

Comparison of cyclic and linear gadolinium chelates for enhancement MRI of prostate hyperplasia

FAN Xianmiao, ZHENG Xiaolin*, ZOU Yujian,

YUAN Zhuobin, SHEN Haiping

(Department of Radiology, Dongguan People's Hospital,

Dongguan 523059, China)

[Abstract] **Objective** To explore the enhancing effect of cyclic gadolinium chelates MRI contrast medium—Gatedotera of prostate hyperplasia. **Methods** MRI manifestations of dynamic enhancing contrast (DEC) and delay enhancing findings of 75 patients with prostate hyperplasia in central zone were analyzed retrospectively. According to contrast medium, the patients were divided into 4 groups, including observed group (Gatedotera, $n=20$), control group 1 (Magnevist, $n=15$), control group 2 (Consun, $n=16$) and control group 3 (Omniscan, $n=24$). The basic and maximal signal intensities, enhancing degree, time to peak and rising slope of DEC curve of prostate hyperplasia nodes were compared among groups. Taken muscoli obturator internus and imaging noise as references, the enhancing degree and CNR of parenchyma and capsule of hyperplasia nodes were obtained and compared among groups, and the displaying of capsule of each group was also analyzed. **Results** Time to peak were significantly different among groups ($F=3.812$, $P=0.014$), of observe group was clearly shorter than of control group 2 ($P=0.021$), of control group 2 was clearly longer than of control group 1 ($P=0.011$) and control group 3 ($P=0.023$), respectively. The enhancing degrees and CNR of capsule were all statistical different among groups (all $P<0.05$), in observed group was clearly higher than in control group 2 ($P=0.005$) and control group 3 ($P=0.047$). CNR of capsule of observed group was clearly higher than that of control group 1 ($P=0.016$), control group 2 ($P<0.001$) and control group 3 ($P<0.001$), respectively. In delay phase, the capsule displaying statistically different among groups ($\chi^2=127.86$, $P<0.010$). The differences of rest indexes among each group were not statistically significant for whole and pairwise comparison (all $P>0.05$). **Conclusion** The enhancing effect of cyclic gadolinium chelates was same as linear gadolinium chelates, while cyclic gadolinium chelates in capsule displaying was superior to linear gadolinium chelates.

[Keywords] prostatic hyperplasia; magnetic resonance imaging; contrast media; gadolinium

DOI:10.13929/j.1672-8475.201809023

环状与线状分子结构钆螯合物增强 MRI 评价前列腺增生的对照研究

范宪森, 郑晓林*, 邹玉坚, 袁灼彬, 沈海平

(东莞市人民医院放射科, 广东 东莞 523059)

[摘要] **目的** 分析 MRI 对比剂环状分子结构钆螯合物钆特酸葡胺对前列腺增生的增强效果。**方法** 回顾性分析 75 例前列腺增生多期动态增强(DEC)和延迟期增强 MRI 表现, 分为观察组[Gatedotera(钆特酸葡胺)组, 20 例]、对照组 1 [Magnevist(钆喷酸葡胺)组, 15 例]、对照组 2[Consun(钆喷酸葡胺)组, 16 例]和对照组 3[Omniscan(钆双胺)组, 24 例]。

[第一作者] 范宪森(1980—), 男, 广东汕尾人, 本科, 副主任技师。研究方向: 医学影像技术。E-mail: 402591564@qq.com

[通信作者] 郑晓林, 东莞市人民医院放射科, 523059。E-mail: 253971757@qq.com

[收稿日期] 2018-09-08 **[修回日期]** 2019-05-15

比较各组间前列腺增生结节基础信号强度、最大信号强度、增强幅度、达峰时间、DEC 曲线上升斜率。以闭孔内肌信号强度、图像噪声为参考,比较延迟期增生结节实质强化程度、实质 CNR、包膜强化程度、包膜 CNR 及包膜显示清晰度的差异。**结果** 各组间达峰时间差异有统计学意义($F=3.812, P=0.014$),观察组达峰时间明显短于对照组 2($P=0.021$),对照组 2 达峰时间明显长于对照组 1($P=0.011$)及对照组 3($P=0.023$);包膜强化程度及包膜 CNR 差异均有统计学意义(P 均 <0.05),观察组包膜强化程度明显高于对照组 2($P=0.005$)及对照组 3($P=0.047$),包膜 CNR 明显高于对照组 1($P=0.016$)、对照组 2($P<0.001$)及对照组 3($P<0.001$);且各组间 MR 增强扫描延迟期包膜显示清晰度差异有统计学意义($\chi^2=127.86, P<0.010$)。其余指标各组间总体及两两比较差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。**结论** 环状分子结构钆螯合物 MRI 对比剂增强效果与线状分子结构钆螯合物对比剂相仿,且显示包膜效果更优。

[关键词] 前列腺增生;磁共振成像;对比剂;钆

[中图分类号] R737.25; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8475(2019)07-0420-05

线状分子结构钆螯合物如 Magnevist(钆喷酸葡胺)、Consun(钆喷酸葡胺)和 Omniscan(钆双胺),均为目前临床广泛应用的 MRI 对比剂,均在安全性方面存在一定不足。线状分子结构钆螯合物稳定性差,钆离子从分子中析出,可沉积在脑、肌肉、皮肤、肾脏等组织内,具有一定毒性,肾功能不良者甚至肾功能正常者使用后可能引起系统性纤维化^[1]。环状分子结构钆螯合物的结构特点是钆与分子的螯合形式为钆离子位于环状结构内,具有更多共价键,稳定性高^[2]。Gatedotera(钆特酸葡胺)为稳定性和安全高的大环状钆螯合物。本研究分析 Gatedotera 增强扫描前列腺中叶增生结节的多期动态增强(dynamic enhancing contrast, DEC)和延迟期增强 MRI 表现,与线状对比剂对照,观察其增强效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2016 年 12 月—2017 年 7 月 75 例前列腺增生患者 MRI 资料,年龄 48~86 岁,平均(69.7 ± 8.4)岁;主要临床表现为排尿困难、排尿不尽,下腹部不适等。MRI 均诊断为前列腺中叶增生,其中 32 例经组织病理学检查证实;43 例经 MRI 及前列腺特异抗原(prostate specific antigen, PSA)随访 2~6 个月,结合临床表现确诊为前列腺增生。

根据 MR 检查所用对比剂种类,分为观察组[Gatedotera(钆特酸葡胺),20 例]和对照组 1[Magnevist(钆喷酸葡胺),15 例]、对照组 2[Consun(钆喷酸葡胺),16 例]及对照组 3[Omniscan(钆双胺),24 例]。各组 MR 扫描参数及对比剂注射方法、剂量相同。

1.2 仪器与方法 采用 Siemens Magnetom Verio 3.0T MR 扫描仪和体部相控阵线圈行前列腺 MR 扫描,范围自精囊腺上缘至耻骨联合下方。先行 Flash 序列 T1WI、Haste 序列 T2WI 及 TSE 序列小视野高分辨率 T2WI,参数:TR 4 000 ms,TE 101 ms,带宽

200 Hz,FOV(read) 180~200 mm,FOV(phase) 100%,层厚 3 mm,层间距 0.9 mm,距离因子 30%,矩阵 288×384 ,FA 150°,NEX 2 次。DWI 采用单次激发平面回波成像(echo planar imaging, EPI),参数:TR 2 900 ms,TE 75 ms,带宽 2110 Hz;FOV(read) 350~380 mm,FOV(phase) 75.9%,层厚 6 mm,层间距 1.8 mm,距离因子 30%,层数 20 层,矩阵 158×158 ,NEX 2 次,选用 3 个不同的扩散敏感系数,b 值分别为 0、500 和 800 s/mm²。

DEC 扫描采用改良动态 3D VIBE 三维容积式内插值法屏气检查^[3],参数:TR 5.21 ms,TE 1.74 ms,FA 15°,带宽 260 Hz,FOV(read) 260 mm,FOV(phase) 100%,层厚 3 mm,层间距 0.6 mm,距离因子 20%,矩阵 192×168 ,NEX 2 次,FA 15°。每期采集时间 8.5 s(18 幅图像),共采集 20 期。于第 3 期扫描末注入对比剂,采用 MR 专用双筒高压注射器经肘正中静脉注入,剂量 0.1~0.2 mmol/kg 体质量,流率 3 ml/s,并以生理盐水 15 ml 冲管。将多期 DEC 图像传入工作站,通过 meancurve 软件获得 ROI 的动态增强曲线。

随后行大范围 3D VIBE 序列延迟期增强扫描,参数:TR 3.92 ms,TE 1.39 ms,带宽 400 Hz,FOV(read) 380 mm,FOV(phase) 90%,层厚 3 mm,层间距 0.6 mm,距离因子 20%,矩阵 320×240 ,FA 9°。

1.3 图像分析 基于高分辨率 T2WI,选定前列腺中叶增生结节作为观察目标,需满足以下条件:①结节显示清楚;②具有稳定的三维形态;③边缘可分辨。选取结节最大层面测量其短径和长径,计算结节体积。

观察同层面结节 DEC 表现,测量基础信号强度、最大信号强度、增强幅度、达峰时间,计算曲线上升斜率。

观察同层面结节延迟期强化表现,测量结节包膜及实质的信号强度,同时测量邻近闭孔内肌信号强度和

图像噪声;计算前列腺增生结节实质、包膜的强化程度及 CNR, 强化程度 = 实质/包膜信号强度 - 闭孔内肌信号强度, CNR = (实质/包膜信号强度 - 闭孔内肌信号强度)/噪声。包膜显示清晰度分为包膜清晰(包膜完整、具有一定厚度,边缘清晰,明显强化)、

包膜可见(包膜较薄、完整或少部分不清,强化程度略低)和包膜不清(包膜显示不清,与实质部分不能分辨)。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 20.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,以方差分析进行 4 组间比较,组间两两比较采用 SNK 法;计数资料以百分率表示,采用 χ^2 检验进行比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

观察组与 3 个对照组间患者年龄、血清 PSA 水平及前列腺增生结节短径及长径差异均无统计学意义(P 均 > 0.05),见表 1。

2.1 DEC 表现 观察组与 3 个对照组间前列腺增生结节基础信号强度、最大信号强度、增强幅度及曲线上斜率差异均无统计学意义(P 均 > 0.05),而达峰时间差异有统计学意义($F = 3.812, P = 0.014$),见表 2;其中观察组达峰时间明显短于对照组 2($P = 0.021$),

表 1 各组间患者临床资料及前列腺结节 MR 平扫测量径线比较($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄(岁)	PSA($\mu\text{g/ml}$)	结节短径(mm)	结节长径(mm)
观察组($n=20$)	71.5 $\pm$ 7.7	11.83 $\pm$ 11.07	16.07 $\pm$ 4.63	20.00 $\pm$ 5.71
对照组 1($n=15$)	67.8 $\pm$ 9.1	11.58 $\pm$ 7.84	15.64 $\pm$ 3.73	22.36 $\pm$ 6.91
对照组 2($n=16$)	70.4 $\pm$ 8.1	8.73 $\pm$ 5.81	14.82 $\pm$ 4.21	21.81 $\pm$ 6.63
对照组 3($n=24$)	68.7 $\pm$ 9.0	11.11 $\pm$ 11.23	14.53 $\pm$ 3.46	17.87 $\pm$ 4.27
F 值	0.707	0.364	1.151	2.391
P 值	0.551	0.779	0.335	0.076

对照组 2 达峰时间明显长于对照组 1($P = 0.011$)及对照组 3($P = 0.023$),其余组间两两比较差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。

2.2 延迟期强化表现 各组间闭孔内肌信号强度及图像噪声差异均无统计学意义(P 均 > 0.05),前列腺增生结节实质强化程度及实质 CNR 差异亦无统计学意义(P 均 > 0.05),而包膜强化程度及包膜 CNR 差异均有统计学意义(P 均 < 0.05),见表 3;其中观察组包膜强化程度明显高于与对照组 2($P = 0.005$)及对照组 3($P = 0.047$),包膜 CNR 明显高于对照组 1($P = 0.016$)、对照组 2($P < 0.001$)及对照组 3($P < 0.001$),其余组间两两比较差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。

各组间 MR 增强扫描延迟期包膜显示清晰度差异有统计学意义($\chi^2 = 127.86, P < 0.010$),见表 4、图 1~3。观察组中,包膜清晰及可见者占 85.00%(17/20)。

表 2 各组间前列腺增生结节 DEC 观察指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	基础信号强度(AU)	最大信号强度(AU)	增强幅度(AU)	达峰时间(s)	曲线上斜率(AU/s)
观察组($n=20$)	75.84 $\pm$ 13.74	344.28 $\pm$ 43.08	265.38 $\pm$ 52.00	51.55 $\pm$ 20.66	6.58 $\pm$ 4.85
对照组 1($n=15$)	72.04 $\pm$ 12.99	354.21 $\pm$ 86.56	281.57 $\pm$ 80.12	55.67 $\pm$ 69.69	6.74 $\pm$ 4.29
对照组 2($n=16$)	78.31 $\pm$ 7.21	356.08 $\pm$ 62.82	278.26 $\pm$ 60.73	86.56 $\pm$ 46.29	4.48 $\pm$ 3.69
对照组 3($n=24$)	85.20 $\pm$ 17.96	362.52 $\pm$ 87.83	278.06 $\pm$ 82.69	61.83 $\pm$ 31.33	6.21 $\pm$ 5.01
F 值	2.079	0.231	1.932	3.812	0.840
P 值	0.330	0.875	0.906	0.014	0.476

表 3 各组间闭孔内肌信号强度、图像噪声及前列腺增生结节延迟期强化观察指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	闭孔内肌信号强度(AU)	图像噪声(AU)	增生结节			
			实质强化程度(AU)	实质 CNR	包膜强化程度(AU)	包膜 CNR
观察组($n=20$)	305.20 $\pm$ 38.74	1.09 $\pm$ 0.17	247.90 $\pm$ 37.35	231.82 $\pm$ 80.29	298.90 $\pm$ 81.96	277.93 $\pm$ 85.05
对照组 1($n=15$)	290.60 $\pm$ 40.92	1.22 $\pm$ 0.30	249.33 $\pm$ 61.35	220.98 $\pm$ 73.51	256.80 $\pm$ 69.68	221.54 $\pm$ 77.43
对照组 2($n=16$)	308.56 $\pm$ 37.58	1.18 $\pm$ 0.22	245.69 $\pm$ 86.57	209.77 $\pm$ 72.94	224.81 $\pm$ 86.23	187.20 $\pm$ 54.43
对照组 3($n=24$)	297.96 $\pm$ 31.36	1.27 $\pm$ 0.33	225.29 $\pm$ 75.62	180.86 $\pm$ 55.71	251.92 $\pm$ 70.05	201.82 $\pm$ 48.17
F 值	0.764	1.728	0.469	2.140	2.918	6.794
P 值	0.516	0.169	0.705	0.103	0.040	< 0.001

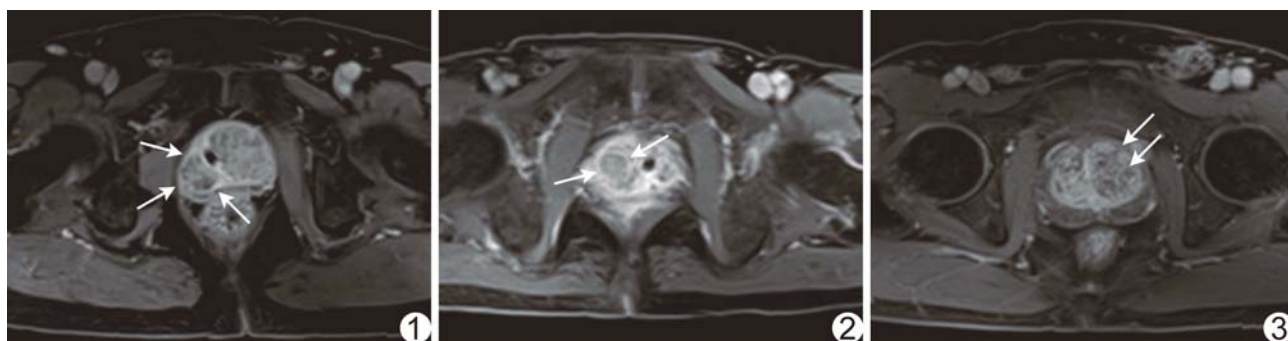


图 1 观察组前列腺增生患者,85 岁,Gatedotera(钆特酸葡胺)MR 增强扫描延迟期示前列腺中央带右后侧增生结节包膜较厚,清晰,明显强化(箭) 图 2 观察组前列腺增生患者,68 岁,Gatedotera(钆特酸葡胺)MR 增强扫描延迟期示前列腺中央带右侧增生结节包膜较清楚,基本完整,强化较明显(箭) 图 3 对照组 1 前列腺增生患者,75 岁,Magnevist(钆喷酸葡胺)MR 增强扫描延迟期示左侧前列腺增生结节包膜显示不明显,局部信号强度减低(箭)

表 4 各组前列腺增生结节 MR 增强扫描延迟期包膜显示情况[例(%)]

组别	包膜清晰	包膜可见	包膜不清
观察组(n=20)	11(55.00)	6(30.00)	3(15.00)
对照组 1(n=15)	3(20.00)	7(46.67)	5(33.33)
对照组 2(n=16)	4(25.00)	7(43.75)	5(31.25)
对照组 3(n=24)	9(37.50)	7(29.17)	8(33.33)

3 讨论

环状对比剂注入人体后化学结构稳定,钆离子结合牢固,不易脱离、析出,无钆离子沉积^[2,4],安全性较高,且毒性较低^[5]。线状对比剂具有较强缩短 T1 作用,增强效果显著。本研究将环状对比剂 Gatedotera 用于检查前列腺增生患者,观察增生结节强化表现,并与使用其他 3 种线状对比剂(Magnevist、Consun 和 Omniscan)对照,评估其对前列腺增生的增强效果。

高分辨率 T2WI 显示前列腺增生发生于中央区移行带,表现为大小不等的结节,其组织成分为增生的腺体,平滑肌和增生结节压迫周围组织可形成边缘清楚的假包膜。前列腺增生结节具有非浸润性特征^[6-7]。本研究对比观察组 Gatedotera 与其他 3 组对比剂 DEC 的基础信号强度、最大信号强度、达峰时间和曲线上斜率,发现观察组与其他 3 个对照组间除达峰时间外,其余差异均无统计学意义。观察组达峰时间较短的原因尚不清楚,可能与对比剂在血管内的流速、黏滞程度及患者生理情况等多种因素有关,也不除外分组存在潜在不均一性。虽然观察组达峰时间较短,但综合多种参数可见观察组强化效果与其他 3 组相似。

前列腺增生 T2WI 可见包膜完整,边缘清楚,而前列腺癌边缘不清、包膜不完整^[8-11]。本研究分别将观

察组与 3 个对照组前列腺增生结节的包膜与实质相对于闭孔内肌的强化程度和 CNR 进行比较,发现 4 组间包膜强化程度及包膜 CNR 差异均有统计学意义($P < 0.05$);将延迟强化显示结节包膜的清晰度进行分级,发现观察组包膜清晰及可见者所占比例最高(表 3)。

有研究^[12]采用钆布醇(环状对比剂)与钆喷酸葡胺(线状对比剂)行三维对比增强 MRA,观察腹部血管,比较 2 种对比剂增强效果,结果显示钆布醇的主动脉及其多个分支的 SNR 和 CNR 明显高于钆喷酸葡胺图像,前者显示动、静脉小分支更佳,提示环状对比剂的增强效果优于线状对比剂^[13]。Attenberger 等^[4]建立大鼠胶质瘤模型,观察环状与线状对比剂的延迟期 MRI 强化效果,在注射对比剂后间隔扫描(间隔 1~9 min),发现环状对比剂 MRI 胶质瘤延迟强化幅度明显高于线状对比剂。本研究中,环状对比剂 MRI 增生结节实质的强化程度和 CNR 均与 3 种线状对比剂 MRI 差异无统计学意义(P 均 > 0.05),但增生结节包膜 MRI 表现更具良性病变特点。

总之,环状对比剂 MRI 对前列腺增生结节实质的显示效果与线状对比剂相似,且对包膜的显示能力更强。但本研究仅对前列腺增生进行分析,未与恶性结节对比,结果的可靠性有待进一步证实。

[参考文献]

- [1] Chrysoschou C, Buckley DL, Dark P, et al. Gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging for renovascular disease and nephrogenic systemic fibrosis: Critical review of the literature and UK experience. J Magn Reson Imaging, 2009, 29(4): 887-894.

- [2] Alexander R, Lukas D, Pascal J, et al. Gadolinium retention in the dentate nucleus and globus pallidus is dependent on the class of contrast agent. *Radiology*, 2015, 275(3):783-791.
- [3] 杨正汉,冯逢,王霄英,等.磁共振成像技术指南.北京:人民军医出版社,2010:120-124.
- [4] Attenberger UI, Runge VM, Morelli JN, et al. Evaluation of gadobutrol, a macrocyclic, nonionic gadolinium chelate in a brain glioma model: Comparison with gadoterate meglumine and gadopentetate dimeglumine at 1.5 T, combined with an assessment of field strength dependence, specifically 1.5 versus 3 T. *J Magn Reson Imaging*, 2010, 31(3):549-555.
- [5] Renz DM, Durmus T, Böttcher J, et al. Comparison of gadoteric acid and gadobutrol for detection as well as morphologic and dynamic characterization of lesions on breast dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Invest Radiol*, 2014, 49(7):474-484.
- [6] Bellin MF, Van Der Molen AJ. Extracellular gadolinium-based contrast media: An overview. *Eur J Radiol*, 2008, 66(4):160-167.
- [7] Hansford BG, Karademir I, Peng Y, et al. Dynamic contrast-enhanced MR imaging features of the normal central zone of the prostate. *Acad Radiol*, 2014, 21(5):569-577.
- [8] Haider MA, van der Kwast TH, Tanguay J, et al. Combined T2-weighted and diffusion-weighted MRI for localization of prostate cancer. *AJR Am J Roentgenol*, 2007, 189(2):323-328.
- [9] 王华,段青,威晋,等.3.0T MRI 动态增强在鉴别前列腺增生及前列腺癌中的价值.福建医科大学学报,2010,44(3):223-226.
- [10] 巩涛,袁淑绘,李莉莉,等. DTI 及 DTT 在鉴别中央腺区前列腺癌和前列腺增生的价值.实用放射学杂志,2014,30(7):1157-1164.
- [11] 苗华栋,张长萃,刘海泉,等.3T VIBE 动态增强在鉴别前列腺良恶性病变中的应用.中国医学计算机成像杂志,2013,19(4):342-345.
- [12] 孟祥水,侯金文,魏华刚,等.3T 磁共振团注法 3D DCE-MRA 在腹部至下肢血管成像中的应用.山东大学学报(医学版),2006,44(6):641-644.
- [13] Hadizadeh DR, Von Falkenhausen M, Kukuk GM, et al. Contrast material for abdominal dynamic contrast-enhanced 3D MR angiography with parallel imaging: Intraindividual equimolar comparison of a macrocyclic 1.0 M gadolinium chelate and a linear ionic 0.5 M gadolinium chelate. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 194(3):821-829.

《肿瘤 PET/CT 成像图谱:病例解析》已出版

由土耳其伊斯坦布尔 Okmeydani 培训和研究医院的塔梅尔·奥祖克教授、菲利兹·奥祖克医师主编,天津医科大学附属肿瘤医院核医学科陈薇医师主译,天津科技翻译出版有限公司出版的《肿瘤 PET/CT 成像图谱:病例解析》一书已于 2018 年 4 月出版,并在全国发行。PET/CT 扫描仪的出现,意味着功能代谢信息和解剖数据的融合,开创了医学领域的新纪元,特别是肿瘤学领域。自从 PET/CT 出现于研究中心,就成为肿瘤影像学中不可或缺的工具。《肿瘤 PET/CT 成像图谱:病例解析》涵盖了很多关于恶性肿瘤¹⁸F-FDG PET/CT 诊断和治疗的临床病例。全书共两部分内容,第 1 部分为 FDG PET/CT 基础知识,第 2 部分涵盖了大量临床肿瘤病例,包括常见和罕见表现。本书中的所有病例均经组织病理学证实,适合核医学、放射学、肿瘤学、肿瘤放射学和核医学技术专业的住院医师和执业医师阅读。

《肿瘤 PET/CT 成像图谱:病例解析》,国际 16 开,精装,铜版纸全四色印刷,384 页,定价 198 元。

邮购地址:天津市南开区白堤路 244 号科贸大厦 B 座 6 楼

联系人:姜晓婷

电话:022-87892596

也可关注公众号“科翻图书出版”购买!