

# 分类决策树辅助 CT 诊断孤立性肺结节的方法学研究

马红霞 郭玉林 王秋萍 刘敏 强永乾 郭晓娟 郭佑民 陈起航

**【摘要】** 目的 应用分类与回归决策树 ( CART ) 算法构建 CT 显像鉴别良恶性孤立性肺结节 ( SPN ) 预测模型, 探讨数据挖掘技术在 SPN 影像诊断中的应用价值。方法 分别提取 12 个临床指标和 22 个 CT 征象指标作为 CART 预测 SPN 良恶性的输入指标。连续性纳入自 2003 年 7 月至 2006 年 7 月间经病理证实的 SPN, 且术前行 CT 检查的患者 116 例, 其中良性结节 62 例, 恶性结节 54 例。采用 CART 建立用于预测良恶性 SPN 的分类决策树模型, 并通过交互印证的方法计算该模型的诊断准确性。同时设低年资医师诊断组和高年资医师诊断组, 采用盲法进行独立阅片判断 SPN 的良恶性。采用受试者操作特征 ( ROC ) 曲线比较 3 组间的诊断效能。结果 ( 1 ) 成功建立了能够判断 SPN 良恶性的 CART 诊断模型, 其中含有 8 条诊断规则, 最低相对错误代价为 0. 199, CART 对 SPN 具有决策意义的最重要的前 3 位决策指标为结节的毛刺征、患者年龄和病灶部位。( 2 ) CART、高年资医师和低年资医师对 SPN 良恶性诊断的 ROC 曲线下面积分别为 0. 910 ± 0. 029、0. 827 ± 0. 038、0. 612 ± 0. 052。CART 与低年资医师 ROC 曲线下面积差 ( DBF ) = 0. 297, P < 0. 01; 与高年资医师 DBF = 0. 083, P < 0. 05; 高年资医师与低年资医师 DBF = 0. 214, P < 0. 01。CART 诊断效能高于高年资医师和低年资医师, 高年资医师高于低年资医师。结论 CART 是具有强大学习能力的数据挖掘工具, 可以对 SPN 的良恶性进行正确判断, 为实现人工智能在影像诊断中的应用提供重要的方法学依据。

**【关键词】** 硬币病变, 肺; 诊断, 计算机辅助; 回归分析

Classification decision tree in CT imaging: application to the differential diagnosis of solitary pulmonary nodules MA Hong-xia<sup>\*</sup>, GUO Yu-lin, WANG Qiu-ping, LIU Min, QIANG Yong-qian, GUO Xia-o-juan, GUO You-min, CHEN Qi-hang.<sup>\*</sup> Department of Radiology, the Affiliated Hospital of Ningxia Medical College, Yinchuan 750004, China

Corresponding author: GUO Yu-lin, Email: guoyulin66@163.com; GUO You-min, Department of Radiology, Beijing Chaoyang Hospital, Capital University of Medical Sciences, Beijing 100020, China, Email: cjr.guoyoumin@vip.163.com

**【Abstract】** Objective To establish classification and regression tree ( CART ) for differentiating benign from malignant solitary pulmonary nodules ( SPN ). Methods One hundred and sixteen consecutive cases with 116 solitary pulmonary nodules, which finally were pathologically proven 54 malignant nodules and 62 benign nodules, were prospectively registered in this research. Twelve clinical presentations and 22 CT findings were collected as predictors. A classification tree was established to distinguish benign SPNs from malignant ones. In the observer test, two groups ( one made of junior radiologists and one of senior radiologists ) were independently presented with clinical information and CT images without knowing the pathologic and machine-learning results. Performance of observers and CART were compared by receiver operating characteristic analysis. Results Receiver operating characteristic analysis showed areas under the curve of CART, senior radiologists and junior radiologists respectively were 0. 910 ± 0. 029, 0. 827 ± 0. 038, 0. 612 ± 0. 052. Difference between areas ( DBF ) between CART and junior radiologists was 0. 297 ( P < 0. 01 ). DBF between CART and senior radiologists was 0. 083 ( P < 0. 05 ). DBF between senior and junior radiologists was 0. 214 ( P < 0. 01 ). CART showed a best diagnostic efficiency, followed by junior radiologists, and then senior radiologists. Conclusion Our data mining techniques using CART prove a high accuracy in differentiating benign from malignant pulmonary nodules based on clinical variables and CT findings. It will be a potentially useful tool in further application of artificial intelligence in the imaging diagnosis.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 ( 30470509 )

作者单位: 750004 银川, 宁夏医学院附属医院放射科 ( 马红霞、郭玉林 ); 西安交通大学医学院第一附属医院影像中心 ( 王秋萍、强永乾 ); 首都医科大学附属北京朝阳医院放射科 ( 刘敏、郭晓娟、郭佑民 ); 北京医院放射科 ( 陈起航 )

通信作者: 郭玉林, Email: guoyulin66@163.com; 郭佑民, 100020, Email: cjr.guoyoumin@vip.163.com

【Key words】 Coin lesion, pulmonary; Diagnosis, computer-assisted; Regression analysis

孤立性肺结节 (solitary pulmonary nodules, SPN) 是指直径  $\leq 3$  cm 的肺实质内单发的圆形或类圆形致密影, 而不伴有肺不张的病变<sup>[1]</sup>。随着螺旋 CT 的广泛应用, 薄层 CT、高分辨率 CT 等扫描技术明显改善了 SPN 的细节显示, 但由于良、恶性 SPN 的临床及影像指标有部分重叠交叉<sup>[2-5]</sup>, 医师尤其是低年资医师鉴别诊断时, 并不能充分利用所有临床及影像资料提供的信息, 因此, 诊断的正确率并没有因为扫描设备和技术的改进而获得显著提高。随着计算机辅助诊断 (CAD) 研究的开展, 许多基于数据特征识别的算法被引入影像诊断领域, 并被证明具有提高放射科医师疾病诊断水平的性能<sup>[6-7]</sup>。在本研究中, 笔者摸索分类与回归决策树 (classification and regression tree, CART) 算法辅助 CT 诊断 SPN 的模型构建方法和基于决策树辅助 CT 诊断结节良恶性的价值。

## 资料与方法

### 一、病例搜集

连续性纳入自 2003 年 7 月至 2006 年 7 月期间在宁夏医学院附属医院放射科行胸部 CT 扫描检查的 SPN 患者。纳入标准为: (1) 符合 SPN 诊断标准; (2) 最终结果经手术病理组织学证实; (3) SPN 病灶未经过药物或手术治疗; (4) 签订知情同意书。最终符合纳入标准的 SPN 患者 116 例, 男 49 例, 女 67 例, 年龄 20 ~ 76 岁。其中良性结节 62 例, 包括炎性假瘤 30 例 (48.4%), 结核球 16 例 (25.8%), 肺错构瘤 5 例 (8.1%), 霉菌球 4 例 (6.5%), 球形肺炎灶 2 例 (3.2%), 肺血管瘤 2 例 (3.2%), 肺囊肿 1 例 (1.6%), 肺栓塞 1 例 (1.6%), 平滑肌瘤 1 例 (1.6%)。恶性结节 54 例, 包括腺癌 21 例 (38.9%), 鳞癌 16 例 (29.6%), 未分化癌 10 例 (18.5%), 转移癌 4 例 (7.4%), 大细胞癌 2 例 (3.7%), 腺鳞癌 1 例 (1.9%)。

### 二、成像设备及扫描参数

应用 GE Lightspeed Ultra CT99 多层螺旋 CT (MSCT) 机及同机工作站 (Advantage Workstation 4.0), 1 次采集 8 层。患者仰卧于检查床上, 首先获得扫描定位像, 然后从肺尖至肺底行常规扫描, 扫描参数如下: 120 kV, 180 ~ 220 mA, 层厚 5 mm, 层距 5 mm, 矩阵  $512 \times 512$ , 视野 (FOV)  $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \sim 32 \text{ cm} \times 32 \text{ cm}$ , 选择超高速模式 (US) 扫描, 旋转速度 0.6 ~ 0.8 s/r, 10 s 内完成全肺扫描。然

后以层厚 2.5 mm、间隔 2.5 mm 或层厚 2.5 mm、间隔 1.25 mm, 分别选择肺窗和纵隔窗重组。

### 三、观察者诊断试验

根据 Tang 等<sup>[8]</sup> 的建议, 采集 12 项临床信息和 22 项 CT 扫描征象信息, 指定征象数字编号。在患者进行 CT 引导下经皮肺穿刺检查前, 临床信息采集量表由呼吸内科高年资医师 (事先不了解患者的 CT 表现或其他相关病情) 专门负责询问和填写。在进行 CT 阅片前, 采用典型征象表现的 CT 扫描片作为“标准参考影像”对 2 组人员共同进行标准化认识培训, 以最大限度保证征象评判的一致性。将患者的临床信息和 CT 扫描图像提供给高年资医师 3 名 (具有 20 年以上执业经验) 和低年资医师 (影像专业硕士研究生) 2 名独立参与受试者诊断试验, 判定结果中肯定恶性和可能恶性者均评分为 1 分, 肯定良性和可能良性者均评分为 0 分, 将诊断结果填入事先设计好的评价信息表中。

### 四、建立分类决策树

采集 12 项临床信息和 22 项 CT 扫描征象信息制定评价信息表 (表 1) 作为用于建立诊断模型的指标。观察者组中 2 名低年资医师共同讨论将患者的临床信息和 CT 扫描图像输入 CART 待测指标判定。利用 CART 5.0 决策树软件 (Salford 公司) 人机交互界面, 输入 12 个临床指标和 22 个影像征象指标作为预测变量 (predictor), 其中除年龄为连续型变量 (continuous variable) 外, 其余 33 个变量均为分类变量 (categorical variable)。因为分类树针对目标变量为二分类变量的样本, 因此选择分类树作为决策树的类型。建立决策树模型分类决策树采用适当的分裂规则保证以最小相对错误代价得到优化树。采用自身交互印证的方法进行后剪枝<sup>[9]</sup>, 因此, 116 例 SPN 均用于建立并优化验证决策树模型。

### 五、统计学方法与评价

采用 ROCKIT 1.1 B2 统计学软件 (Charles E. Metz, Department of Radiology, the University of Chicago) 绘制 CART、低年资医师和高年资医师对于孤立性肺结节诊断结果的受试者操作特征 (receiver operating characteristics, ROC) 曲线。ROC 曲线下面积 (Az, 0.5 ~ 1.0) 代表诊断性能, 采用 Hanley-McNeil 非参数法计算 Az, 采用配对样本 t 检验比较 3 组间 Az。Az 值的计算及比较利用 ROCKIT 1.1 B2 统计学软件 1 次完成,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

表 1 建模部分变量列表

变量	编码
临床变量	
性别	0 = 男; 1 = 女
年龄	岁
咳嗽	0 = 无; 1 = 有
咯痰	0 = 无; 1 = 有
咯血	0 = 无; 1 = 有
胸痛	0 = 无; 1 = 有
原发肿瘤病史	0 = 无; 1 = 有
形态学指标	
大小	1 = 直径 1 cm; 2 = 1 cm < 直径 < 2 cm; 3 = 2 cm < 直径 < 3 cm
边缘	0 = 光滑; 1 = 不光滑
脐样切迹	0 = 无; 1 = 有
分叶征	0 = 无; 1 = 浅分叶; 2 = 深分叶
毛刺征	0 = 无; 1 = 长毛刺; 2 = 短毛刺
血管集束	0 = 无; 1 = 有
卫星灶	0 = 无; 1 = 有
胸膜凹陷	0 = 无; 1 = 有
病灶密度	0 = 均匀; 1 = 不均匀
小泡征	0 = 无; 1 = 有
空气支气管征	0 = 无; 1 = 薄壁; 2 = 厚壁
空洞钙化	0 = 无; 1 = 细沙砾样; 2 = 结节样; 3 = 层状; 4 = 大块状

## 结 果

### 一、CART 的结构图及分类规则

采用 CART 软件, 输入表 1 建模列表中的各指标结果后, 分别采用 Gini、towing 等几种算法最终获得错误代价最低的分类树, 结果显示 Gini 算法获得最小错误代价分类树, 其相对错误代价为 0.199 (表 2)。图 1 显示建立的分类树模型最终含有 1 个根结 (node 1)、6 个内结 (node 2 ~ node 7) 和 8 个终端结 (terminal node 1 ~ terminal node 8)。图 2 显示 CART 自动生成从根结 (node 1) 依次到末端结的路径分别表示模型给予 SPN 判定规则。

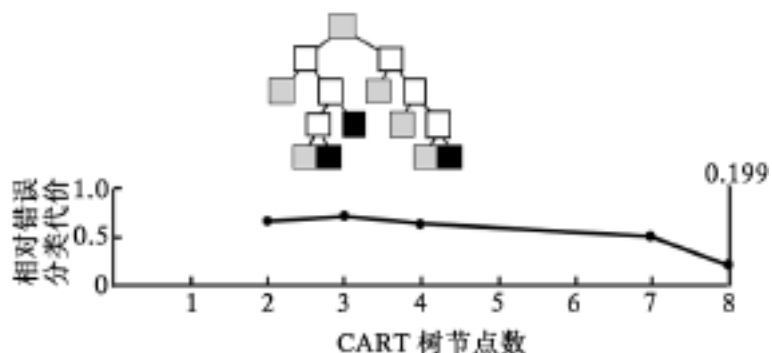


图 1 CART 分类决策树生长及优化策略图: 上面为 CART 树的基本框架图, 其中最顶端的方块代表根结, 白色块代表内结分出黑色块和灰色块, 黑色块代表归为恶性病变的末端结, 灰色块代表归为良性病变的末端结。相对错误分类代价最低时的树为最佳 CART 树。可见, 本研究建立的最佳 CART 树模型有 8 个末端结, 且相对应的相对错误分类代价为 0.199

### 二、分类决策树对 SPN 的判定路径

表 2 中给出了算法的具体优化过程及每一步所获得的相对代价, 概率应用 CART 软件 Gini 分裂算法, 决策树最终给出每条路径判定正确的概率, 根据本研究提供的病理结果数据自动算出。结果显示可由 8 条路径最终判定结节良恶性。

表 2 分类树优化

树值	终端结节数	交互验证相对代价	复杂性
1 <sup>a</sup>	8	0.199 <sup>b</sup> ±0.055	0.000
2	7	0.490 <sup>b</sup> ±0.080	0.016
3	4	0.626 <sup>b</sup> ±0.086	0.032
4	3	0.698 <sup>b</sup> ±0.088	0.047
5	2	0.668 <sup>b</sup> ±0.087	0.065
6	1	1.000 <sup>b</sup> ±0.000	0.260

注: <sup>a</sup> 最优树, <sup>b</sup> 每棵树最小分类代价; 终端结节数代表判定路径上各节点代号; 交互验证相对代价和复杂性是 CART 软件建立模型的关键参数

路径 1: 根结 1-内结 2-终端节 1。病灶没有毛刺或长毛刺, 位于左肺上叶尖后段 [1 (数字代表肺段的代号, 下同)]、左肺上叶前段 (2)、左肺中叶下舌段 (4)、左肺下叶后基底段 (9)、右肺上叶后段 (11)、右肺中叶外侧段 (13)、右肺下叶外基底段 (18)、右肺下叶后基底段 (19), 根据该路径, CART 将 38 例 SPN 判定为良性病灶, 认为判定正确概率为 100%。

路径 2: 根结 1-内结 3-内结 4-终端节 2。病灶没有毛刺或长毛刺, 位于左肺中叶上舌段 (3)、左肺下叶背段 (5)、左肺下叶前基底段 (7)、左肺下叶外基底段 (8)、右肺上叶前段 (12)、右肺下叶前基底段 (17), 伴胸膜凹陷, 且患者年龄 < 66.5 岁, 根据该路径, CART 将 8 例 SPN 判定为良性病灶, 认为判定正确概率为 100%。

路径 3: 根结 1-内结 3-内结 4-终端节 3。病灶没有毛刺或长毛刺, 位于 3、5、7、8、12 和 17 肺段, 伴胸膜凹陷, 但患者年龄 > 66.5 岁, 根据该路径, CART 将 4 例 SPN 判定为恶性病灶, 认为判定正确概率为 100%。

路径 4: 根结 1-内结 3-终端节 4。病灶没有毛刺或长毛刺, 位于 3、5、7、8、12 和 17 肺段, 不伴胸膜凹陷, 根据该路径, CART 将 8 例 SPN 判定为恶性病灶, 认为判定正确概率为 100%。

路径 5: 根结 1-内结 5-终端节 5。病灶短毛刺, 患者年龄 < 39.0 岁, 根据该路径, CART 将 8 例 SPN 判定为良性病灶, 认为判定正确概率为 100%。

路径 6: 根结 1-内结 5-内结 6-终端节 6。病灶

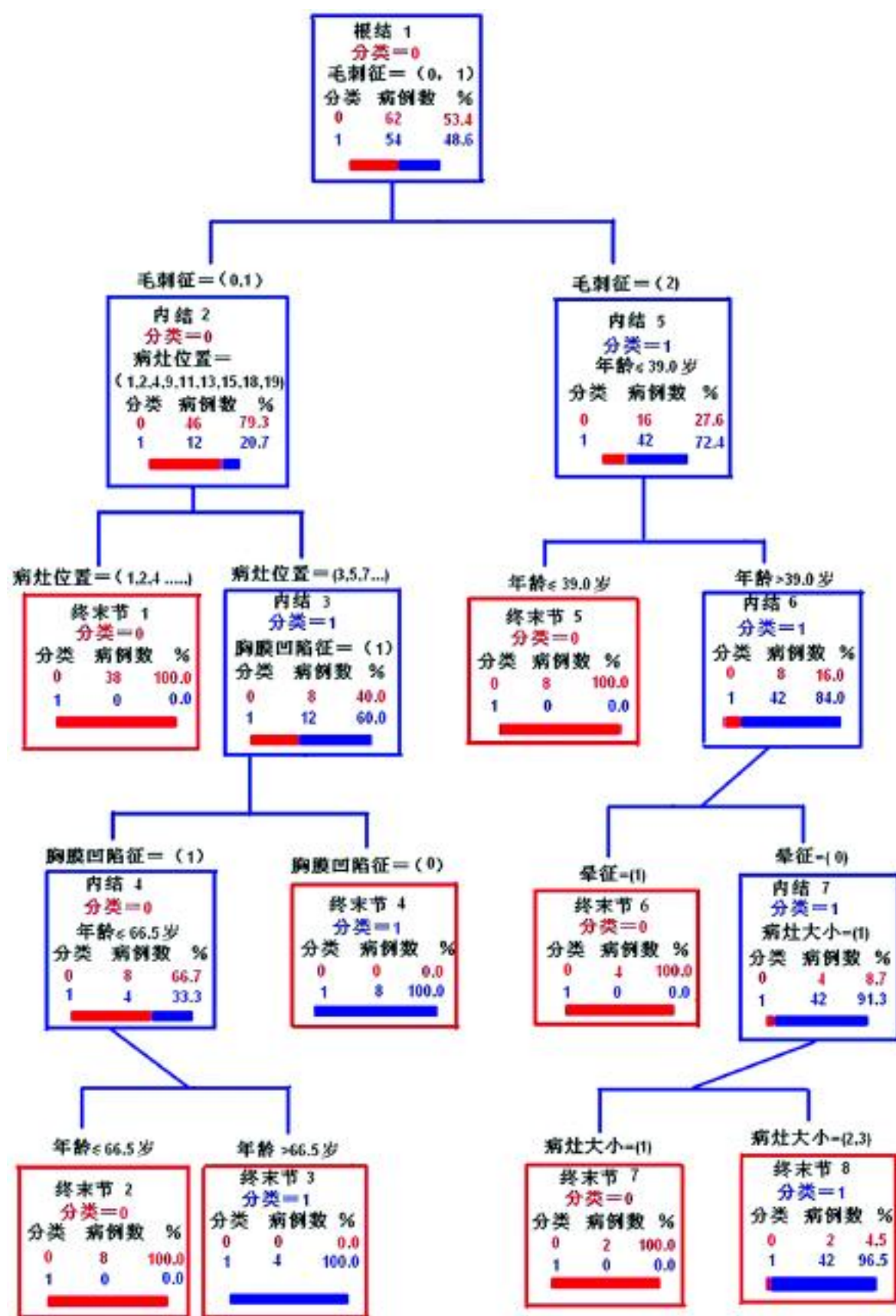


图 2 CART 树诊断孤立性肺结节 (SPN) 的结构图及判断路径。可见该树的最顶层为根结, 其下分出 6 个内结, 均以蓝色框表示。有 8 个终末结均用红色框表示。框的上方为分类规则, 框内则为按照分类规则进行分类的情况。框内的红色横条表示良性病变, 蓝色横条表示恶性病变。分类 0 为良性病灶代码, 1 为恶性肿瘤代码。各类数字代表的意义见表 1

短毛刺, 伴晕征, 患者年龄 > 39.0 岁, 根据该路径, CART 将 4 例 SPN 判定为良性病灶, 认为判定正确概率为 100%。

路径 7: 根结 1-内结 5-内结 6-内结 7-终末节 7。病灶直径 1 cm, 有短毛刺, 但不伴晕征, 患者年龄 > 39.0 岁, 根据该路径, CART 将 2 例 SPN 判定为良性病灶, 认为判定正确概率为 100%。

路径 8: 根结 1-内结 5-内结 6-内结 7-终末节 8。病灶直径 1 ~ 3 cm, 有短毛刺, 但不伴晕征, 患者年龄 > 39.0 岁, 根据该路径, CART 将 44 例 SPN 判定

为恶性病灶, 认为判定正确概率为 96.5%。

### 三、分类决策树对 SPN 的判定结果

经病理证实的良性病变 62 例, CART 树模型全部正确诊断; 54 例恶性病灶, CART 树模型正确诊断 52 例, 2 例漏诊。由于病例数偏少, 为了减少建立决策树模型的误差, 笔者采用 10 倍交互验证法验证, 所建立的模型显示, CART 树模型正确判别良性病变 60 例, 2 例被误判为恶性; 正确判定恶性病灶 46 例, 8 例误判为良性, 敏感性 85.19%, 特异性为 96.77%, 约登指数为 81.96%。

### 四、SPN 良恶性诊断结果的 ROC 曲线分析

观察者诊断试验结果显示, 低年资医师正确判别良性病变 30 例, 有 32 例被误判为恶性; 正确判定恶性病灶 40 例, 误判 14 例为良性, 敏感性为 74.07%, 特异性为 48.39%, 约登指数为 22.46%。高年资医师正确判别良性病变 52 例, 有 10 例被误判为恶性; 正确判定恶性病灶 44 例, 误判 10 例为良性, 敏感性为 81.48%, 特异性为 83.87%, 约登指数为 65.35%。

CART、低年资医师和高年资医师对 SPN 良恶性的判断结果见表 3, 各组的 ROC 曲线见图 3。将测试组的结果进行比较, 结果显示 CART 的诊断正确率最高和 ROC 曲

线下面积最大, 其次为高年资医师, 而低年资医师组诊断正确率最低。采用配对 t 检验进行各组 ROC 曲线的 Az 值统计学检验, 结果显示, CART 与高年资医师组之间差异有统计学意义; CART 和高年资医师组的 Az 值显著高于低年资医师组, 差异有统计学意义。

### 五、CART 分类树筛选的决策指标排序

采用 Gini 分类树算法, CART 软件自动生成的“important rank”中给出各个待选指标的相对重要性, 以百分数排序解释, 100% 为最重要参数。CART

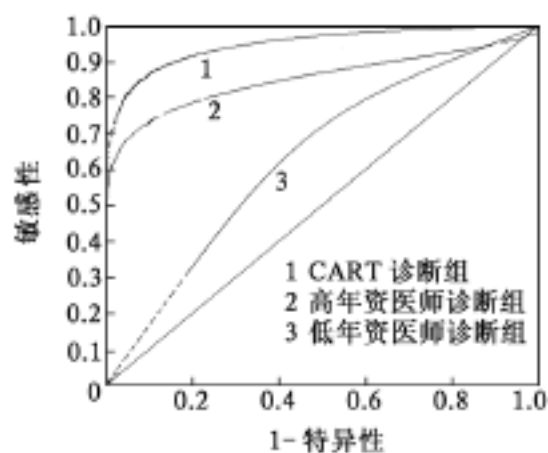


图3 受试者操作特征曲线比较 CART、高年资医师和低年资医师诊断孤立性肺结节的效能:横坐标为假阴性值,纵坐标为真阳性值。曲线越接近坐标的左上角,说明诊断正确率越高。由图可见,诊断能力由高到低分别为: CART、高年资医师组和低年资医师组

表3 CART、高年资医师和低年资医师 ROC 曲线的 Az 值

诊断者	Az	$s_{Az}$	95% 可信区间	约登指数 (%)
CART	0.910	0.029	0.842 ~ 0.955	81.96
高年资医师	0.827	0.038	0.747 ~ 0.899	65.35
低年资医师	0.612	0.052	0.527 ~ 0.713	22.46

注: ROC 曲线为受试者操作特征曲线, Az 为曲线下面积,  $s_{Az}$  为 Az 的标准误。配对 t 检验: CART 与高年资医师 ROC 曲线下面积差 (DBF) = 0.083,  $t = 2.628$ ,  $P < 0.05$ ; CART 与低年资医师 DBF = 0.297,  $t = 4.754$ ,  $P < 0.01$ ; 高年资医师与低年资医师 DBF = 0.214,  $t = 3.611$ ,  $P < 0.01$

显示本研究中采集的 12 项临床信息和 22 项 CT 扫描征象信息中的征象重要性由高到低分别为毛刺征 100%、年龄 89.94%、位置 49.31%、胸膜凹陷 27.82%、脐样切迹 22.18%、卫星灶 17.27%、大小 14.29%、空洞 16.18%、晕征 13.73%、肿瘤史 9.69%、咯血 6.94%、病灶边缘 4.13%、吸烟时间 2.59%、吸烟指数 0.53%, 表明毛刺征最为重要, 年龄居第 2 位, 其余依次为病灶位置, 胸膜凹陷征等。

## 讨 论

CART 是目前最常用的分类树方法, 该算法总是将当前样本集分割为 2 个子样本集, 使生成的决策树的每个非叶结点都有 2 个分支。因此, CART 算法生成的决策树是一种结构简洁的二叉树<sup>[2]</sup>。相对于传统的统计学分类方法如多元回归方法等, 决策树是一种非参数分析方法, 即研究的数据无需符合某种特定的分布, 就可以处理连续变量, 也可以处理分类变量。同时还可以充分利用缺失数据, 且异常值对于最终的结果影响甚小; 即使当研究变量间存在非线性或交互性关系时同样适用; 相对于神

经网路算法等复杂的黑箱技术, 它是一种相对简单的自动处理数据的机器学习方法, 即操作者只须进行简单的输入, 数据分析和规则获取由软件自行完成, 步骤容易理解, 形成分类规则来供人们参考<sup>[3-4]</sup>。

本研究采用 CART 建立分类树模型提供的 8 条规则最终经验证组验证准确率(约登指数)达到了 81.96%, 提示低年资医师掌握了这些规则后诊断的正确性有可能由原来的 22.46% 显著提高。与神经网络算法收敛速度慢、仅能提供最终判定结果、无法提供判定规则相比, 决策树算法似乎更有利于低年资医师诊断思路的建立。

CART、高年资医师及低年资医师诊断效能的比较显示, CART 诊断效能与高年资医师间存在统计学差异( $P < 0.01$ ), 且两者均明显高于低年资医师诊断水平, 即决策树分析过程类同于高年资医师在多年临床实践后根据建立的“分类决策”经验进行判断的过程, 而此过程可以被低年资医师在 CART 的辅助下通过较短的实践时间获取。本研究在建立最佳决策树时, 是选择错误分类代价最低的结点数这一原则, 即当决策树具有该结点数时, 由建模组和验证组综合评定的错误分类代价最低。本研究中采用 Gini 分裂系数是常用的分裂规则之一, 相对于 Tong 等<sup>[10]</sup>的研究获得错误分类代价最低, 最终形成了含有 8 个终末节点的最佳分类决策树。同时本研究采用样本交互验证法建树和验树, 这样能够使所有数据充分利用, 但是当样本量非常大时, 决策树在拟合的过程中容易生成过多的分支, 此时最佳树的选择在避免决策树过度拟合的过程中就显得十分重要<sup>[5]</sup>。

本研究经 CART 分类树筛选的具有决策意义的指标中, 最为重要的是结节周围的毛刺征, 其次是年龄、结节部位、胸膜凹陷、周围卫星灶、脐样切迹、卫星灶等, 必须综合考虑。CART 模型显示无毛刺或长毛刺的结节大多被划分为良性结节, 而具有短毛刺的结节则有被划分为恶性的趋势。这一点也与传统的 SPN 征象分析中所认识到的结论相一致<sup>[9]</sup>。年龄是诸多相关研究中公认的重要因素, 一般而言, 年龄越大, SPN 为恶性的可能性越高<sup>[11]</sup>。

本研究从常规胸部 CT 扫描获取了 CART 辅助 CT 诊断的变量和规则, 随着新的扫描和图像后处理技术的不断发展, 在传统征象的认识基础上, 增加了新的诊断信息, 如 CT 增强表现中的增强值大小、增强的方式和程度、动态扫描下的增强过程, 以及利用三维重组、仿真支气管镜、最大密度和最小密度投影

成像、电影动态浏览等技术,将有助于提高 SPN 诊断正确率。同时尽管决策树在辅助融合显像诊断 SPN 的真正价值尚需大量的数据来评价,但是仍能看到它作为具有强大学习能力的数据挖掘工具,通过对一定数量样本的学习,可以对低年资医师进行规则指导,提高诊断水平,缩短达到高年资影像科医师诊断水平的实践时间,为实现人工智能在影像诊断中的应用提供重要的方法学依据。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] Ost D, Fein AM, Feinsilver SH. Clinical practice: the solitary pulmonary nodule. *N Engl J Med*, 2003, 348: 2535-2542.
- [ 2 ] 方积乾. 现代医学统计学. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 70-129.
- [ 3 ] Barriga KJ, Hamman RF, Hoag S, et al. Population screening for glucose intolerant subjects using decision tree analyses. *Diabetes Res Clin Pract*, 1996, 34 Suppl: S17-S29.
- [ 4 ] Kuo WJ, Chang RF, Chen DR, et al. Data mining with decision trees for diagnosis of breast tumor in medical ultrasonic images. *Breast Cancer Res Treat*, 2001, 66: 51-57.

- [ 5 ] Razavi AR, Gill H, Ahlfeldt H, et al. Predicting metastasis in breast cancer: comparing a decision tree with domain experts. *J Med Syst*, 2007, 31: 263-273.
- [ 6 ] Kuo WJ, Chang RF, Chen DR, et al. Data mining with decision trees for diagnosis of breast tumor in medical ultrasonic images. *Breast Cancer Res Treat*, 2001, 66: 51-57.
- [ 7 ] 陈卉, 王晓华, 周新华, 等. 神经网络在诊断 HRCT 上孤立肺结节良恶性中的初步应用. *北京生物医学工程*, 2005, 24: 436-439.
- [ 8 ] Tang AW, Moss HA, Robertson RJ. The solitary pulmonary nodule. *Eur J Radiol*, 2003, 45: 69-71.
- [ 9 ] Agrons GA, Rosado-de-Christenson ML, Kirejczyk WM, et al. Pulmonary inflammatory pseudotumor: radiologic features. *Radiology*, 1998, 206: 511-518.
- [ 10 ] Tong W, Xie Q, Hong H, et al. Using decision forest to classify prostate cancer samples on the basis of SELDI-TOF MS data: assessing chance correlation and prediction confidence. *Environ Health Perspect*, 2004, 112: 1622-1627.
- [ 11 ] Ost D, Fein A. Evaluation and management of the solitary pulmonary nodule. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000, 162 ( 3 Pt 1 ): 782-787.

( 收稿日期: 2007-08-21 )

( 本文编辑: 任晓黎 )

## · 消 息 ·

### 欢迎订阅 2008 年《实用放射学杂志》

《实用放射学杂志》是国内外公开发行的医学影像学学术期刊,创刊于 1985 年,本刊为大 16 开,144 页月刊。本刊坚持以学术性为前提,注重理论与实践相结合、学术性与实用性相结合,面向基层、突出实用的办刊宗旨,全面报道 X 线、计算机 X 线摄影(CR)、数字 X 线摄影(DR)、DSA、CT、MRI、介入放射学、影像技术学等医学影像学方面的新知识、新成果,受到广大医学影像医务工作者的普遍欢迎和喜爱,读者和作者遍布全国各个省、自治区和直辖市。自 1992 年以来,《实用放射学杂志》多次获得国家期刊管理部门的表彰与奖励,为中国期刊方阵双效期刊,中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊),临床医学·特种医学核心期刊,被国内多个数据库收录。

《实用放射学杂志》的主要栏目有:中枢神经放射学、头颈部放射学、胸部放射学、腹部放射学、骨骼肌肉放射学、泌

尿生殖放射学、血管放射学、乳腺放射学、小儿放射学、介入放射学、影像技术学、实验研究、综述、计算机在医学影像学中的应用、继续教育、讲座、论著摘要、经验交流、读片窗、病例报道等。本刊载文信息量大、内容新颖、实用性强,对临床工作指导意义大。刊号:ISSN 1002-1671, CN 61-1107/R, 邮发代号:52-93。每册 10 元,全年 120 元。欢迎广大读者积极到本地邮局订阅,如错过邮局订阅时间,可随时汇款至本刊编辑部订阅。编辑部地址:710068 陕西省西安市环城南路西段 20 号海联大厦 605 室。电话:编辑部、发行部:029-82122004;社长室:029-88404722;办公室、广告部:029-82122003(传真)。网址: <http://syfsxzz.periodicals.net.cn>, Email: syfsxzz@sina.com。

(《实用放射学杂志》发行部)