

论著

# 支持向量机在CT鉴别诊断肾脏上皮样血管平滑肌脂肪瘤与肾透明细胞癌中的应用

1. 首都医科大学附属北京友谊医院  
放射科 (北京 100050)  
2. 首都医科大学附属北京中医院  
放射科 (北京 100010)

李晓强<sup>1</sup> 常 泰<sup>2</sup>

**【摘要】目的** 探讨支持向量机在CT鉴别诊断肾脏上皮样血管平滑肌脂肪瘤(epithelioid angiomyolipoma, EAML)与肾透明细胞癌(clear cell renal cell carcinoma, ccRCC)中的应用价值。**方法** 搜集70例经病理证实的肾脏肿瘤(EAML、ccRCC各35例)，采用支持向量机法综合分析其CT特征表现，判定其所属类型。**结果** 支持向量机法(support vector machine, SVM)对EAML病变的诊断正确率为100%；对ccRCC病变的诊断正确率为94.59%；总体平均判别正确率为97.14%；训练集诊断正确率为97.30%；测试集诊断正确率为96.97%；与bagging和adaboost分类算法诊断符合率相接近。**结论** 支持向量机法有助于CT鉴别诊断EAML和ccRCC，可用于辅助日常阅片工作，尤其是年轻医师或基层医院医师的工作。

**【关键词】** 上皮样血管平滑肌脂肪瘤；肾透明细胞癌；CT；支持向量机；SVM；诊断

**【中图分类号】** R445.3; R737.11  
**【文献标识码】** A  
**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2017.10.029

通讯作者：常 泰

# The Application Value of Support Vector Machine in CT Differential Diagnosis of Renal Epithelioid Angiomyolipoma and Clear Cell Renal Cell Carcinoma

LI Xiao-qiang, CHANG Tai. Department of Radiology, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China

**[Abstract]** **Objective** To evaluate the application value of support vector machines in the differential diagnosis of renal epithelioid angiomyolipoma (EAML) and clear cell renal cell carcinoma (ccRCC). **Methods** In this study, 70 cases of renal tumors confirmed by pathology (35 cases of EAML and ccRCC) were collected, and the characteristics of CT features were analyzed by support vector machine method. **Results** The diagnostic accuracy of support vector machine (SVM) for EAML lesions was 100%. The diagnostic accuracy of ccRCC lesions was 94.59%. The overall average judgment accuracy was 97.14%. The diagnostic accuracy of the training set was 97.30%. The diagnostic accuracy of the test set was 96.97%. The coincidence rate is similar to bagging and adaboost classification algorithm. **Conclusion** Support vector machine method is helpful for CT differential diagnosis of EAML and ccRCC, which can be used to assist in daily work, especially for young doctors or primary hospital physicians.

**[Key words]** Epithelioid Angiomyolipoma; Clear Cell Renal Cell Carcinoma; CT; SVM; Differential Diagnosis

肾细胞癌(renal cell carcinoma, RCC)是泌尿系统常见的恶性肿瘤，占肾脏肿瘤的90%，约占成人恶性肿瘤的2%，并且其发病率有逐年上升的趋势<sup>[1]</sup>。肾脏上皮样血管平滑肌脂肪瘤(EAML)是血管平滑肌脂肪瘤的一种特殊亚型，是发生在肾脏中一种较为罕见的、具有恶性潜能的间叶源性肿瘤，且预后尚不明确，必须引起重视，在过去由于其无特异性临床表现加上对其认识不足常被误诊为肾细胞癌<sup>[2-3]</sup>。临床一般以手术切除为首选，但是其病灶良、恶性的术前诊断对手术方式的选择有一定的影响，由于CT检查的无损伤、安全、可重复性和价廉等特点，所以在临幊上常采用CT检查<sup>[4-5]</sup>。其诊断结果往往依据各种CT征象通过经验判断来对其肿块做出临幊诊断，其明显会受诊断者的临幊经验、思维方法等主观因素的影响，且EAML在肿瘤较小时常常与其他类似疾病如EML、RCC等难以鉴别，这就给临幊确诊带来了一定的困难<sup>[6]</sup>。因此寻找一种相对科学、客观、实用的诊断思维和方法来进行综合评价是显得非常必要。本文收集了2011年6月至2016年5月期间经病理学证实的EAML、ccRCC各35例进行回顾性分析；探讨其影像学表现特征，以提高对该病的认识，并尝试采用SVM对RCC类似疾病的影响特征进行鉴别诊断分析，探讨本方法在RCC的鉴别中的作用及价值。

## 1 材料与方法

**1.1 研究对象** 选取2011年6月至2016年5月期间在本院进行治疗的70例RCC疾病患者，且所有病例术前都进行了常规的CT检查，术后经病理证实，其中EAML组、RCC组各35例。

**1.2 变量设置** 查阅相关文献和根据影像专家的建议，选取了

如下RCC常见的临床资料和CT特征：患者年龄、性别、病灶位置、数量、边界、病灶有无囊变、有无脂肪、病灶最大直径、动脉期CT值、静脉期CT值、有无粗大供血血管影、是否有临床表现。

**1.3 SVM判别方法** 支持向量机算法首先由Vapnik提出，由Vapnik与其合作者发明的。基本思想就是将近邻分类法和线性回归建模法结合起来创建一个超平面，使得改平面的任何一边的数据划分都相当均匀。从而不但能达到将两类样本正确分开，而且还能使的两类的分类间隔最大。

判别分类基本步骤如下：(1) 将60例肾脏肿瘤病例数据按随机原则分成训练集样本与测试集两个样本；2. 选择向量机的模型及核函数；3. 利用SVM分类器对肾脏肿瘤训练集样本进行训练建模；4. 利用测试集对训练好的肾脏肿瘤鉴别诊断模型进行预测，以验证SVM的正确性。

**1.4 统计学处理** 所有数据采用运用R3.2.0软件进行统计分析，计量资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 进行统计描述，计数资料采用例数(百分比)表示。采用t检验对两组间定量资料的差异就行统计分析，两组间定性资料差异采用 $\chi^2$ 检验；并采用R软件“e1071”包对其进行SVM模型建模分析和“kernlab”包对模型效果进行评价；检验水准 $\alpha=0.05$ 。

## 2 结 果

**2.1 人口学资料和CT主要征象分布结果** 表1可以看出，EAML组平均发病年龄( $42.54 \pm 11.14$ )小于RCC组( $57.78 \pm 11.61$ )。EAML组女性(71.43%)所占比例多于男性(28.57%)，而RCC男性比例高

于女性，性别分布差异在两组间差异有统计学意义( $P<0.05$ )。肿瘤单发多见，多发少见。35例EAML中15例发生在肾脏左侧，14例右侧，6例双侧均有病灶，而RCC左侧居多(51.43%)，但差异无统计学意义。病灶与肾实质分界都较清晰，两组间差异无统计学意义( $P>0.05$ )。囊变在EAML中罕见而在RCC中较常见( $P<0.05$ )。RCC中罕见脂肪但EAML组中含脂肪和不含脂肪所占比例分别为57.14%、42.86%(图1-8)。两组间肿瘤最大直径差异无统计学意义

( $P>0.05$ )。EAML组的动脉期CT值和静脉期CT值均低于RCC组( $P$ 均 $<0.05$ )。EAML粗大供血血管影较少见。而在临床表现方面两组间差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

**2.2 SVM分类效果** SVM对EAML病变的诊断正确率为100%，对ccRCC病变的诊断正确率为94.59%，总体平均判别正确率为97.14%，训练集诊断正确率为97.30%。从测试结果可以看出，在测试集的33个样本中，共有1个样本被预测错误(1个EAML样本被错分为ccRCC)，平均诊率正确

表1 两组间人口学资料及CT特征分布差异性分析结果

变量	EAML组(n=35)	RCC组(n=35)	P
年龄(年)	$42.54 \pm 11.14$	$57.78 \pm 11.61$	<0.05
性别			<0.05
男	10 (28.57%)	26 (74.29%)	
女	25 (71.43%)	9 (25.71%)	
分布位置			>0.05
左	15 (42.86%)	18 (51.43%)	
右	14 (40.00%)	13 (37.14%)	
双侧	6 (17.14%)	4 (11.43%)	
病灶数量			>0.05
单发	30 (85.71%)	33 (94.29%)	
多发	5 (14.29%)	2 (5.71%)	
边界清晰			>0.05
模糊不清	7 (20.00%)	4 (11.43%)	
清晰	28 (80.00%)	31 (88.57%)	
囊变			<0.05
无	35 (100.00%)	4 (11.43%)	
有	0 (0.00%)	31 (88.57%)	
脂肪			<0.05
无	15 (42.86%)	35 (100.0%)	
有	20 (57.14%)	0 (0.0%)	
最大直径(mm)	$57.60 \pm 41.32$	$54.80 \pm 22.04$	>0.05
动脉期CT值(HU)	$92.19 \pm 27.90$	$137.18 \pm 38.93$	<0.05
静脉期CT值(HU)	$77.01 \pm 19.43$	$101.00 \pm 15.87$	<0.05
粗大供血血管			<0.05
无	29 (82.86%)	20 (57.14%)	
有	6 (17.14%)	15 (42.86%)	
临床表现			>0.05
无	21 (60.00%)	22 (62.86%)	
有	14 (40.00%)	13 (37.14%)	

表2 SVM法鉴别诊断分析结果

预测分类	训练集实际分类		测试集实际分类	
	EAML	ccRCC	EAML	ccRCC
EAML	15	1	18	1
ccRCC	0	21	0	14

为96.97%。由图9可清晰的看出SVM的判别效果。为了比较SVM分类器的性能，分别用bagging和adaboost分类算法上述数据集进行测试，结果发现其预测准确率亦为96.67%，这表明采用SVM模型对肾脏肿瘤进行分类识别具有较好的性能，见表2。

### 3 讨论

**3.1 病理及临床特点** 近来研究表明，EAML是血管平滑肌脂肪瘤的罕见亚型，属于血管周上皮样细胞瘤家族，具有潜在恶变的可能。该家族肿瘤具有独特的免疫组化学特征：EAML的上皮样细胞表达黑色素细胞标记物(HMB-45、Melan-A)和平滑肌标志物(SMA、MSA)表达阳性而上皮细胞标记(CK、EMA)表达阴性<sup>[7]</sup>。

肾EAML常见于肾，在肝脏、盆腔等部位也偶有发生，临床表现无特异性发病率女性高于男性，有报道表明肝脏EAML几乎全为女性。本次研究发现女性EAML所占比例为71.43%[发病平均年龄(42.54±11.14)岁]，且其临床表

现无特异性，这与文献报道相一致<sup>[8]</sup>。

**3.2 EAML的CT表现** 国内外有关EAML的影像学表现文献相对较少，其病灶大部分单发，多发少见，体积偏大，多数边界清楚，可富含脂肪也可以不含脂肪或含少量脂肪<sup>[9]</sup>。本次研究病例中肿瘤大小(57.60±41.32)mm，57.14%含脂肪。增强后EAML动脉期强化明显，呈迅速上升-缓慢下降型，动静脉期CT值变化幅度较小(<20HU)，分析原因可能与病灶内含有大量血管，细胞成分多、细胞间质少及缺少引流血管有关。

**3.3 鉴别诊断** EAML发病机理不明确，且发病率较少，相关研究文献样本较小，再加上临床和影像学上无明显的特征导，应用CT进行定性诊断时具有高度的技术依赖性，在临床诊断中容易出现误诊，如果能建立一个能适用于小样本分析、比较规范的、客观的诊断方法来辅助临床医生对肾脏相关疾病进行鉴别诊断的话，那将非常有利于医生的诊断效率的。而支持向量机算法是一

种适用于小样本的机器学习方法，现已成为机器学习和数据挖掘领域的标准工具。它集成了最大间隔平面、Mercer核、凸二次规划、稀疏解和松弛变量等多项技术，使得其在类别判断时性能突出<sup>[10]</sup>。因此，将SVM方法作为一种鉴别诊断的方法应用到肾脏肿瘤良恶性的自动判别中，是一个值得研究的课题，也是本文的主要研究对象。而目前国内有关SVM法在肾脏疾病鉴别诊断方面的文章还没有报道。

以病理为基础，对临床及影像学特征采用SVM建模进行鉴别分析发现：SVM对EAML鉴别能力为100%，对ccRCC病变的判别能力也高达94.59%。采用测试集进行验证，其鉴别能力也较高，为96.97%。结果与比较成熟的bagging和adaboost分类算法结果接近，这表明采用SVM模型对肾脏肿瘤进行分类识别具有较好的效能。

SVM法利用超平面线性分割原理对CT不同的征象进行综合判别，从而避免了诊断过程中出现的主观性，克服了单一征象对诊

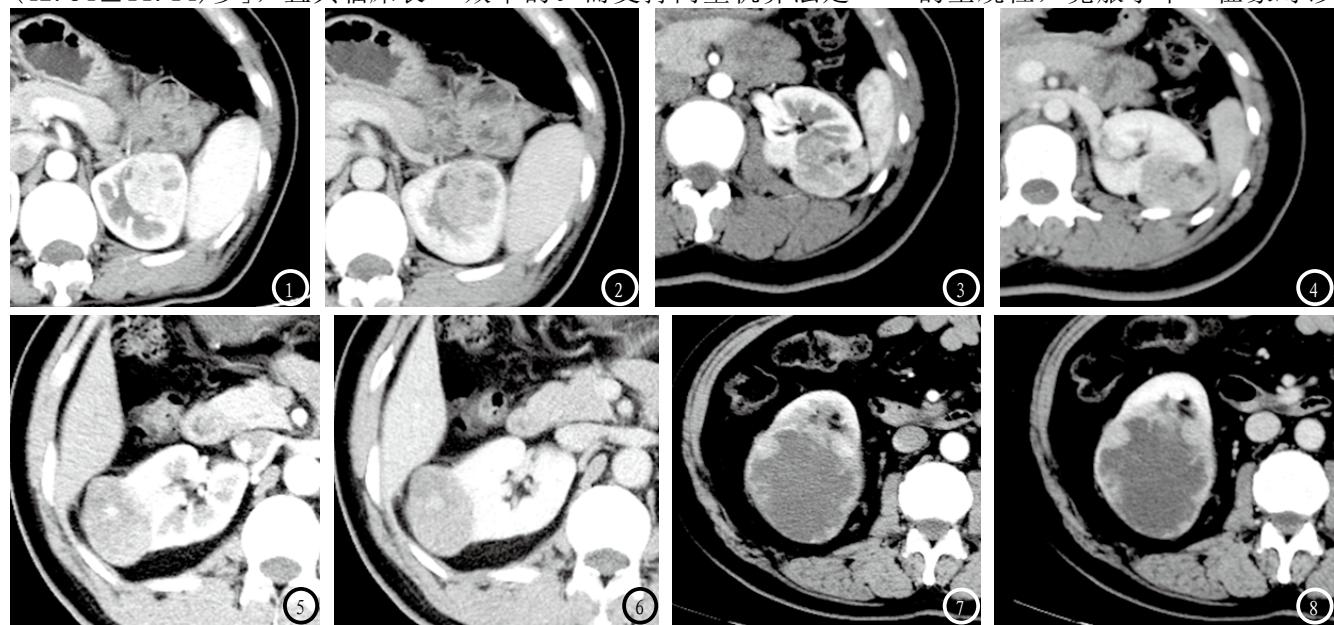


图1-2 不含脂肪的EAML女性，46岁，左肾病灶直径约34mm。图1为动脉期增强图像，病灶CT值为105HU。图2为静脉期图像，病灶CT值为88HU。图3-6 无囊变肾癌 男性，41岁，右肾病灶直径约48mm。图3为动脉期增强图像，病灶CT值为81HU。图4静脉期CT值85HU。图5-6 无囊变肾癌 男性，41岁，右肾病灶直径约48mm。图5为动脉期增强图像，病灶CT值为108HU，病灶静脉期CT值为79HU。图7-8 以囊性为主肾癌 男性，67岁，右肾病灶直径约93mm。图7为动脉期图像，病灶CT值121HU，图8为静脉期图像，病灶CT值90HU。

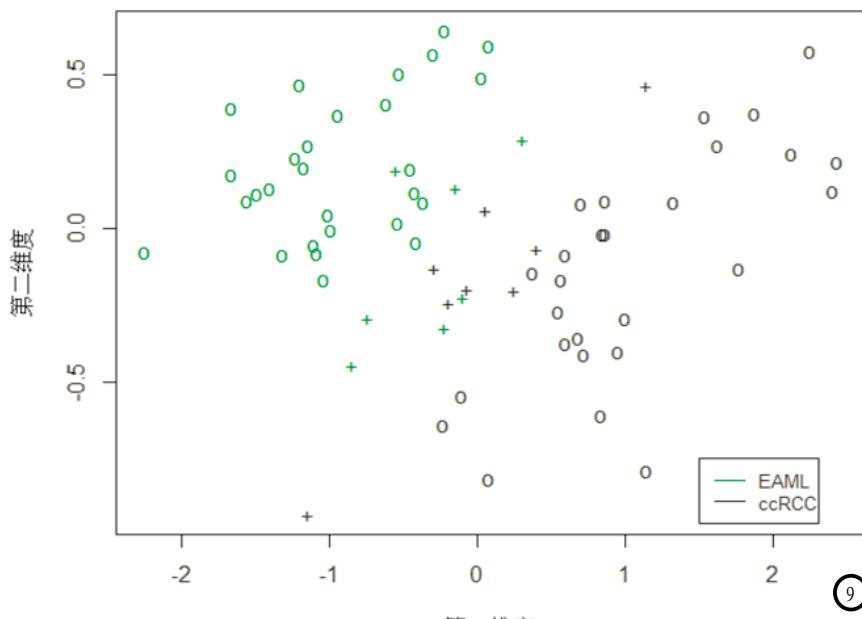


图9 SVM判别分析结果。

断的影响，从而达到指标的量化管理，使其诊断上有章可循，弥补了经验的不足，也为深入研究计算机辅助诊断的应用提供了一定的理论基础，具有一定的应用价值。可以考虑用来指导日常诊断，尤其是对于初级医师的培训及辅助诊断更是具有重要意义。

## 参考文献

[1] Ljungberg B, Cowan N C, Hanbury

- D C, et al. EAU guidelines on renal cell carcinoma: the 2010 update [J]. Eur Urol, 2010, 58(3): 398-406.
- [2] Nese N, Martignoni G, Fletcher C D, et al. Pure epithelioid PEComas (so-called epithelioid angiomyolipoma) of the kidney: A clinicopathologic study of 41 cases: detailed assessment of morphology and risk stratification [J]. Am J Surg Pathol, 2011, 35(2): 161-176.
- [3] 梅海英, 王索宇. 肝脏上皮样血管平滑肌脂肪瘤的影像诊断[J]. 实用医学影像杂志, 2015, 16(2): 154-156.

(上接第 83 页)

- [8] 郑妍. 冠心病监护病房心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术后再狭窄与血小板的关系及护理[J]. 血栓与止血学, 2016, 22(5): 574-576.
- [9] 曾苗雨, 易旦冰, 陈晓亮, 等. 64层螺旋CT冠脉动脉支架成像与冠脉造影诊断再狭窄的价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, 13(5): 60-62.
- [10] 吴震, 宋伟, 方颖. 多层螺旋CT

- [4] Chiachun T, Wu W J, Li C C, et al. Epithelioid angiomyolipoma of the kidney mimicking renal cell carcinoma: a clinicopathologic analysis of cases and literature review[J]. Kaohsiung J Med Sci, 2009, 25(3): 133-140.
- [5] 吴清清, 陈自谦. 肝脏上皮样血管平滑肌脂肪瘤的影像学表现与病理对照分析[J]. 医学影像学杂志, 2015(4): 662-665.
- [6] Tan G, Liu L, Qiu M, et al. Clinicopathologic features of renal epithelioid angiomyolipoma: report of one case and review of literatures[J]. Int J Exp Pathol, 2015, 8(1): 1077-1080.
- [7] CHEN, WANG, Ping, et al. Highly aggressive epithelioid renal angiomyolipoma with a very poor prognosis[J]. Chin Med J, 2010, 123(6): 765-766.
- [8] Mai K T, Belanger E C. Perivascular epithelioid cell tumour (PEComa) of the soft tissue[J]. Pathology, 2006, 38(5): 415-420.
- [9] 梁海毛, 王建俭, 周林峰, 等. 肾脏上皮样血管平滑肌脂肪瘤的CT表现与病理基础[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(4): 66-69.
- [10] 苟茹君. 支持向量机方法在乳腺肿块分类中的应用研究[D]. 西安理工大学, 2008. (本文编辑: 张嘉瑜)

【收稿日期】 2017-09-06

- 冠脉成像评估冠脉狭窄病变的临床价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(6): 25-27.
- [11] 王彦懿, 初金刚, 于扬, 等. 双能CT单能谱应用对冠脉小内径支架显示的影响[J]. 中国临床医学影像杂志, 2015, 26(6): 400-404.
- [12] 黄作霖, 谢应朗, 邹间, 等. 多排螺旋冠脉CT对老年人冠心病的临床价值研究[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2015, 12(2): 129-131.

- [13] 肖冲冲, 黄贤胜, 丁振江, 等. 64排螺旋CT冠状动脉成像对冠心病诊断准确性的影响因素分析[J]. 临床心血管病杂志, 2016, 32(3): 245-250.
- [14] 李全, 曾祥军, 胡春明, 等. 64层螺旋CT冠状动脉CTA在冠状动脉疾病诊断中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2015, 31(1): 165-167.

(本文编辑: 张嘉瑜)

【收稿日期】 2017-09-06