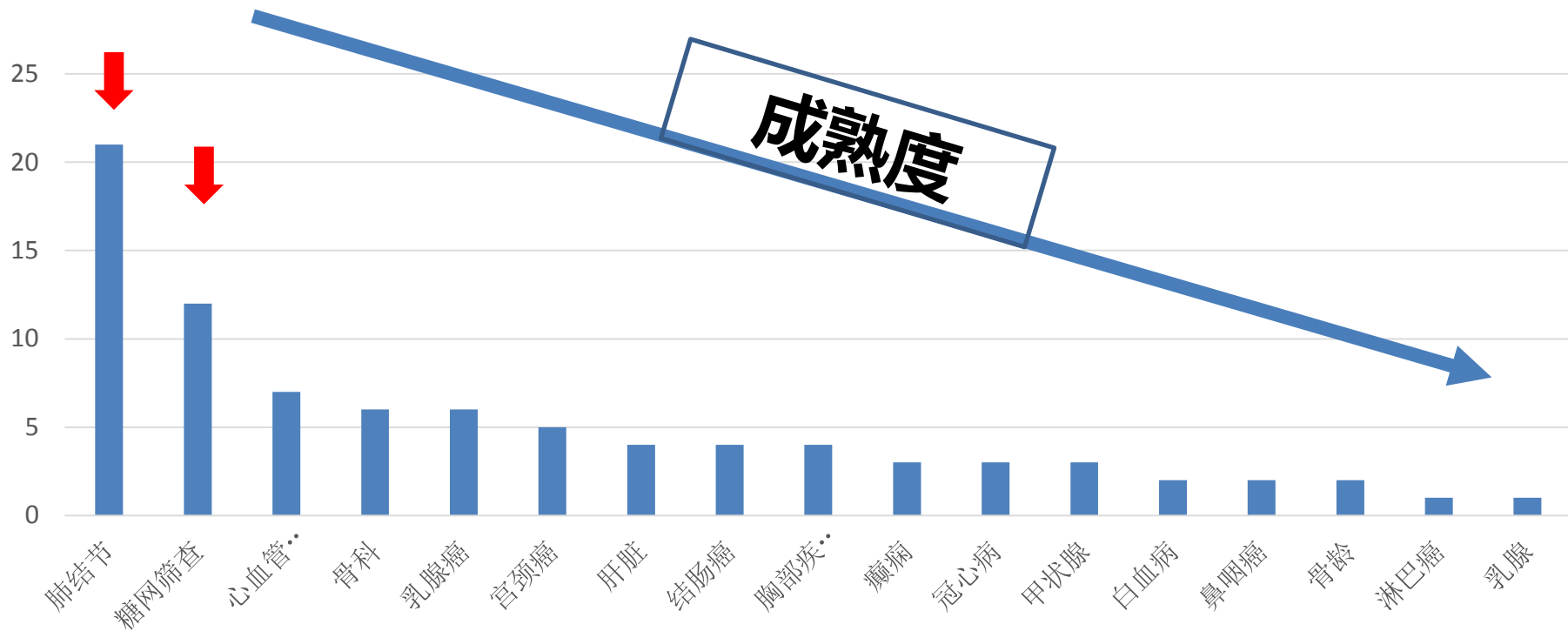


(举例可能不全)

暂不包括传统设备厂商



中国人工智能医疗影像产品集中在门槛低应用广的领域



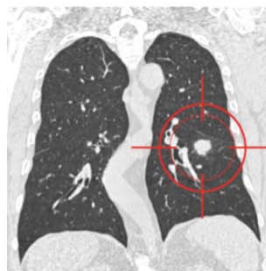
肺结节检测

- ◆ 人工智能算法在肺结节检测方面已获得显著地提升

公开挑战赛: LUNA

- ◆ 局限性:

- ✓ 参与挑战赛数据库中的数据分布不均衡, 偏向某种结节类型 (如: 实性结节);
- ✓ 参与挑战赛的某些算法需要进一步的临床测试.



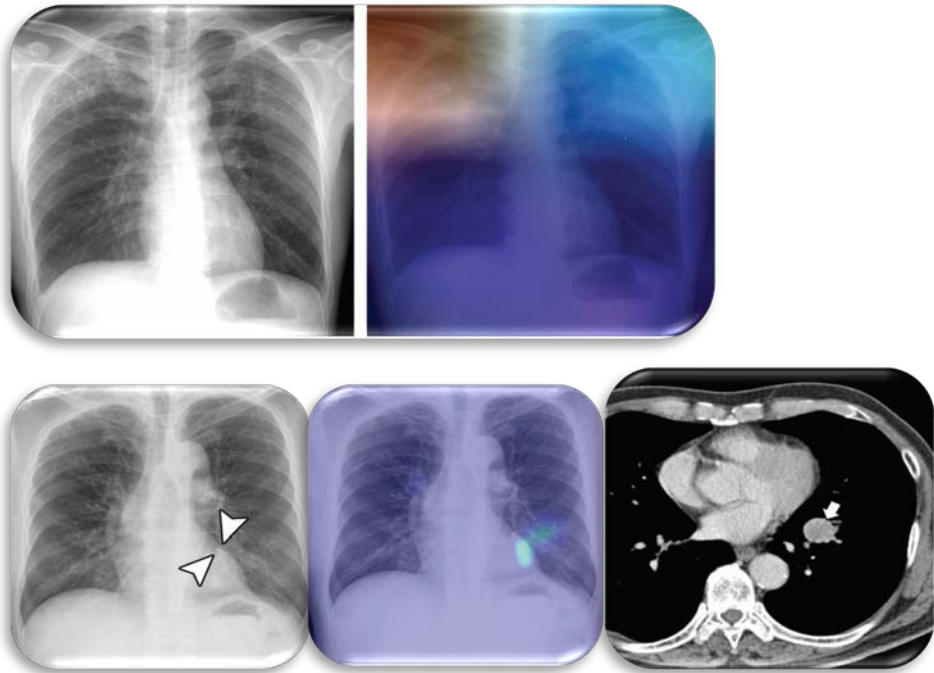
LUNg Nodule Analysis
2016

Nodule detection

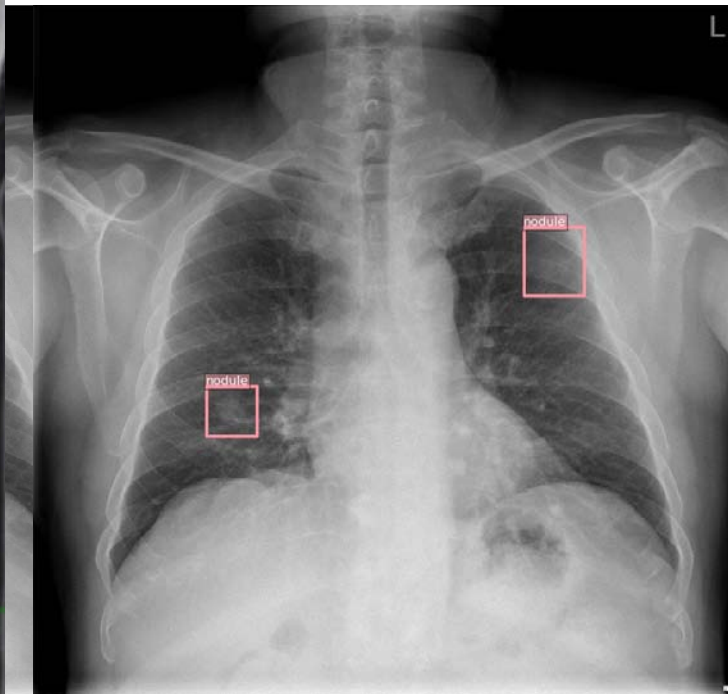
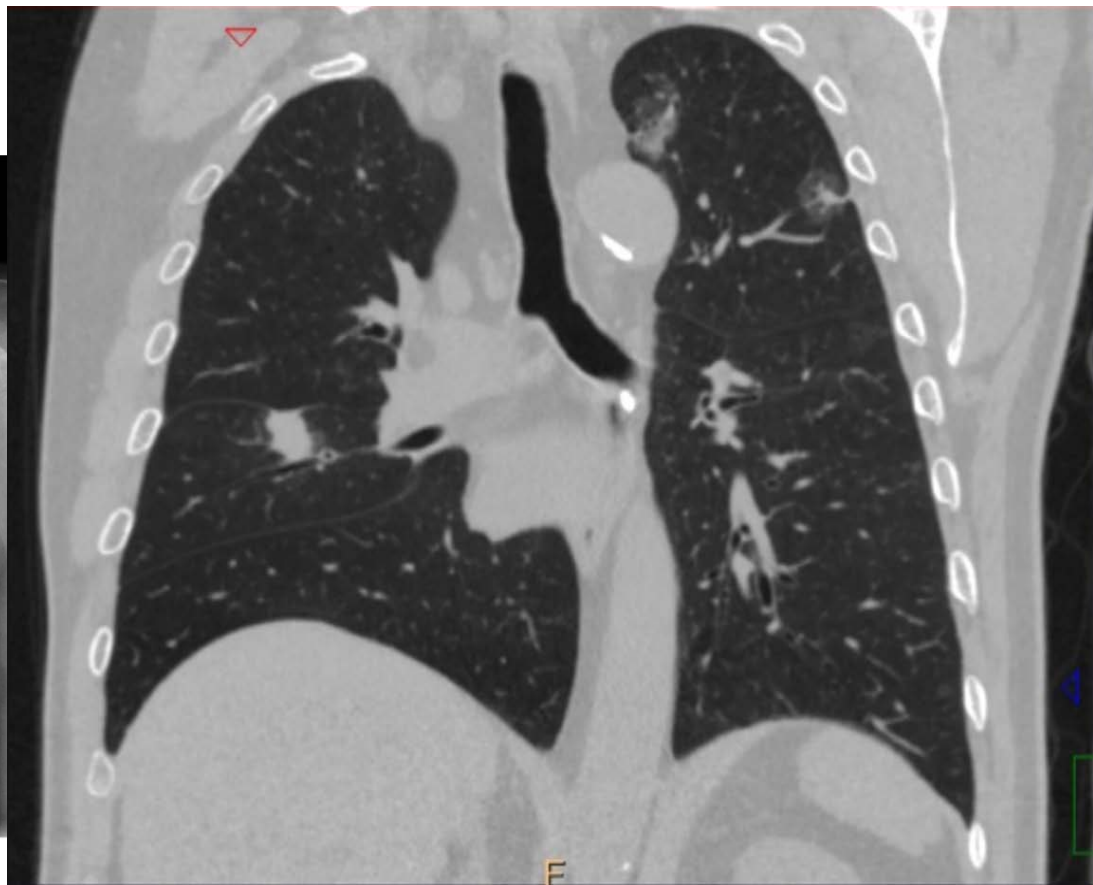
Rank	Team	Date	Score	Description	Entries
1	PAtech (PA_tech)	2 January 2018	0.951	description	2
2	JianPeiCAD (weiyixie)	22 December 2017	0.950	description	8
3	LUNA16FONOVACAD (zxp774747)	28 November 2017	0.947	description	5
4	iFLYTEK-MIG (yinbaocai)	17 August 2017	0.941	description	2
5	zhongliu_xie (zhongliu.xie)	29 September 2017	0.922	description	2
6	iDST-VC (chenjx1005)	13 July 2017	0.897	description	1
7	qfpxfd (qfpxfd)	27 May 2017	0.891	description	1
8	CASED (CASED)	15 June 2017	0.887	description	1
9	3DCNN_NDET (lishaxue3)	22 June 2017	0.882	description	3
10	Aidence (mjharte)	7 June 2017	0.871	description	7
11	junxuan20170516 (chenjx1005)	30 May 2017	0.865	description	2
12	MEDICAL (bharadvaj)	22 July 2017	0.862	description	3
13	Ethan20161221 (ethanhwang2012)	23 December 2016	0.856	description	2
14	resnet (QiDou)	21 February 2017	0.839	description	2
15	CCELargeCubeCnn (Intel_wuhui)	30 Sept 2017	0.833	description	1
16	ZNET (gzuidhof)	30 June 2016	0.811	description	2
17	MOT_M5Lv1 (elopez69)	18 October 2016	0.742	description	1
18	VisiaCTLung (jacobsc)	1 April 2016	0.715	description	1
19	etrocad (jefvdm2)	7 April 2016	0.676	description	1
20	M5LCADThreshold0.3 (atraverso)	5 April 2016	0.608	description	1
21	lance (lancesy)	10 August 2017	0.543	description	1

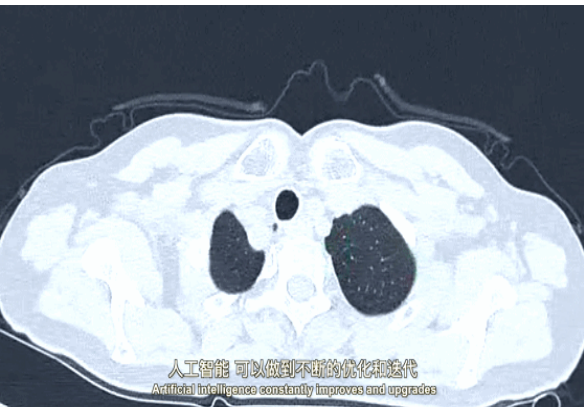
病灶检出——人机协同提升胸片病变检出效能

- 对隐匿性病灶，AI可以协助医生进一步提升胸片检出效率和准确性
- 总共18位医生，7 VS 9，检出率提升11%



Development and Validation of Deep Learning-based Automatic Detection Algorithm for Malignant Pulmonary Nodules on Chest Radiographs, [Radiology](https://doi.org/10.1148/radiol.2018180237). 2018 Sep 25;180:237. doi: 10.1148/radiol.2018180237





结节AI检测应用场景

• 诊断报告：

- 右肺下叶外基底段见一非实性/磨玻璃结节（图40-42）密度-739.39Hu，最长径约10mm，体积54.81mm³

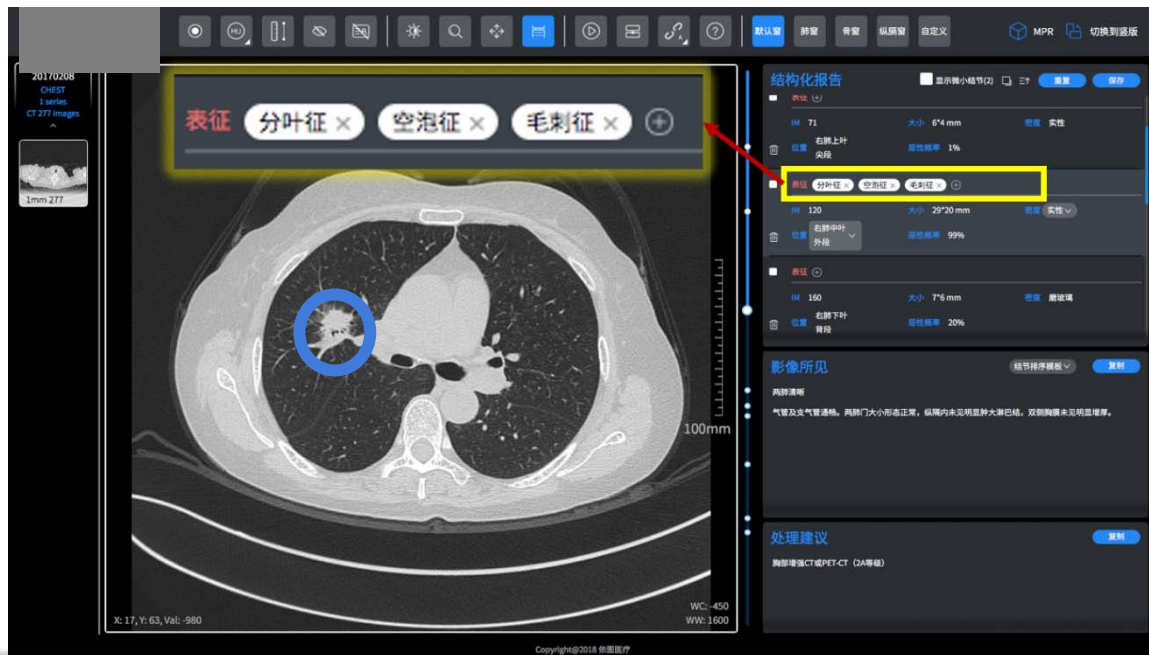
• NCCN指南：

- 根据结节信息（图201-209）结节为非实性结节大于10mm，建议3~6个月内复查LDCT，结节无增大，则建议6~12个月内复查LDCT、活检或外科手术；结节增大，或变为实性或部分实性结节，建议外科手术。如果结节增大或实性成分增加，则建议3~6个月后复查LDCT或考虑外科手术。
- 支气管腔内结节建议1个月后复查LDCT，如未消散，则建议支气管镜检查。

结节确认；一键测量；一键随访；一键生成报告内容；一键图文报告

AI辅助精准诊断——智能提取病变征象

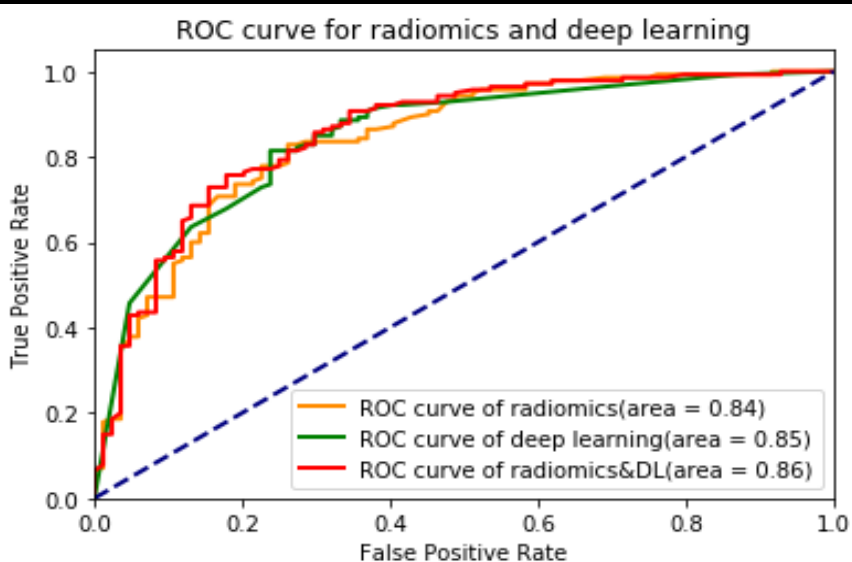
- 智能提取关键恶性征象
- 智能风险等级提示
- 提升AI辅助诊断的置信度



结节鉴别诊断

告列表 请输入医生姓名

本产品分析结果仅供医生参考，如结果与医生意见不同，应由院方医生所提供的最终临床诊断意见为准，公司不承担任何连带或共同责任



CHEST
Nov 10, 2017 10:01:09

691209
20171110

显示全部

当前NCCN最高得分

6

左肺上叶	右肺上叶	右肺下叶	左肺下叶
2	179 -676.2Hu 右肺上叶 后段	36 3mm 低危	NCCN得分: 1 2.91mm ³ 实性结节
3	201-209 -739.39Hu	40-42 10mm 中危	NCCN得分: 6 54.81mm ³ 非实性/磨玻璃结节
4	225-232 -645.86Hu 右肺下叶 外基底段	45-46 8.83mm 中危	NCCN得分: 5 36.59mm ³ 非实性/磨玻璃结节
5	311-314 -37.72Hu 左肺下叶 前基底段	62-63 4.31mm 低危	NCCN得分: 5 13.95mm ³ 实性结节

诊断报告

NCCN指南:
根据结节信息 (图201-209) 结节为非实性结节大于10mm,

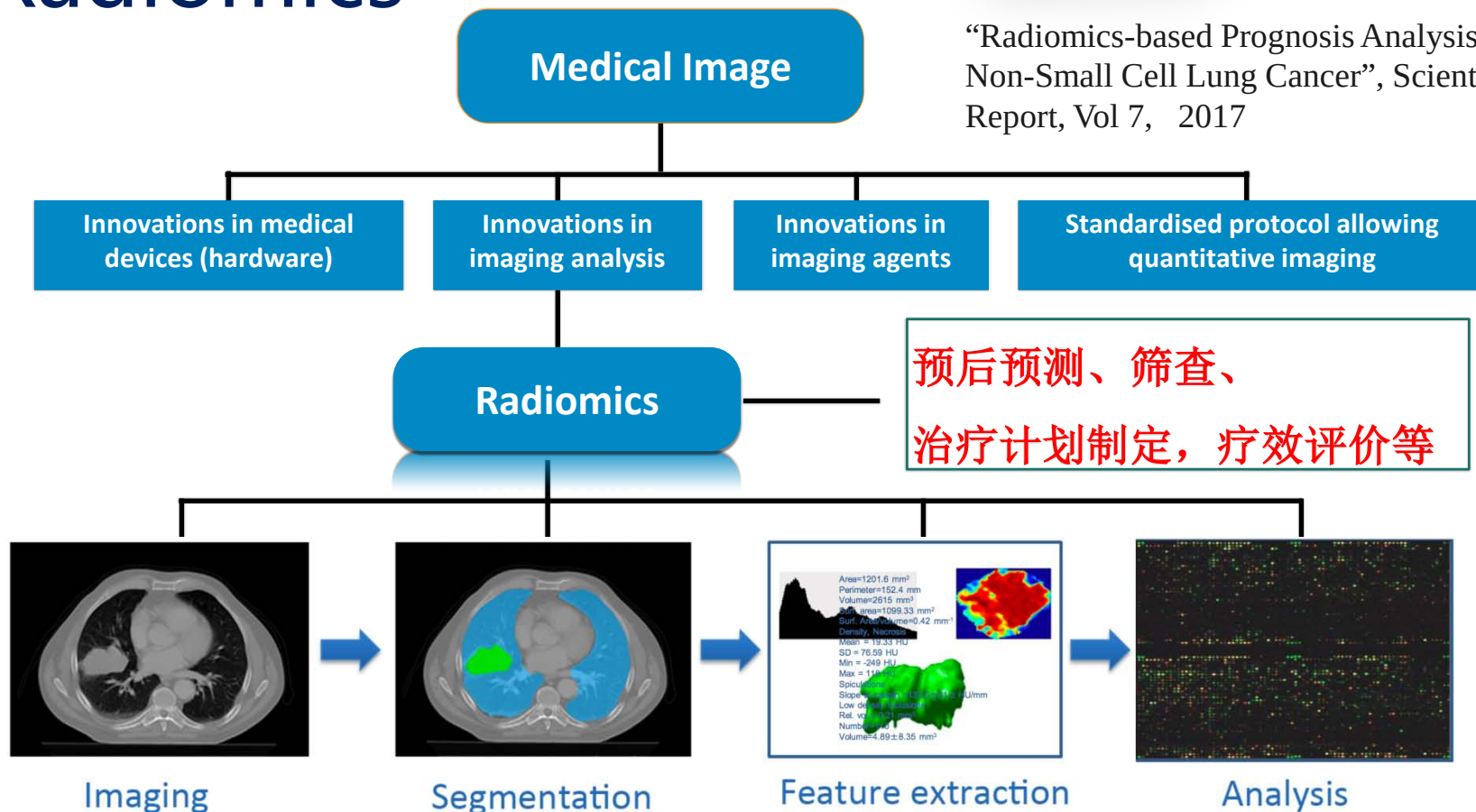
把恶性作为阳性，良性作为阴性来看，灵敏度为95%，特异度为73.7%

长征医院&A公司模型

Radiomics

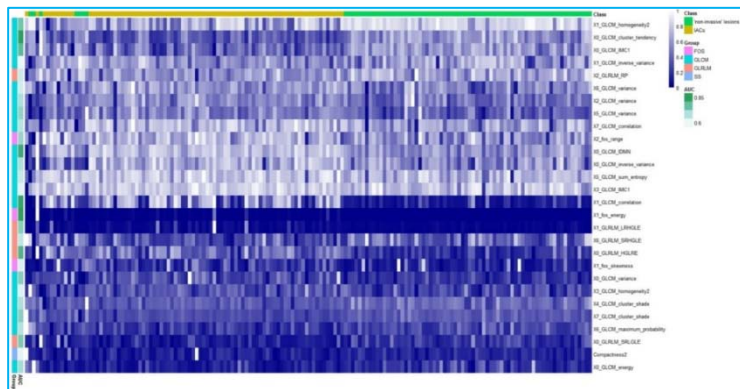
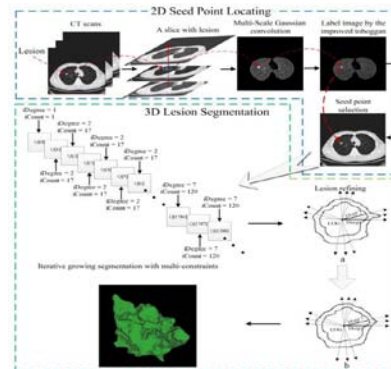
Hugo J.W.L. Aerts, et al. 2014
Nature communications
已经被引用926次

“Radiomics-based Prognosis Analysis for Non-Small Cell Lung Cancer”, Scientific Report, Vol 7, 2017



GGN的放射组学研究

- ❑ 克服区域生长方法需要人机交互的劣势
- ❑ 提出一种自动获取种子点的思路
- ❑ 最早实现GGN全自动分割
- ❑ 均优于现有的水平集方法与骨架割算法
- ❑ 识别精确度96.35%, 分割准确度81.70%

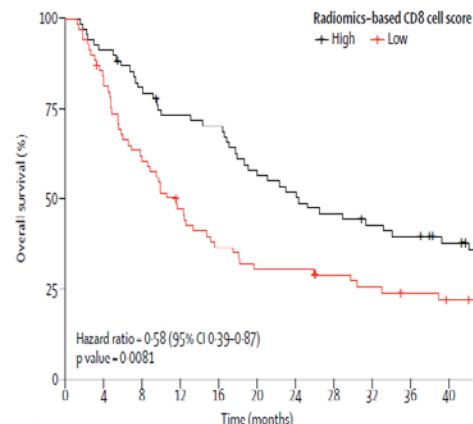
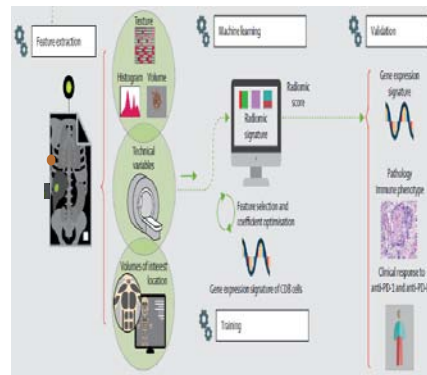


- **组学特征：不受增强检查的影响**
(首次证实)
- **预测肺腺癌侵袭性：放射组学标签的准确度达86.3%**

AI疗效预测——基于CT影像组学预测PD-1抑制剂治疗效果

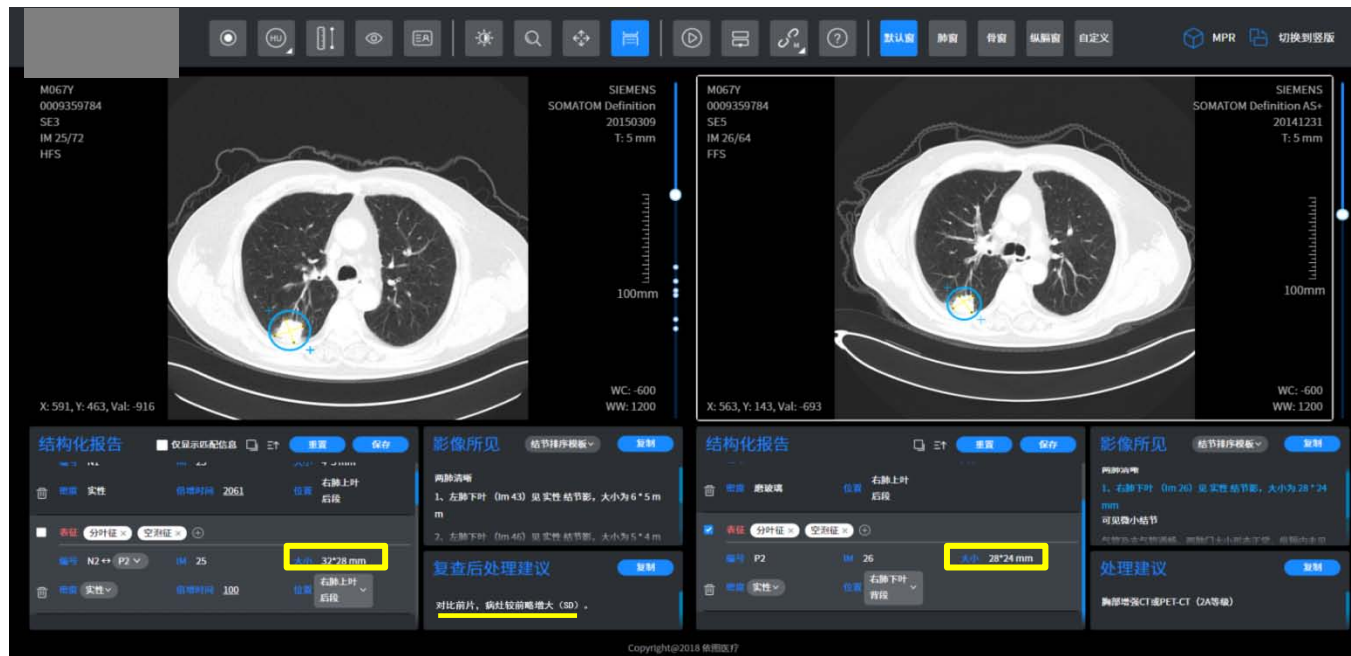
- AI基于影像预测肿瘤组织中免疫细胞数量
- 基于该算法对137名免疫治疗患者（含肺癌）评分分组，中位随访16.5个月
- 高评分患者的中位生存期（24.3个月）明显高于低评分患者（11.5个月）

A radiomics approach to assess tumour-infiltrating CD8 cells and response to anti-PD-1 or anti-PD-L1 immunotherapy: an imaging biomarker, retrospective multicohort study. [Lancet Oncol. 2018 Sep;19\(9\):1180-1191. doi: 10.1016/S1470-2045\(18\)30413-3](#)



AI助力实体瘤疗效评估——评价肺癌化疗疗效

- 在图像精确分割的基础上，精确配准，提取病灶信息，根据RECIST标准实现实体瘤疗效评价



AI助力肺癌治疗 – 智能放化疗

模拟定位

配准
融合

轮廓
勾画

计划
制定

治疗实施

疗效跟踪

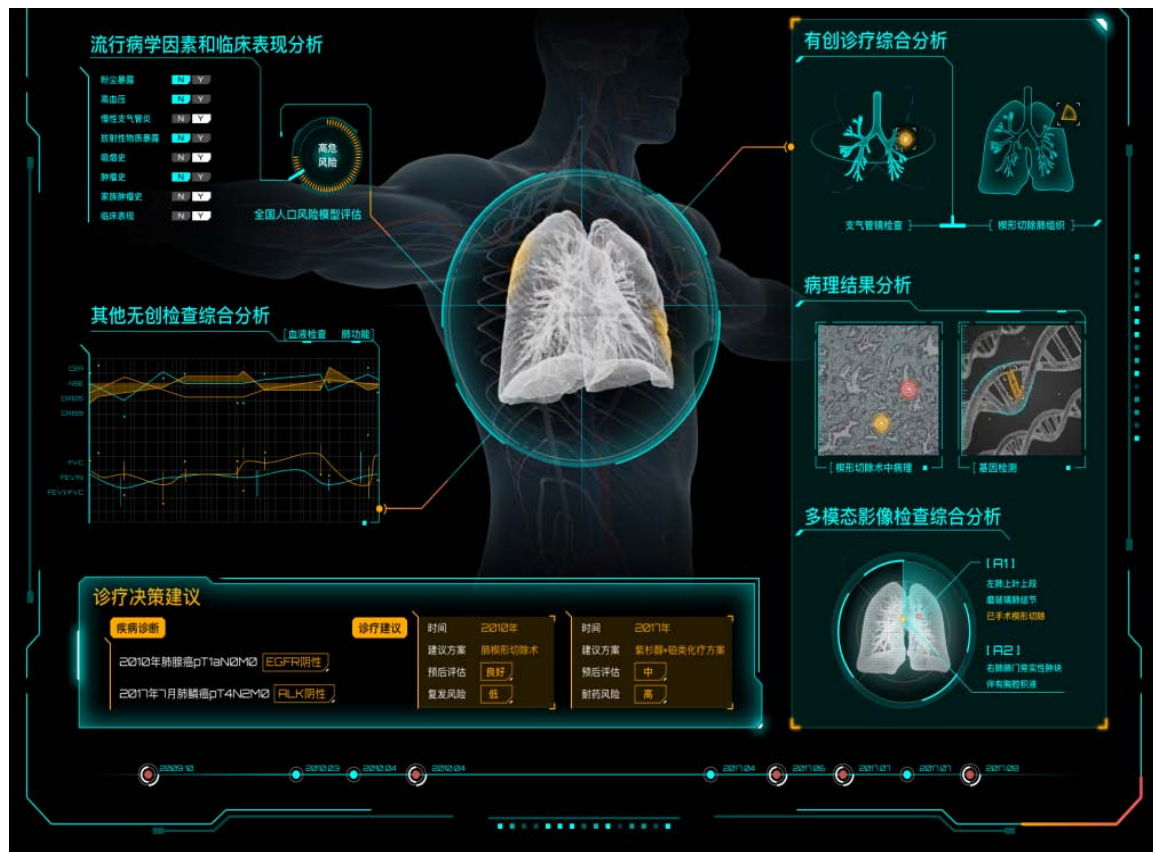


- 相似病例推荐
- 自动靶区勾画
- 个性化放疗方案智能生成



AI实现临床MDT智能诊疗

- 病人全维度临床数据集成
- 基于文献与病人全维度临床大数据的双重挖掘，信息匹配度更高，更精准
- 智能生成个性化诊疗方案



用于AI的训练数据的现状

- 纳入AI研究的数据质量参差不齐，缺乏顶层数据质量设计；
- 用于AI训练之图像的征象认识、描述方法混乱、随意；
- 数据标注方法缺乏专家共识和统一方法，公司之间、同一公司不同标注者之间存在较大差别
- 产品验证环节缺乏标准，鲁棒性检测缺乏公信力数据

质控和标准的制定与执行迫在眉睫

- 形成用于深度学习AI研发数据库的相关标准或共识
- 形成训练数据图像标注方法共识，建立相关队伍
- 制定AI产品检验标准，成为产品检验环节的“裁判”
- 制定AI产品伦理规范（数据伦理、产品伦理、使用伦理），成为AI伦理问题的主角

关于印发国家健康医疗大数据标准、安全和服务管理办法（试行）的通知

发布日期：2018-08-13

打印 收藏

国卫规划发〔2018〕23号

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团卫生计生委，委机关各司局，委直属和联系单位，国家中医药局：

为加强健康医疗大数据服务管理，促进“互联网+医疗健康”发展，充分发挥健康医疗大数据作为国家重要基础性战略资源的作用，根据相关法律法规，我委研究制定了《国家健康医疗大数据标准、安全和服务管理办法（试行）》（可从国家卫生健康委员会官网下载），现印发你们，请遵照执行。

国家卫生健康委员会
2018年7月12日

（信息公开形式：主动公开）

医学影像AI产品使用的问题



产品泛化性不足导致临床环境下的性能较差

年轻医生依赖产品，能力提升变慢

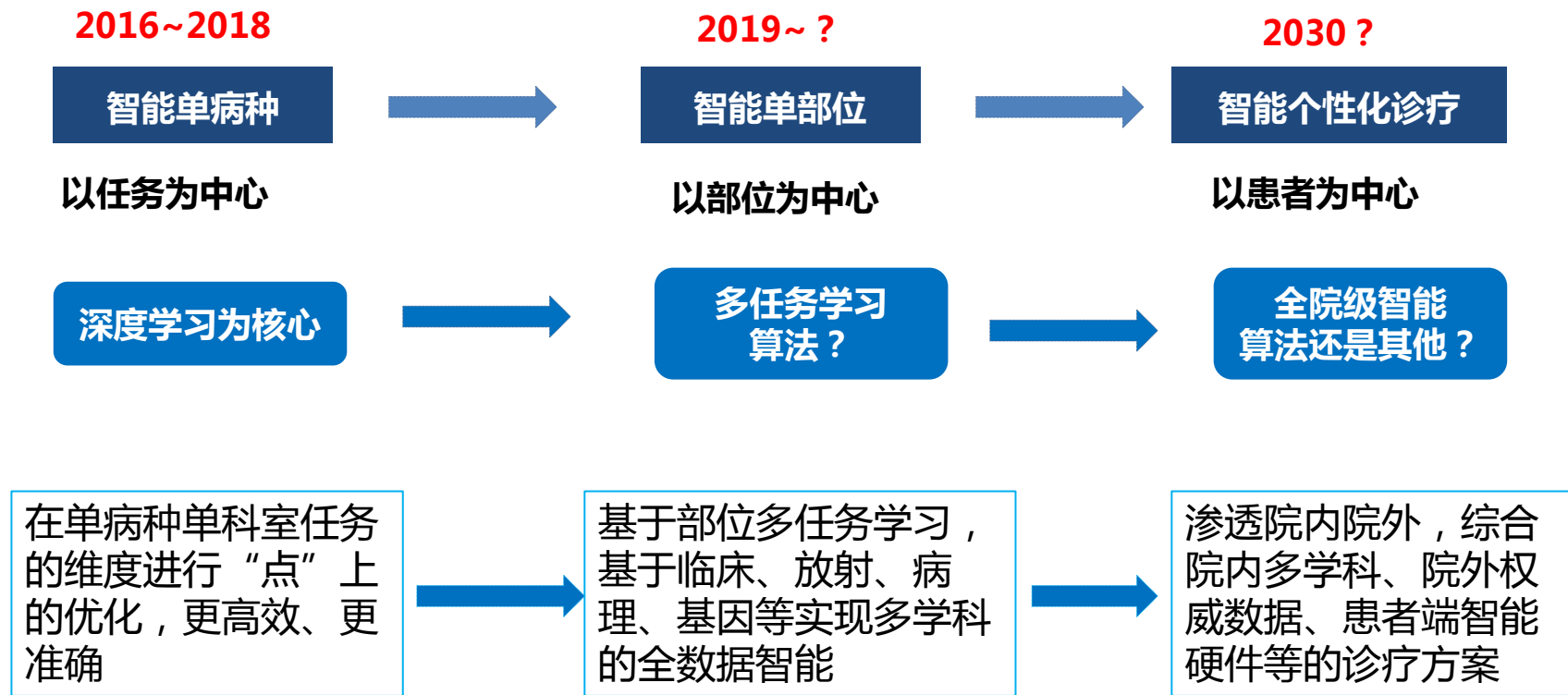
与诊断流程契合度不足，效率改善不明显

假阳性过高

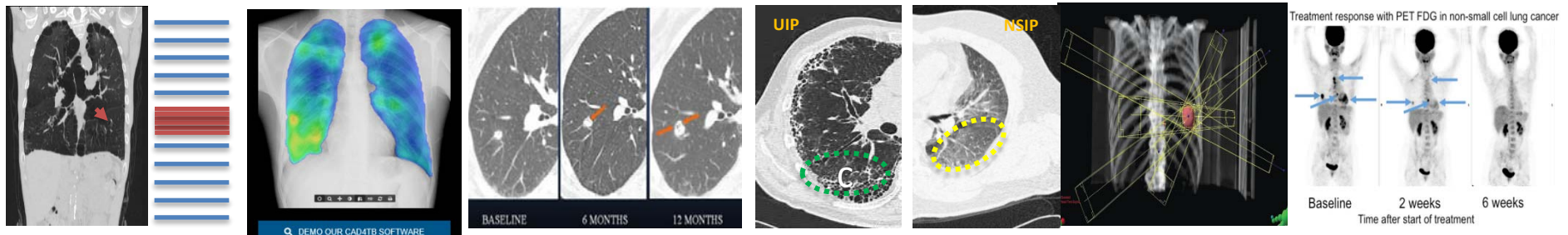
准入条件、伦理、法规



AI产品的迭代进化方向



AI将贯穿疾病诊疗中的全 workflow



成像

筛查

随访

诊断

治疗

评估

AI 快速，精准，可重复性；在整个 workflow 中帮助医生
Artificial Intelligence → Intelligent Assistant

医学影像AI产业 现状和需求调研



微信版调研链接:

<http://caiera.cn/AllIntroduction.aspx>

首届医学影像AI大会

上海国际会议中心，
2018年12月14-16日





感谢倾听

我负责改变世界，你负责享受童年

AI负责改变现状，我们负责享受未来

