

• 腹部影像学 •

ADC 直方图分析法鉴别中央带前列腺癌与 T₂WI 低信号增生结节的研究

温淑蓉

【摘要】 目的:探讨表观扩散系数(ADC)直方图分析法鉴别诊断中央带前列腺癌和 T₂WI 低信号增生结节的效能。**方法:**回顾性分析 29 例中央腺体(CG)前列腺癌患者(前列腺癌组)和 24 例 T₂WI 低信号增生结节患者(增生结节组)的 MRI 图像,所有患者行磁共振 DWI 检查,b 值为 0、1000 s/mm²。在 MR 上确定前列腺癌和增生结节病灶,并与病理结果对照。计算并比较两类病变的平均 ADC(ADCmean)值和第 10 百分位数 ADC 值(10% ADC)。用受试者工作特性曲线(ROC)分析 10% ADC 和 ADCmean 鉴别 CG 前列腺癌与 T₂WI 低信号增生结节的效能。**结果:**共计 32 处前列腺癌病灶和 28 处增生结节纳入研究,增生结节的 10% ADC 和 ADCmean 值分别为 $(0.81 \pm 0.14) \times 10^{-3}$ 、 $(1.03 \pm 0.17) \times 10^{-3}$ mm²/s,前列腺癌 10% ADC 和 ADCmean 值为 0.64 ± 0.12 和 0.83 ± 0.15 ,均明显低于增生病变($P < 0.05$)。10% ADC 值鉴别前列腺癌和增生结节的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.87,明显高于 ADCmean(0.81)($P < 0.05$)。**结论:**表观扩散系数直方图有助于提高中央带前列腺癌与 T₂WI 低信号增生结节的鉴别诊断。

【关键词】 磁共振成像;前列腺肿瘤;扩散加权成像;直方图分析

【中图分类号】 R445.2; R737.25 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2016)11-1076-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2016.11.012

To distinguish prostate cancer from hyperplasia with hypointensity nodule on T₂WI in central zone using apparent diffusion coefficient with histogram analysis WEN Shu-rong, Department of Radiology, Changshu NO. 1 People's Hospital, Jiangsu 215500, China

【Abstract】 Objective: To investigate the efficacy of apparent diffusion coefficient (ADC) with histogram analysis to distinguish prostate cancer from hyperplasia with hypointensity nodule in central zone (CZ) on T₂WI. **Methods:** Twenty-nine patients with prostatic cancer foci in CZ, and 24 patients with hyperplasia nodules showing hypointensity on T₂WI underwent diffusion weighted imaging (DWI) with b-value as 0 and 1000s/mm². The cancer and hyperplasia lesions were assessed on MR images and correlated with pathology. The 10th percentile ADC (10th % ADC) value and mean ADC (ADC-mean) value of the two kinds of lesion were calculated and compared. The efficacy of 10th % ADC and ADCmean for the differentiation of cancer from hyperplasia in CZ was compared by receiver operating characteristic (ROC) analysis. **Results:** Totally 32 cancer foci and 28 hyperplasia nodules were included in this study. The 10th % ADC and ADCmean values were $(0.86 \pm 0.15) \times 10^{-3}$ and $(1.03 \pm 0.17) \times 10^{-3}$ mm²/s respectively in hyperplasia, and $(0.64 \pm 0.12) \times 10^{-3}$ and $(0.83 \pm 0.15) \times 10^{-3}$ mm²/s respectively in CZ cancer, both of the parameters were significantly lower in CZ cancer compared with that of hyperplasia ($P < 0.05$). Area under ROC curve (AUC) of the 10th % ADC of carcinoma was 0.87 which was obviously higher than that of ADCmean (0.79) ($P < 0.05$). **Conclusion:** Histogram analysis of ADC value is helpful to improve the potential of differentiating prostate cancer from hyperplasia nodule in CZ with hypointensity on T₂WI.

【Key word】 Magnetic resonance imaging; Prostate neoplasms; Diffusion weighted imaging; Histogram analysis

前列腺癌是老年男性泌尿系统最常见的肿瘤,是导致男性死亡的主要原因之一。前列腺癌约 30% 发生于中央腺体(central gland, CG)^[1],发生率低于外周带,但在常规 MRI 上的检出和鉴别诊断都比较困难。在 Akin 等^[2]的研究中,两名研究者应用 T₂WI 对 CG 前列腺癌的检出率分别为 56% 和 63%,而 Li 等^[3]报道 T₂WI 诊断 CG 前列腺癌的特异性可达 88%,但敏感度只有 44%。诊断 CG 前列腺癌的主要

干扰因素在于,大部分的间质增生(stroma hyperplasia, SH)和一小部分腺体增生(glandular hyperplasia, GH)结节 MRI 表现类似前列腺癌,在 T₂WI 信号上也呈低信号,尤其是 SH,在 Oct 等^[4]的研究中,多数 SH 病灶表现为低信号、边缘不清、无包膜的占位,与前列腺癌的表现十分相似。

扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)近年也广泛应用于 CG 前列腺癌的诊断,研究显示与 CG 的正常组织相比,前列腺癌的 ADC 值明显降低^[5]。但 Oct 等^[4]报道,SH 与中央带前列腺癌的 ADC 值有较大重叠,使得 DWI 对 CG 前列腺癌的鉴

作者单位:215500 江苏,常熟市第一人民医院影像科

作者简介:温淑蓉(1979-),女,江苏常熟人,主治医师,主要从事乳腺及前列腺疾病的影像诊断工作。

别诊断依旧比较困难。

ADC 直方图分析作为一种新的 ADC 诊断方法,目前也开始应用于肿瘤诊断中,在Xue等^[6]的研究中,第5、45百分位ADC值(5%,45%ADC)鉴别高、中分化鳞状细胞癌和低分化鳞状细胞癌的效能明显高于平均ADC值。而在对乳腺癌的研究中,最小ADC值和第25百分位ADC值(25%ADC)鉴别乳腺良恶性病变的受试者操作特征曲线(receiver operating characteristic,ROC)的曲线下面积(areas under the curve,AUC)明显高于ADCmean及ADC值中位数^[7]。而另一项研究证明,在前列腺癌和正常外周带组织的鉴别中,第10百分位ADC值(10%ADC)比平均ADC具有更高的诊断效能^[8]。目前未见应用ADC直方图分析来鉴别诊断CG前列腺癌的报道。因此,本项研究的目的在于确定ADC直方图分析在鉴别中央带前列腺癌和T₂WI低信号增生的作用,并与常规ADC值对比,根据Peng等^[8]的研究结果,直方图分析中取效能最高的10%ADC值为鉴别诊断的参数。

材料与方法

1. 临床资料

217例患者因血清前列腺特异性抗原(PSA)升高行前列腺MRI检查,其中86例发现CG低信号结节,并有71例进一步行穿刺活检,其中18例病理证实为前列腺癌,但未行手术或手术无法确定源于外周带或CG而出组。其余53例患者中,29例提示前列腺癌,经进一步手术证实为CG前列腺癌,其中有3例同时伴有外周带肿瘤,纳入前列腺癌组,29例前列腺癌组年龄51~71岁,平均61.6岁;PSA7.1~32 ng/mL,平均13.2 ng/mL;中位Gleason评分,中位评分7。24例穿刺证实为良性前列腺增生结节的患者纳入增生结节组,年龄49~67岁,平均56.5岁;PSA6~16 ng/mL,平均8.1 ng/mL。

2. 磁共振检查

所有检查均采用GE Signa HDx 3.0T MR仪,8通道相控阵表面线圈。分别行前列腺和精囊腺横轴面、矢状面和冠状面成像。T₂WI快速恢复快速回波脉冲(fast-recovery fast spin echo,FRFSE)序列:TR 5000 ms,TE 87.9 ms,激发次数4,层厚5 mm,间距1 mm。T₁WI快速扰相梯度回波(fast spoiled gradient-echo,FSPGR)序列:TR 150 ms,TE 3 ms,层厚5 mm,间距1 mm,矩阵512×512。DWI单次激发回波平面回波成像(single-shot echo-planar imaging,SS-EPI)序列,b值0、1000 s/mm²,TR 4000 ms,TE 71.9 ms,视野260 mm×260 mm,激励次数2,矩阵512×512,层厚5 mm,间距mm。运用并行成像技术阵列空间

敏感性编码技术(ASSET),以减少扫描时间和磁化率伪影。

MRI图像分析由两名影像科医师(分别有5和15年MR诊断经验)在GE AW 4.3工作站上进行分析,如有分歧协商解决。CG在MRI图像上根据穿刺位置分为左侧中部、底部,右侧中部、底部,考虑到穿刺的局限性,如病变完全位于CG尿道前方,则不纳入研究。两名医师根据病理结果,由于前列腺癌与增生结节的选择方法均为在T₂WI上对应位置上寻找局灶性或弥漫性信号区,确定病变位置后在b=0的DWI图像的对应位置画兴趣区,每个病灶分别测量3次,尽可能包括整个病灶,并应用functool软件计算平均值和10%ADC值,取3次测量值的平均值为最终结果。

ADC值计算方法:ADC=ln(S₀/S)/b

b为扩散敏感系数,ln为自然对数,S₀为b=0时的病变信号强度,S为相应b值的病变信号强度。

3. 统计学分析

所有数据均用STATA 10.0软件进行统计分析,不同组织的ADC值差异及10%ADC值差异用两独立样本t检验比较。通过ROC比较两种参数鉴别前列腺癌与增生结节的效能,比较两者AUC大小。

结 果

本研究29例前列腺癌组共纳入32处中央带前列腺癌病灶,直径5~24 mm,平均10 mm,Gleason评分6~9;24例增生结节组纳入28处T₂WI低信号增生结节,直径5~17 mm,平均9.2 mm。

增生结节组的ADCmean值明显高于前列腺癌组,但两者间可见明显的重叠。前列腺癌的10%ADC值也明显低于增生结节(表1,图1~3)。ADCmean鉴别前列腺癌与增生结节的AUC为0.81,以0.93×10⁻³mm²/s为界值,敏感度为72.41%,特异度为78.79%。10%ADC值鉴别前列腺癌和增生结节的AUC值(0.87)明显高于ADCmean值(P=0.04),以0.77×10⁻³mm²/s为界值,敏感度为75.86%,特异度为84.85%(图4)。

表1 CG前列腺癌与T₂WI低信号增生结节2种值的对比

参数	前列腺癌 (n=32)	增生结节 (n=28)	t 值	P 值
10%ADC	0.64±0.12	0.86±0.15*	6.52	0.000
ADCmean	0.81±0.14	1.03±0.17*	4.74	0.000

注:单位为(×10⁻³mm²/s)。

讨 论

本研究结果表明ADC值直方图分析可为前列腺癌的诊断提供一种新的方法,10%ADC值较ADCmean值能更精确地鉴别CG前列腺癌和T₂WI低信

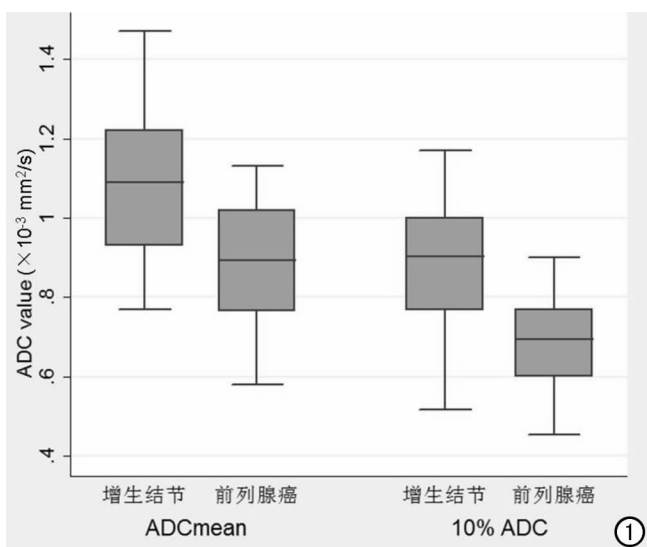


图1 CG 前列腺癌与 T_2 WI 低信号增生结节 10% ADC 与 ADCmean 值的对比,显示前列腺癌 10% ADC 与 ADCmean 值均明显低于增生结节。

号增生结节。

本研究中,前列腺癌组织的 ADCmean 值低于增生组织,然而两者可见明显重叠,难以精确区分,敏感度(72.41%)和特异度(78.79%)均有待提高。这与 Oct 等^[4]的研究结果接近中,该研究中 ADC 值鉴别 SH 与中央带前列腺癌鉴别的 AUC 值也仅有 0.75,

鉴别诊断依旧比较困难。

在 ADC 值直方图分析中,前列腺癌的 10% ADC 值也明显低于增生结节,但 10% ADC 值鉴别二者的诊断效能明显高于 ADCmean。在近期的几项相关研究中,Donati 等^[9]表明相对于平均及其它百分位的 ADC 值,10% ADC 与 Gleason 评分的相关性更高;而另一项研究证明,在外周带前列腺癌和正常组织的鉴别中,10% ADC 值的效能明显高于平均 ADC 值^[8]。Donati 等^[9]认为主要原因在于前列腺癌组织学的不均一性,正常组织与癌组织常混杂分布,而 10% ADC 与 ADCmean 值相比,除了可以发现主要由前列腺癌组织组成的病变,也能更有效地检测夹杂于正常前列腺腺体中的前列腺癌组织。

本项研究结果与以上研究相近,主要原因可能也基于前列腺癌和增生组织的组织学特性^[10-11]。在肿瘤组织中,由于细胞密度增加,腺泡破坏,导致结构致密,ADC 值减低。而在良性前列腺增生中,基质成分增加、腺泡组成减少,也限制了水的扩散,导致 ADC 值下降,甚至接近肿瘤组织的 ADC 值,同时 T_2 WI 低信号增生结节中有相当部分的 SH,ADC 值下降更为明显,在 Liu 等^[12]的研究中,前列腺癌与 SH 的 ADC 值有较大重叠,两者的鉴别诊断有一定困难,而 Oct 等^[4]的研究也支持这一观点。另外,两种组织内混有大量

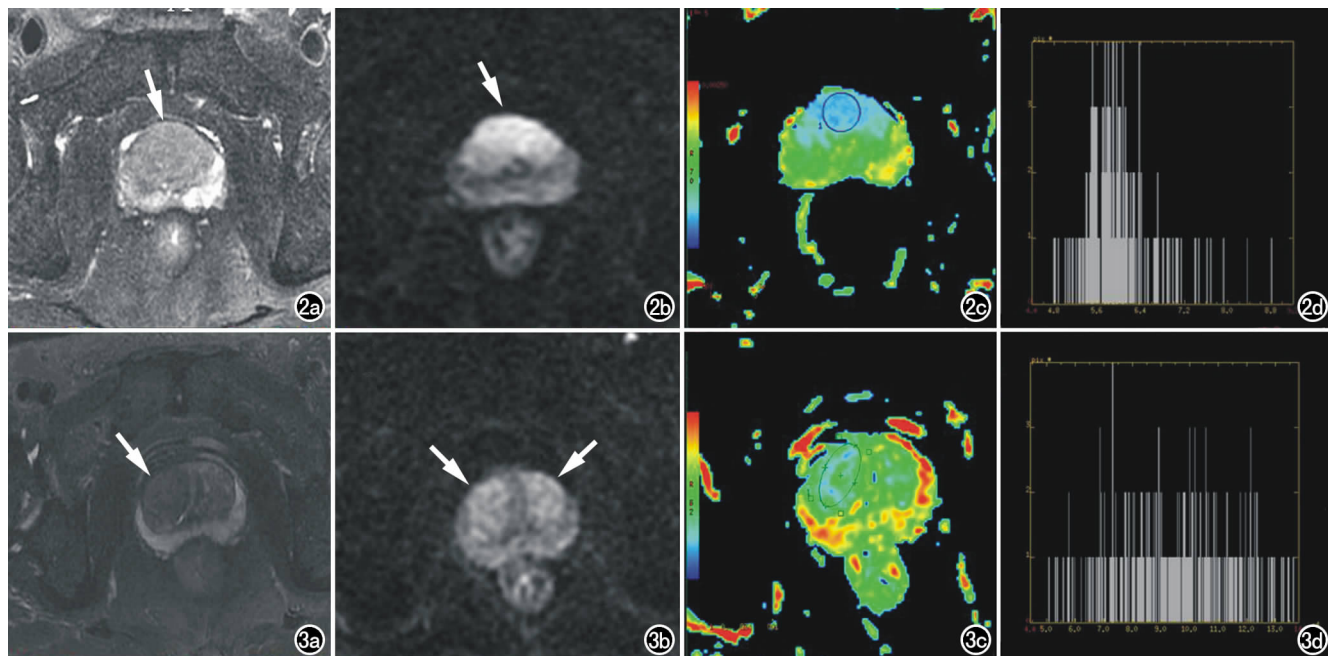


图2 男,70岁,CG 前列腺癌。a) T_2 WI 示前列腺体部 CG 前部局低信号区(箭),边缘模糊; b) DWI 示病灶呈明显高信号(箭); c) ADC 图上病灶 ADCmean 值较周围组织明显下降,明显低于正常值,为 $0.66 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; d) ADC 值的直方图显示图像中的频数主要偏向于低 ADC 值区域 $(0.44 \sim 0.92) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,测量 10% ADC 值为 $0.54 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。图3 男,64岁,CG 良性增生。a) T_2 WI 示前列腺体部右侧 CG 局灶性低信号区(箭),边缘清晰; b) DWI 示两侧 CG 均呈较高信号(箭); c) ADC 图上右侧 CG 的 ADC 值较周围组织明显下降,为 $0.93 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; d) ADC 值的直方图显示图像中的频数主要集中于中高 ADC 值区域 $(0.44 \sim 1.4) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,测量 10% ADC 值为 $0.79 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,ADCmean 和 10% ADC 值明显高于图2 中 CG 前列腺癌病灶。

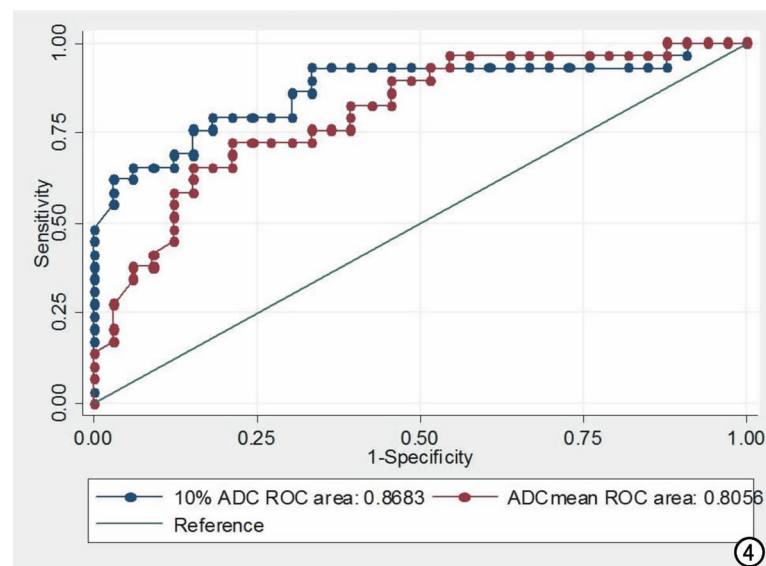


图4 10% ADC 与 ADCmean 值鉴别 CG 前列腺癌与 T_2 WI 低信号增生结节的 AUC 值的对比。

富含液体的正常前列腺腺体组织,同时提高了二者的 ADC 值,这种干扰因素使两种组织更加难以区分。在直方图的分析中,10%ADC 值比 ADCmean 值能更好的显示细胞和组织较密集的区域,意味 10%ADC 值可以降低一部分正常腺体组织成分的干扰,而突出细胞和间质成分的特点,有利于前列腺癌与增生组织的鉴别。

然而,需要指出的是,虽然 ADCmean 和 10%ADC 值鉴别 CG 前列腺癌与增生组织的差异有统计学意义,但与 ADCmean 相比,10%ADC 的敏感度仅升高 3%,特异度提高 6%,表明即使借助直方图分析 ADC 值,也未能将正常组织的干扰降到令人满意的程度,或前列腺癌与 SH 之间的差异在现有技术条件下确实很难精确检测,因此,对 CG 前列腺癌的 DWI 诊断有待进一步研究和改进。

本研究存在一些局限性:首先,研究样本量小,今后需要更大样本量的研究验证这一结果;其次,本研究中病变测量的 ROI 主要在 T_2 WI 图像上完成,将不同程度地混有正常前列腺组织,影响测量的精确性,因此在将来的研究中,需使用高分辨扫描以降低这一影响;第三,本研究增生结节组的病理标准为穿刺结果,无法排除假阴性,同时也未能根据病理结果按不同类型的增生结节进行研究,将来需要应用前列腺的病理整体组织切片进行验证。

总之,在对 CG 前列腺癌和 T_2 WI 低信号增生结节的 ADC 值直方图分析中,10%ADC 值对二者的鉴别诊断的准确性高于常规应用的平均 ADC 值。因此,ADC 值的直方图分析有助于提高对 CG 前列腺癌的诊断效能。

参考文献:

- [1] Mcneal JE, Redwine EA, Freiha FS, et al. Zonal distribution of prostatic adenocarcinoma. Correlation with histologic pattern and direction of spread[J]. Am J Surg Pathol, 1988, 12(12): 897-906.
- [2] Akin O, Sala E, Moskowitz CS, et al. Transition zone prostate cancers: features, detection, localization, and staging at endorectal MR imaging [J]. Radiology, 2006, 239(3): 784-792.
- [3] Li H, Sugimura K, Kaji Y, et al. Conventional MRI capabilities in the diagnosis of prostate cancer in the transition zone[J]. AJR, 2006, 186(3): 729-742.
- [4] Oto A, Kayhan A, Jiang Y, et al. Prostate cancer: differentiation of central gland cancer from benign prostatic hyperplasia by using diffusion-weighted and dynamic contrast-enhanced MR imaging[J]. Radiology, 2010, 257(3): 715-723.
- [5] Tamada T, Sone T, Jo Y, et al. Apparent diffusion coefficient values in peripheral and transition zones of the prostate: comparison between normal and malignant prostatic tissues and correlation with histologic grade [J]. J Magn Reson Imaging, 2008, 28(3): 720-726.
- [6] Xue H, Ren C, Yang J, et al. Histogram analysis of apparent diffusion coefficient for the assessment of local aggressiveness of cervical cancer[J]. Arch Gynecol Obstet, 2014, 290(2): 341-348.
- [7] Suo S, Zhang K, Cao M, et al. Characterization of breast masses as benign or malignant at 3.0T MRI with whole-lesion histogram analysis of the apparent diffusion coefficient[J]. J Magn Reson Imaging, 2016, 43(4): 894-902.
- [8] Peng Y, Jiang Y, Yang C, et al. Quantitative analysis of multiparametric prostate MR images: differentiation between prostate cancer and normal tissue and correlation with Gleason score—a computer-aided diagnosis development study[J]. Radiology, 2013, 267(3): 787-796.
- [9] Donati OF, Mazaheri 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.
- [10] Borren A, Moman MR, 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.
- [11] Chagas MA, Babinski MA, Costa WS, et al. Stromal and acinar components of the transition zone in normal and hyperplastic human prostate[J]. BJU Int, 2002, 89(7): 699-702.
- [12] Liu X, Zhou L, Peng W, et al. Differentiation of central gland prostate cancer from benign prostatic hyperplasia using mono-exponential and biexponential diffusion-weighted imaging[J]. Magn Reson Imaging, 2013, 31(8): 1318-1324.

(收稿日期: 2016-01-11)