



· 论著 ·

# 感兴趣区范围的变化对不同恶性度 前列腺癌表观扩散系数直方图特征的影响

杨 孟<sup>1</sup>, 沈益君<sup>2</sup>, 王奇峰<sup>3</sup>, 钱 敏<sup>1</sup>, 周良平<sup>1</sup>, 彭卫军<sup>1</sup>

1. 复旦大学附属肿瘤医院放射诊断科, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032 ;
2. 复旦大学附属肿瘤医院超声诊断科, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032 ;
3. 复旦大学附属肿瘤医院病理科, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032

[摘要] 目的 研究感兴趣区 (region of interest, ROI) 范围变化对不同恶性程度前列腺癌 (prostate carcinoma, PCa) 表观扩散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC) 直方图特征的影响。方法 筛选36例经根治性手术标本病理学检查证实的PCa患者, 回顾性分析这些患者的磁共振 (magnetic resonance, MR) 图像。在最大病灶层面上选取不同大小的ROI, 测量高、低恶性度PCa的直方图统计特征。ROI范围设定如下: ROI1, 根据轴位T2WI上病灶的最大层面的边界获得ADC图的ROI; ROI2, 根据ADC图上病灶边界画出ROI; ROI3、4, 根据ROI1获得ROI3、4, 形状与ROI1相同, 面积分别为ROI1的3/4和1/2; ROI5, 根据轴位T2WI获得ADC图上所有病灶层面ROI, 组成病灶整体ROI5。主要利用 $t$ 检验筛选出高、低恶性度PCa差异有统计学意义的参数, 然后进一步评价不同范围ROI之间测量结果的差异, 并对其进行多参数受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线分析, 寻求具有最佳鉴别效能的参数。结果 共分析48个病灶 (17个低恶性度和31个高恶性度) 的数据。在高、低恶性度PCa之间, 所有偏度值及峰度值差异均无统计学意义, 而对于不同大小的ROI, ADC均值及其百分位数差异均有统计学意义 (低恶性度PCa的值均高于高恶性度PCa), ROI1、2所对应的部分标准差差异有统计学意义。另外, 随着ROI范围的缩小, 除了高恶性度PCa ADC值所对应的10%百分位数以外, 所有ADC值、百分位数及其所对应的标准差均随之减小, 但高、低恶性度病灶所对应的差异越来越小。ROI5与ROI1的ADC值、百分位数及其标准差差异均无统计学意义。对于第10百分位数, ROI1所对应的ADC值的曲线下面积 (area under curve, AUC) 最大, 与ROI2相比, 差异无统计学意义 (0.891 vs 0.860,  $P < 0.05$ ), 但与ROI3、4相比, 差异有统计学意义 (0.891 vs 0.825, 0.891 vs 0.817,  $P < 0.05$ )。结论 不同范围的ROI对ADC值及其百分位数的测量均有影响, 且对不同恶性程度的PCa影响程度不一; 在区分不同恶性程度的PCa上, 直方图分析法可获得更多差异有统计学意义的参数; 以T2WI上病灶边缘所对应的ADC值, 其第10百分位数具有较好的PCa恶性度评估效能。

[关键词] 前列腺癌; 恶性程度; 直方图分析; 弥散加权成像; 表观弥散系数

DOI: 10.19401/j.cnki.1007-3639.2018.03.010

中图分类号: R730.42 文献标志码: A 文章编号: 1007-3639 (2018) 03-0179-09

**The influence of the changes of region of interest on histogram features in different grades of prostate carcinoma** YANG Meng<sup>1</sup>, SHEN Yijun<sup>2</sup>, WANG Qifeng<sup>3</sup>, QIAN Min<sup>1</sup>, ZHOU Liangping<sup>1</sup>, PENG Weijun<sup>1</sup> (1. Department of Diagnostic Radiology, Fudan University Shanghai Cancer Center, Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China; 2. Department of Diagnostic Sonography, Fudan University Shanghai Cancer Center, Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China; 3. Department of Pathology, Fudan University, Shanghai Cancer Center, Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: PENG Weijun E-mail: cjr.pengweijun@vip.163.com

[ **Abstract** ] **Objective:** To explore the influence of the region of interest(ROI) range changes on the histogram features that based on the apparent diffusion coefficient(ADC) maps of the different risk prostate carcinoma (PCa). **Methods:** Thirty-six patients admitted in Fudan University Shanghai Cancer Center with prostatectomy were collected in this study. At the largest slice of every lesion, we drew the ROIs of different sizes, and then calculated the histogram features of different risk PCa. The ROIs Were defined as follows. ROI1: We described the ROI on ADC maps built on the confine of the largest lesion slice on T2WI; ROI2: It was based on the border of the largest lesion slice on ADC maps; ROI3 and ROI4: the shape was as same as ROI1, but the area was 3/4 and 1/2 of ROI1, respectively; ROI5: We depicted the areas on all of the whose-lesion slices of ADC maps according to axial T2WI. We mainly performed student's *t* test, and then screen out those parameters that have statistical difference between low- and high-risk PCa. Furthermore, we analyzed the differences of different parameters in different ROIs. In order, to achieve the best parameter, we performed multiparameter receiver operating characteristic (ROC) curveanalysis to ADC values of different ROIs in every percentile. **Results:** The 48 lesions consisted of 17 low-grade (LG) PCa lesions and 31 high-grade (HG) lesions. All of skewnesses and kurtosises had no statistical difference between LG and HG PCa, but in every kind of ROIs, all of mean ADCs and percentiles from LG PCa were higher than those from HG PCa. Some of standard deviation (SD) values in ROI1 and ROI2 between LG and HG PCa had significant difference. Additionally, with the decrease of ROI, all of mean ADC, percentiles, and SD values were reducing except the 10<sup>th</sup> ADC values, but the respondent gaps of these parameters between LG and HG PCa were decreasing. Mean ADC, percentiles, and SD values between ROI5 and ROI1 were similar. To ADC values in 10<sup>th</sup> percentiles, the one of ROI1 had the largest area under curve (AUC), hadno significant differences comparing with ones of ROI2 (0.891 vs 0.860), and had significant differences comparing with ones of ROI 3 and ROI 4 (0.891 vs 0.825, 0.891 vs 0.817). All of statistical computes were based on  $P < 0.05$ . **Conclusion:** The area of ROI has an influence on ADC values and percentiles, and the impact extents are different to LG and HG PCa. Histogram analysis can compute additional valuable parameters. The 10<sup>th</sup> percentile of ADC value, which is based on the largest area of lesions on T2WI, may have nice efficiency to distinguish HG and LG PCa.

[ **Key words** ] Prostate carcinoma; Aggressiveness; Histogram analysis; Diffusion weighted imaging; Apparent diffusion coefficient

在欧美国家, 前列腺癌 (prostate carcinoma, PCa) 是老年男性最常见的恶性肿瘤, 是第3大肿瘤致死原因<sup>[1]</sup>。在我国, PCa检出率也逐年升高<sup>[2]</sup>。临床上, 直肠指检及血清前列腺特异性抗原 (prostate-specific antigen, PSA) 的检测仍是常规的筛查手段, 但其准确率并不能满足临床要求。穿刺活检虽作为进一步诊断的常规手段, 但具有一定的创伤性。随着功能磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 的发展, 在检出率、准确率上均有了较为明显的提高, 且前列腺影像报告数据系统 (the Prostate Imaging Reporting and Date System, PI-RADS) 的推广使得影像学报告更加规范<sup>[3]</sup>, 因此磁共振 (magnetic resonance, MR) 已被认为是前列腺影像学检查的最佳手段。

弥散加权成像 (diffusion weighted

imaging, DWI) 是唯一能够在活体水平检测组织结构水分子运动情况的手段, 与常规MRI图像结合, 能够大幅度提高PCa的诊断准确率<sup>[3-4]</sup>。近年来有较多的研究致力于探索DWI的定量参数表观扩散系数 (apparent diffusion coefficients, ADC) 与PCa恶性度之间的关系<sup>[5-8]</sup>, 并且在有些研究中引入了直方图分析法, 这可能带来更多差异有统计学意义的参数。另外, 在前列腺相关的研究中, ADC值的测量方法并不同, 有些基于肿瘤最大层面<sup>[9-10]</sup>, 有些基于病灶整体<sup>[8,11]</sup>, 并且感兴趣区 (region of interest, ROI) 是建立在T2WI上, 还是ADC图像, 亦或是 $b=0$  mm<sup>2</sup>/s DWI图像上也需进一步研究<sup>[9,12-13]</sup>。因肿瘤异质性的存在, 基于肿瘤整体的ROI可能更准确<sup>[14]</sup>, 但在PCa的研究中尚无定论。该研究是针对这些不确定因素而设计, 目的在于探究不同范围的ROI对

所测量的ADC值的影响。

## 1 资料和方法

### 1.1 样本资料

回顾性分析2016年3月1日—2017年6月30日因PSA升高来复旦大学附属肿瘤医院就诊且行MR-DWI检查的患者共232例,有62例患者行前列腺根治性切除术,剔除其中因术前和(或)MR-DWI检查前行辅助性放疗和(或)内分泌治疗(超过2周)的17例患者,另排除ADC图上最大病灶长径在1 cm以内的9例患者(为了减少各参数测量误差),最终将36例患者48个长径在1 cm以上(含1 cm)的病灶纳入研究。这些患者中位年龄为67岁(53~78岁),中位血清游离PSA为22.7 ng/mL(5.2~113.6 ng/mL),48个病灶中,35个位于外周带,13个位于中央腺体区。该研究通过了复旦大学附属肿瘤医院伦理委员会的审核。

### 1.2 检查方法

采用德国Siemens公司3.0T MR扫描仪,T1WI的检查序列为GRE,T2WI的检查序列为TSE。DWI检查序列为Resolve序列, $b$ 值为0、1 000 s/mm<sup>2</sup>,重复时间(repetition time, TR)=7 400ms,回波时间(echo time, TE)=62/99 ms,激励次数(number of excitation, NEX)=1/2,视野(field of view, FOV)=200×200,层厚为3.5 mm,矩阵为200×200,分段读出次数为13,并且采用了全局自动校准部分并行采集技术(generalized autocalibrating partially parallel acquisition, GRAPPA)加以校准。

### 1.3 病灶直方图分析一级统计学特征参数的测量

在美国GE公司AW 4.6工作站上绘制各ROI。ROI范围设定如下:ROI1,在轴位T2WI上沿病灶的最大层面边界绘制ROI,在ADC图上相应的区域可自动生成同样的ROI;ROI2,根据ADC图上病灶边界绘制ROI;ROI3、4,根据ROI1在T2WI上绘制ROI3、4,形状与ROI1相同,范围为ROI1的3/4、1/2,而后在ADC图

上自动生成相应的ROI;ROI5,根据轴位T2WI在ADC图上绘制所有病灶层面,组成病灶整体ROI。

ROI画完以后,沿ROI剪切图像,并且将其保存为Processed文件,均发送至PACS系统,而后传输至AW Sever 2.0后处理系统,利用Reformat软件(获得平均值及10%、25%、50%、75%、90%等百分位数及对应的SD值)及嵌入相关程序的MATLAB软件(自动生成偏度值及峰度值)进行分析。

### 1.4 统计学处理

所用统计软件为SPSS 20.0及MedCalc,统计学图表均由GraphPad 5.lnk画出。首先,对ROI 1至ROI 4的所有参数进行正态性分布检测(Kolmogorov-Smirnov test, K-S检验)及方差齐性检测(Levene's test),对满足正态性分布及方差齐性的不同恶性程度的PCa病灶最大层面的平均ADC值、百分位数及其对应的SD值进行独立样本 $t$ 检验,而对于不满足此条件的偏度值及峰度值采用曼-惠特尼 $U$ 检验(Mann-Whitney  $U$  test, M- $U$  test)。然后,对ROI1和ROI5的参数进行配对 $t$ 检验,分析两者所有参数之间差异是否有统计学意义。最后,对百分位数、均值进行多参数受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析,寻求具有最佳鉴别效能的参数。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

定义PCa病灶的Gleason评分 $\leq 6$ 者为低恶性度病灶(low-grade prostate carcinoma, LG PCa),Gleason评分 $>6$ 者为高恶性度病灶(high-grade prostate carcinoma, HG PCa)<sup>[15]</sup>。本研究中的48例病灶共有17个LG PCa和31个HG PCa。

LG PCa及HG PCa之间的偏度值及峰度值差异无统计学意义( $P$ 均 $>0.05$ ,表1)。LG PCa的平均ADC值及其对应的百分位数均比HG PCa的高(表2),差异有统计学意义( $P<0.05$ )。对于ROI1~ROI4之间的数据,随

着ROI的缩小, ADC均值及各百分位数均随之缩小, 并且随着百分位的减低, HG PCa相应的ADC值变化趋势越来越平缓, 到了第10百分位数时, 对应的ADC值随着ROI的缩小而变大,

因此导致LG PCa及HG PCa之间的ADC值差距越来越大, 其中ROI 1所对应的第10百分位数差距最大(图1)。

表 1 低级别PCa与高级别PCa不同ROI上的偏度值及峰度值

ROI	参数	低级别PCa <sup>*</sup>	高级别PCa <sup>*</sup>	P值
ROI1	偏度值	-0.025 (23.35)	0.009 (25.13)	0.674
	峰度值	0.207 (26.53)	0.050 (23.39)	0.457
ROI2	偏度值	0.027 (20.88)	0.786 (26.48)	0.185
	峰度值	0.310 (25.76)	0.303 (23.81)	0.643
ROI3	偏度值	0.080 (24.06)	0.244 (24.74)	0.872
	峰度值	-0.145 (20.41)	-0.004 (26.74)	0.134
ROI4	偏度值	0.290 (27.06)	0.130 (23.10)	0.348
	峰度值	-0.247 (23.65)	0.030 (24.97)	0.755
ROI5	偏度值	0.033 (24.24)	0.020 (24.65)	0.923
	峰度值	0.061 (22.88)	0.247 (25.39)	0.553

<sup>\*</sup>: 数据格式为中位数(秩均值)

表 2 低级别PCa与高级别PCa在不同ROI上ADC均值及百分位数

ROI	参数/(10 <sup>-6</sup> mm <sup>2</sup> /s)	低级别PCa	高级别PCa
ROI1	平均ADC值 <sup>*</sup>	1080 ± 73	935 ± 145
	90%ADC值 <sup>*</sup>	1035 ± 75	871 ± 148
	75%ADC值 <sup>*</sup>	978 ± 82	803 ± 157
	50%ADC值 <sup>*</sup>	896 ± 84	698 ± 164
	25%ADC值 <sup>*</sup>	798 ± 82	567 ± 167
	10%ADC值 <sup>*</sup>	698 ± 81	425 ± 180
ROI2	平均ADC值 <sup>*</sup>	1034 ± 84	875 ± 144
	90%ADC值 <sup>*</sup>	992 ± 85	821 ± 147
	75%ADC值 <sup>*</sup>	941 ± 93	763 ± 154
	50%ADC值 <sup>*</sup>	863 ± 82	669 ± 154
	25%ADC值 <sup>*</sup>	768 ± 81	556 ± 154
	10%ADC值 <sup>*</sup>	672 ± 85	453 ± 171
ROI3	平均ADC值 <sup>*</sup>	985 ± 84	824 ± 145
	90%ADC值 <sup>*</sup>	956 ± 94	775 ± 148
	75%ADC值 <sup>*</sup>	910 ± 90	724 ± 153
	50%ADC值 <sup>*</sup>	837 ± 89	645 ± 150
	25%ADC值 <sup>*</sup>	756 ± 82	547 ± 152
	10%ADC值 <sup>*</sup>	641 ± 88	458 ± 163
ROI4	平均ADC值 <sup>*</sup>	949 ± 88	776 ± 152
	90%ADC值 <sup>*</sup>	913 ± 91	738 ± 153
	75%ADC值 <sup>*</sup>	871 ± 83	695 ± 150
	50%ADC值 <sup>*</sup>	798 ± 82	626 ± 146
	25%ADC值 <sup>*</sup>	731 ± 77	536 ± 148
	10%ADC值 <sup>*</sup>	617 ± 85	464 ± 153
ROI5	平均ADC值 <sup>*</sup>	1091 ± 90	927 ± 163
	90%ADC值 <sup>*</sup>	1053 ± 101	877 ± 141
	75%ADC值 <sup>*</sup>	983 ± 95	794 ± 154
	50%ADC值 <sup>*</sup>	894 ± 112	693 ± 150
	25%ADC值 <sup>*</sup>	769 ± 117	565 ± 162
	10%ADC值 <sup>*</sup>	663 ± 134	414 ± 171

<sup>\*</sup>: P<0.05, 高、低级别PCa之间的各ADC值差异有统计学意义

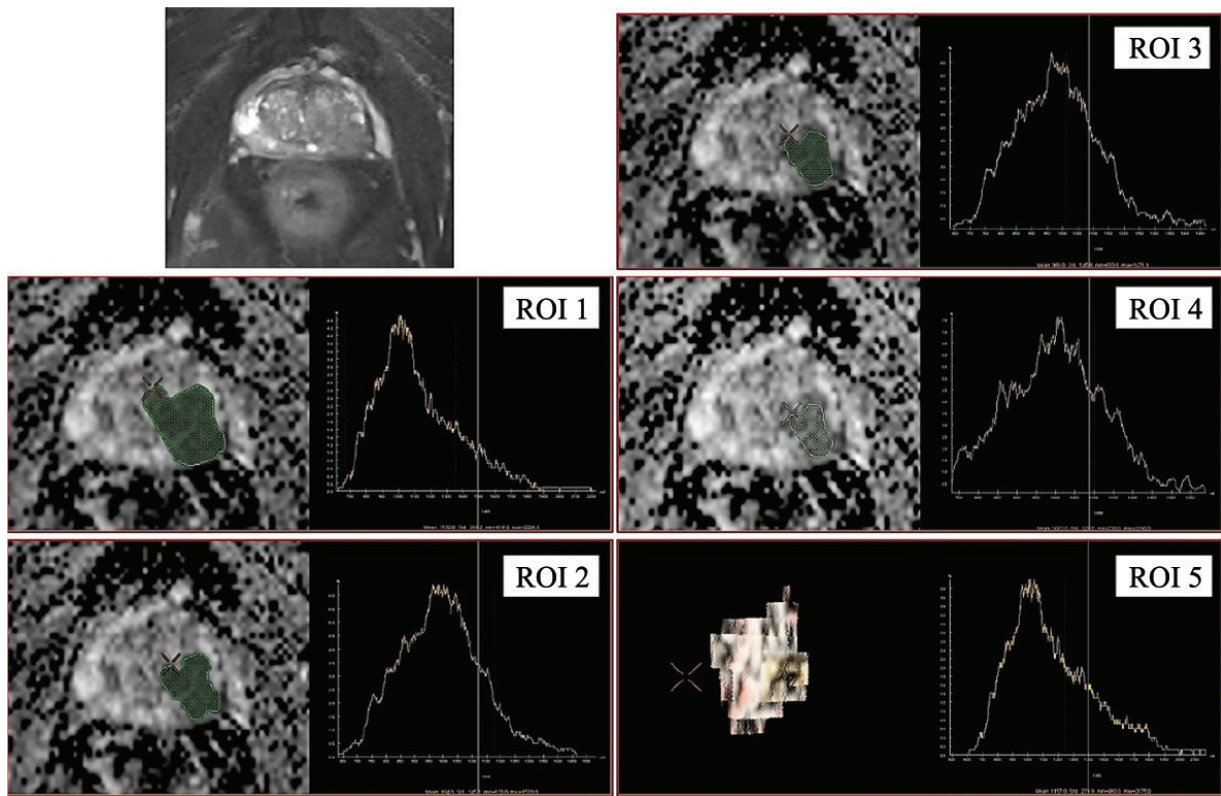


图1 PCa病灶各种ROI的设定范围及其ROI内病灶ADC值的直方图

患者72岁，PSA水平为21.6 ng/mL，病灶最长径为1.8 cm，前列腺根治性手术病理Gleason评分为8分

只有部分SD值差异有统计学意义（ROI1及ROI5的ADC均值，第90、75、50、25百分位数，ROI2的均值，第90百分位数所对应的SD值），LG PCa的这些SD值比HG PCa的低（表3）。LG PCa及HG PCa之间的SD值差距随着ROI的缩小而变小，同时也随着百分位的降低而变小，直至两者之间差异无统计学意义（图2）。其中ROI1所对应的高、低级别PCa之间

的SD差异最大（图3）。并且多参数ROC分析发现，对于第10百分位数，ROI1所对应的ADC值的曲线下面积（area under curve, AUC）最大，与ROI2相比，差异无统计学意义（0.891 vs 0.860），但与ROI3、4比较，差异有统计学意义（0.891 vs 0.825，0.891 vs 0.817），而在其他百分位数及均值下，各AUC虽然有所差别，但差异无统计学意义（图4，表4）。

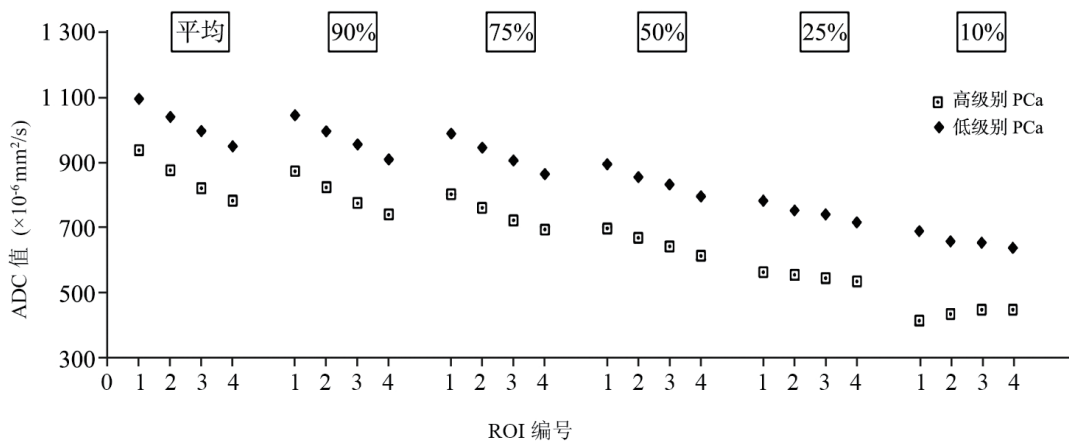


图2 各种ROI所对应的ADC均值及其百分位数

表 3 低级别PCa与高级别PCa在不同ROI上ADC均值及百分位数的SD值

ROI	参数/ ( $10^{-6} \text{mm}^2/\text{s}$ )	低级别PCa	高级别PCa
ROI1	SD (平均ADC值) <sup>#</sup>	252 ± 37	319 ± 40
	SD (90%ADC值) <sup>#</sup>	211 ± 38	264 ± 37
	SD (75%ADC值) <sup>#</sup>	180 ± 35	227 ± 35
	SD (50%ADC值) <sup>#</sup>	145 ± 29	190 ± 41
	SD (25%ADC值) <sup>#</sup>	120 ± 30	165 ± 49
	SD (10%ADC值)	107 ± 43	137 ± 48
ROI2	SD (平均ADC值) <sup>#</sup>	225 ± 37	266 ± 37
	SD (90%ADC值) <sup>#</sup>	187 ± 35	218 ± 34
	SD (75%ADC值)	160 ± 31	183 ± 31
	SD (50%ADC值)	129 ± 26	149 ± 35
	SD (25%ADC值)	106 ± 30	127 ± 43
	SD (10%ADC值)	89 ± 37	111 ± 52
ROI3	SD (平均ADC值)	206 ± 34	228 ± 43
	SD (90%ADC值)	172 ± 28	186 ± 36
	SD (75%ADC值)	145 ± 23	155 ± 34
	SD (50%ADC值)	114 ± 22	124 ± 34
	SD (25%ADC值)	91 ± 25	101 ± 39
	SD (10%ADC值)	73 ± 29	82 ± 42
ROI4	SD (平均ADC值)	190 ± 34	205 ± 45
	SD (90%ADC值)	157 ± 28	166 ± 41
	SD (75%ADC值)	132 ± 25	139 ± 38
	SD (50%ADC值)	105 ± 25	112 ± 38
	SD (25%ADC值)	84 ± 29	91 ± 40
	SD (10%ADC值)	68 ± 33	73 ± 39
ROI5	SD (平均ADC值) <sup>#</sup>	254 ± 35	319 ± 42
	SD (90%ADC值) <sup>#</sup>	214 ± 41	266 ± 38
	SD (75%ADC值) <sup>#</sup>	176 ± 28	223 ± 39
	SD (50%ADC值) <sup>#</sup>	146 ± 26	191 ± 38
	SD (25%ADC值) <sup>#</sup>	119 ± 30	160 ± 45
	SD (10%ADC值)	106 ± 37	138 ± 50

<sup>#</sup>:  $P < 0.05$ ; ROI1 vs ROI5的 $P$ 值范围为0.080~0.935

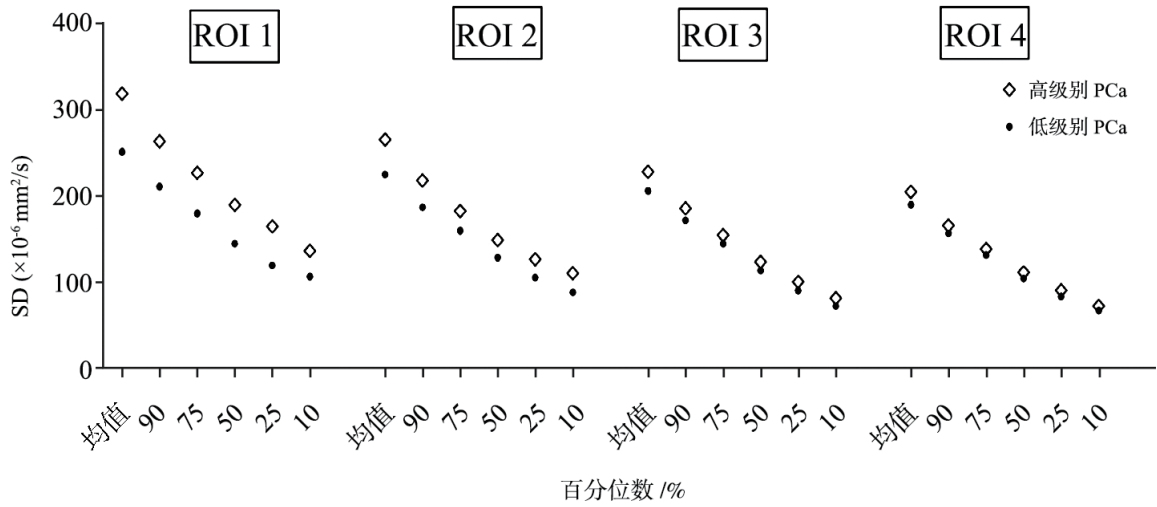


图3 不同百分位情况下各ROI的SD值

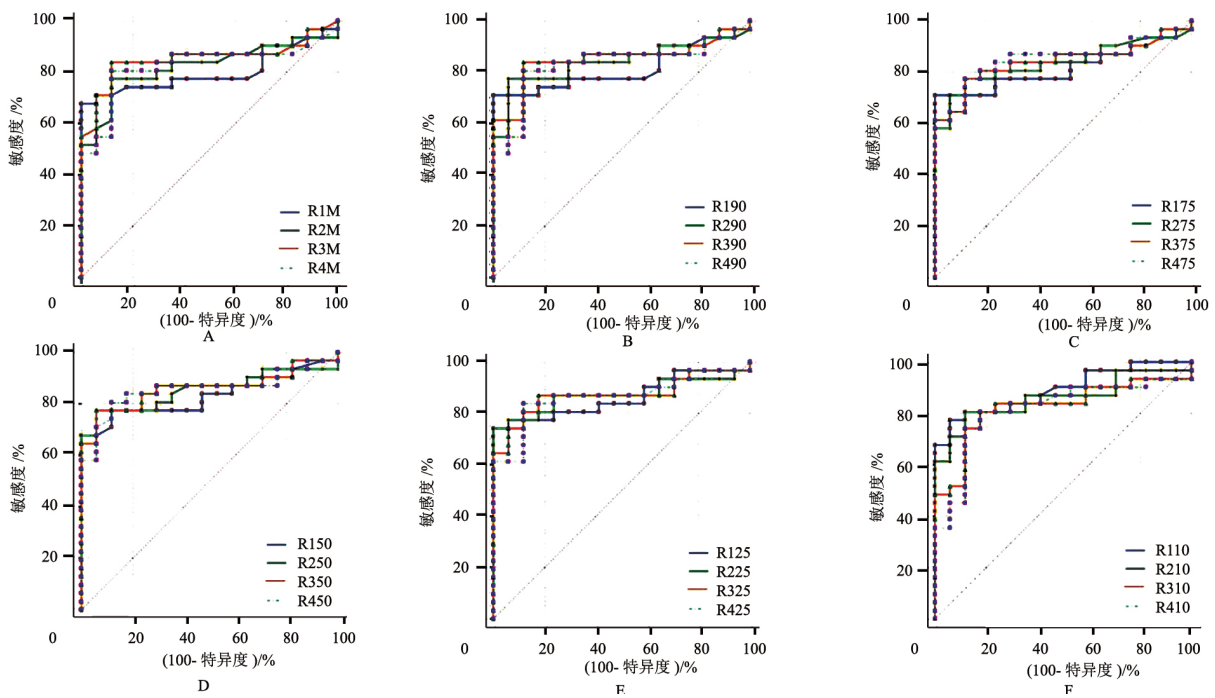


图4 在各百分位数下，不同ROI的ADC值在鉴别高、低级别PCa方面的ROC比较

A-F分别为在ADC均值，第90、75、50、25、10百分位数下，不同ROI的ADC值所对应的多参数ROC分析

表4 各参数在区分高、低恶性度PCaROC曲线下面积

ROI	ADC百分位数					
	10	25	50	75	90	均值
1	0.891	0.861	0.840	0.825	0.814	0.802
2	0.860	0.863	0.853	0.836	0.840	0.832
3	0.825	0.843	0.860	0.840	0.849	0.851
4	0.817	0.866	0.857	0.848	0.831	0.825

此外,将肿瘤整体作为ROI与最大层面作为ROI所测量的ADC均值、百分位数及SD值差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

### 3 讨 论

越来越多的研究表明,对ADC图进行直方图分析所获得的一级统计学参数在前列腺病灶良恶性鉴别、PCa恶性度评估及对放疗效果评价等方面具有额外价值<sup>[11,16-18]</sup>。ADC直方图的形状是一个能够反映组织结构的重要的生物指标,曲线左偏表明细胞组织成分比例大,右偏则表明肿瘤坏死囊性变或水肿成分占优势<sup>[19-20]</sup>。在有关PCa恶性度影像学评估方面的研究中,峰度值及偏度值的价值也存在争议。Zhang等<sup>[8]</sup>认为ADC直方图的峰度值及偏度值能够区分高、低级别的PCa,而Wang等<sup>[21]</sup>的研究表明,高、低级别PCa之间的峰度值及偏度值并无明显差异。但另有一项关于ADC值能否用来区分Gleason3+4与4+3病灶的研究<sup>[6]</sup>发现,虽然峰度值、偏度值均无价值,但将两者与能够反映ROI灰度图像空间特征的熵联合起来,则表现出比较好的区分效能。本研究并不支持峰度值、偏度值能够评估PCa恶性度,这与Wang等<sup>[21]</sup>的研究结果一致。因此,峰度值与偏度值究竟能否用来评估PCa的恶性度尚需大样本量研究来进一步探索。

不同范围的ROI所测量的HG PCa和LG PCa之间的平均ADC值及百分位数均有明显差异。随着ROI的缩小,除了HG PCa的ADC的第10百分位数随之升高以外,其他ADC值均随之缩小,并且随着百分位的降低,HG PCa和LG PCa之间的ADC值下降趋势越来越缓,HG PCa变缓趋势更加明显。本研究的数据反映,HG PCa和LG PCa ADC值的第10百分位数之间差异最明显。通常恶性肿瘤呈侵袭性生长,即由肿瘤发生处逐渐向四周生长。对于PCa而言,病灶内往往会夹杂一些微小的正常腺体组织结构<sup>[22]</sup>,其侵袭性的生长模式导致病灶边缘区域较中心区域分布着更多的微小正常腺体结构,并且PCa的ADC值较正常组织低<sup>[23]</sup>,这就解释了为何

随着ROI变小ADC值越来越小;高恶性度PCa较低恶性度PCa侵袭性强,其侵袭性生长也较快<sup>[15]</sup>,因此其边缘区域夹杂的微小正常组织较少,空间不均匀性较小,这就解释了为何随着ROI的缩小高恶性度PCa的ADC值变小的趋势更加缓慢。但以上均为假说,尚需DWI与病理切片进行一一对比的相关研究进一步探讨。另外,SD值反映ROI内灰度像素点的离散程度,与空间非均匀程度有一定的相关性<sup>[20]</sup>。在本研究中,SD值随着ROI和百分位数的缩小而缩小,并且高、低恶性度PCa之间的差异越来越小,这也可以由上面的假说进行解释。

与Tamada等<sup>[24]</sup>的研究结果类似,将病灶最大层面作为ROI与将病灶整体作为ROI所得到的数据并无明显差异,但与其他部位的肿瘤不同。主要原因如下:① PCa病灶往往较小,并且DWI成像往往是体素成像,ADC图所代表的信息实际上是具有一定厚度组织的信息在二维图像上的投影,因此病灶层面较少,所以,以最大层面作为ROI已经包含了大部分病灶信息;② PCa病灶因基本不会发生坏死、出血而显得较为均质,因此ADC值的测量对是否是病灶最大层面还是整体作为ROI并不敏感。

对于第10百分位数,ROI1所对应的ADC值的AUC最大,与ROI3、4比较,差异有统计学意义,但与ROI2相比,差异无统计学意义。而在其他百分位数及均值下,各AUC虽然有所差别,但差异并无统计学意义。因此,本研究表明,以T2WI病灶最大范围为ROI时,所获得的ADC第10百分位数可能是区分高、低级别PCa ROI的较好选择,但本研究的证据尚不足以表明ROI1的绘制方法较其他方法好。

本研究尚有不足之处:首先,样本量较小,没有将中央腺体区病灶与外周带病灶分开进行讨论;其次,绘制ROI的软件缺陷,各ROI并非完全精准;最后,病灶ADC图的直方图参数受技术所限,由两个软件测量,算法的差异可能会掩藏参数之间的联系。

该研究表明,二维ROI的范围变化对ADC值及其直方图参数有较大的影响,但以病灶最大层面作为ROI与病灶整体作为ROI所获得的

ADC值并无明显差异,并且直方图分析法在区分高、低级别PCa方面可获得比ADC均值更有意义的参数。以T2WI上病灶边缘所对应的ADC值,其第10百分位数可能具有较好的PCa恶性度评估效能。

### [参考文献]

- [1] SIEGEL R L, MILLER K D, JEMAL A. Cancer statistics, 2017 [J]. *CA Cancer J Clin*, 2017, 67(1): 7-30.
- [2] CHEN W, ZHENG R, BAADE P D, et al. Cancer statistics in China, 2015 [J]. *CA Cancer J Clin*, 2016, 66(2): 115-132.
- [3] WEINREB J C, BARENTSZ J O, CHOYKE P L, et al. PI-RADS Prostate Imaging-Reporting and Data System: 2015, version 2 [J]. *Eur Urol*, 2016, 69(1): 16-40.
- [4] BOESEN L. Multiparametric MRI in detection and staging of prostate cancer [J]. *Dan Med J*, 2017, 64(2): B5327.
- [5] HUTCHINSON R, LOTAN Y. Cost consideration in utilization of multiparametric magnetic resonance imaging in prostate cancer [J]. *Transl Androl Urol*, 2017, 6(3): 345-354.
- [6] ROZENBERG R, THORNHILL R E, FLOOD T A, et al. Whole-tumor quantitative apparent diffusion coefficient histogram and texture analysis to predict gleason score upgrading in intermediate-risk 3+4=7 prostate cancer [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2016, 206(4): 775-782.
- [7] RENARD P R, CANCEL-TASSIN G, COMPERAT E, et al. Apparent diffusion coefficient value is a strong predictor of unsuspected aggressiveness of prostate cancer before radical prostatectomy [J]. *World J Urol*, 2016, 34(10): 1389-1395.
- [8] ZHANG Y D, WANG Q, WU C J, et al. The histogram analysis of diffusion-weighted intravoxel incoherent motion (IVIM) imaging for differentiating the gleason grade of prostate cancer [J]. *Eur Radiol*, 2015, 25(4): 994-1004.
- [9] TAMADA T, PRABHU V, LI J, et al. Prostate cancer: diffusion-weighted MR imaging for detection and assessment of aggressiveness-comparison between conventional and kurtosis models [J]. *Radiology*, 2017, 284(1): 100-108.
- [10] ROSENKRANTZ A B, PRABHU V, SIGMUND E E, et al. Utility of diffusional kurtosis imaging as a marker of adverse pathologic outcomes among prostate cancer active surveillance candidates undergoing radical prostatectomy [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 201(4): 840-846.
- [11] DONATI O F, MAZAHARI Y, AFAQ A, et al. Prostate cancer aggressiveness: assessment with whole-lesion histogram analysis of the apparent diffusion coefficient [J]. *Radiology*, 2014, 271(1): 143-152.
- [12] BORREN A, MOMAN M R, GROENENDAAL G, et al. Why prostate tumour delineation based on apparent diffusion coefficient is challenging: an exploration of the tissue microanatomy [J]. *Acta Oncol*, 2013, 52(8): 1629-1636.
- [13] XIAOHANG L, BINGNI Z, LIANGPING Z, et al. Differentiation of prostate cancer and stromal hyperplasia in the transition zone with histogram analysis of the apparent diffusion coefficient [J]. *Acta Radiol*, 2017, 58(12): 1528-1534.
- [14] HAINC N, STIPPICH C, STIELTJES B, et al. Experimental texture analysis in glioblastoma: a methodological study [J]. *Invest Radiol*, 2017, 52(6): 367-373.
- [15] HUMPHREY P A, MOCH H, CUBILLA A L, et al. The 2016 WHO classification of tumours of the urinary system and male genital organs-part B: prostate and bladder tumours [J]. *Eur Urol*, 2016, 70(1): 106-119.
- [16] XIAOHANG L, BINGNI Z, LIANGPING Z, et al. Differentiation of prostate cancer and stromal hyperplasia in the transition zone with histogram analysis of the apparent diffusion coefficient [J]. *Acta Radiol*, 2017, 58(12): 1528-1534.
- [17] LIN Y C, LIN G, HONG J H, et al. Diffusion radiomics analysis of intratumoral heterogeneity in a murine prostate cancer model following radiotherapy: pixelwise correlation with histology [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 46(2): 483-489.
- [18] JUST N. Improving tumour heterogeneity MRI assessment with histograms [J]. *Br J Cancer*, 2014, 111(12): 2205-2213.
- [19] MCDONALD K, SEBIRE N J, ANDERSON J, et al. Patterns of shift in ADC distributions in abdominal tumours during chemotherapy-feasibility study [J]. *Pediatr Radiol*, 2011, 41(1): 99-106.
- [20] JUST N. Improving tumour heterogeneity MRI assessment with histograms [J]. *Br J Cancer*, 2014, 111(12): 2205-2213.
- [21] WANG Q, LI H, YAN X, et al. Histogram analysis of diffusion kurtosis magnetic resonance imaging in differentiation of pathologic Gleason grade of prostate cancer [J]. *Urol Oncol*, 2015, 33(8): 315-337.
- [22] LANGER D L, VAN DER KWAST T H, EVANS A J, et al. Intermixed normal tissue within prostate cancer: effect on MR imaging measurements of apparent diffusion coefficient and T<sub>2</sub>-sparse versus dense cancers [J]. *Radiology*, 2008, 249(3): 900-908.
- [23] WU L M, XU J R, YE Y Q, et al. The clinical value of diffusion-weighted imaging in combination with T<sub>2</sub>-weighted imaging in diagnosing prostate carcinoma: a systematic review and meta-analysis [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2012, 199(1): 103-110.
- [24] TAMADA T, HUANG C, REAM J M, et al. Apparent diffusion coefficient values of prostate cancer: comparison of 2D and 3D ROIs [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2018, 210(1): 113-117.

(收稿日期: 2018-01-06 修回日期: 2018-04-30)