

High-pitch combined with low tube voltage technique with dual-source CT in pre-operative diagnosis of infants with anomalous pulmonary venous connections

WANG Yan, SHI Dapeng*, WANG Meiyun, REN Yujing, SUN Yaping, AN Hengbin

(Department of Radiology, Henan Provincial People's Hospital,
Zhengzhou 450003, China)

[Abstract] **Objective** To explore the value of high-pitch combined with low tube voltage technique with dual-source CT in pre-operative diagnosis of infants with anomalous pulmonary venous connections (APVC). **Methods** Totally 60 infants with suspicious APVC under 3 years old were enrolled and underwent cardiac CTA examinations 1 week before surgical operation. The patients were randomly divided into group A and group B. In group A, CT scan parameters were 80 kVp, 60—80 mAs, and the contrast media of 1.2 ml/kg body weight, while in group B, the parameters were 70 kVp, 70—100 mAs, and the contrast media of 1.0 ml/kg. The pitch of the two groups was both 3.4. CT attenuation, image noises of pulmonary artery (PA), pulmonary vein (PV) and the dual-atrium cavity were measured, and SNR, the ratio of PA to PV (PA/PV) and the effective dose (ED) were quantified. Additionally, the subjective grading of image quality was scored. The results of CT diagnosis were compared with those of surgical operation. **Results** Finally, 58 patients were enrolled, with 28 in group A and 30 in group B. CT attenuation, image noises, SNR and PA/PV had no statistical difference between the two groups (all $P > 0.05$). ED of group B was lower than that of group A ($P = 0.013$). Group B had higher subjective image quality scores than group A in showing small branch vessels and their drainage vessels of pulmonary veins ($P = 0.047$). All patients were diagnosed as APVC after surgery. The coincidence rate of classification diagnosis in group A was 96.43% (27/28), in group B was 93.33% (28/30). The coincidence rate of combined malformations in group A and B was 97.44% (38/39) and 95.35% (41/43), respectively. There was no statistical difference of coincidence rate between the 2 groups (both $P > 0.05$). **Conclusion** Dual-source CT high-pitch combined with low tube voltage technique has high diagnostic accuracy for infants with APVC, and can reduce radiation dose.

[Key words] Tomography, X-ray computed; Low-dose; Anomalous pulmonary venous connections

DOI:10.13929/j.1003-3289.201802048

双源 CT 大螺距结合低管电压技术术前诊断 婴幼儿肺静脉异位引流

王 艳, 史大鹏*, 王梅云, 任宇婧, 孙亚平, 安恒彬

(河南省人民医院放射科, 河南 郑州 450003)

[摘 要] **目的** 探讨双源 CT 大螺距结合低管电压技术术前诊断婴幼儿肺静脉异位引流(APVC)的价值。**方法** 对 60 例 3 岁以内拟诊 APVC 患儿于术前 1 周行心脏 CT 扫描, 将其随机均分为 A 组、B 组。A 组管电压 80 kVp, 管电流 60~80 mAs, 对比剂剂量 1.2 ml/kg 体质量; B 组管电压 70 kVp, 管电流 70~100 mAs, 对比剂剂量 1.0 ml/kg 体质量; 2 组螺

[第一作者] 王艳(1981—), 女, 河南南阳人, 硕士, 主治医师。研究方向: 腹部及心血管影像学诊断。E-mail: yanyanwang0711@163.com

[通信作者] 史大鹏, 河南省人民医院放射科, 450003。E-mail: cjr.shidapeng@vip.163.com

[收稿日期] 2018-02-07 **[修回日期]** 2018-06-25

距均为 3.4。测量 2 组图像肺动脉主干、肺静脉、左右心房 CT 值和噪声,计算 SNR 和肺动静脉 CT 值比值及有效辐射剂量(ED);对图像质量进行主观评分;与术后所见进行对照。**结果** 最终入组 58 例,A 组 28 例,B 组 30 例。2 组间各测量部位 CT 值、图像噪声、SNR 及肺动静脉 CT 值比值差异均无统计学意义(P 均 >0.05);B 组 ED 低于 A 组($P=0.013$)。在显示细小肺静脉分支及引流血管方面,B 组图像质量主观评分高于 A 组($P=0.047$)。58 例术后均诊断为 APVC。在分型诊断方面,术前诊断准确率 A 组为 96.43%(27/28),B 组为 93.33%(28/30);对于合并畸形,术前诊断准确率 A 组为 97.44%(38/39),B 组 95.35%(41/43),差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。**结论** 双源 CT 大螺距扫描结合低管电压技术术前诊断婴幼儿 APVC 准确率高,且可降低辐射剂量。

[关键词] 体层摄影技术,X 线计算机;低剂量;肺静脉异位引流

[中图分类号] R541.1; R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2018)09-1400-05

CT 已广泛用于复杂性先天性心脏病的术前诊断^[1]。双源 CT 大螺距配合低管电压技术可大幅降低辐射剂量和对比剂用量^[2],对不能屏气或心率过快的婴幼儿也可获得满意的图像质量。研究^[3-5]发现,双源 CT 大螺距扫描技术及 70 kV 超低管电压对于小儿先天性心脏病具有很好的临床应用价值。肺静脉异位引流(anomalous pulmonary venous connections, APVC)指肺静脉(pulmonary venous, PV)与右心房(right atrium, RA)或体静脉系统连接畸形,常合并房间隔缺损或其他畸形,是较少见的先天性心脏病^[6]。本研究应用双源 CT 大螺距结合低管电压技术对婴幼儿 APVC 进行前瞻性观察,评价其图像质量及诊断准确性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2013 年 6 月—2016 年 8 月我院小儿心脏外科收治的 60 例临床拟诊 APVC 患儿,男 33 例,女 27 例,年龄 1 个月~3 岁,平均 (5.0 ± 3.3) 个月;体质量 3.5~15.0 kg,平均 (5.74 ± 1.24) kg;心率 101~148 次/分,平均 (122.44 ± 20.40) 次/分。按照随机数字法将其均分为 A 组和 B 组。所有患儿于 CT 扫描 1 周内接受手术治疗。本研究经我院伦理委员会批准,检查前患儿监护人均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 Siemens Somatom Definition Flash 二代双源 CT,不使用镇静药,待患儿熟睡后开始检查。令患儿仰卧,足先进,扫描范围自主动脉弓上至上腹部(包括门静脉和下腔静脉肝段)。心电门控下选用 Flash 心脏扫描模式,螺距 3.4。A 组管电压 80 kV,管电流 60~80 mA,对比剂用量 1.2 ml/kg 体质量;B 组管电压 70 kV,管电流 70~100 mA、对比剂用量 1.0 ml/kg 体质量。对比剂采用欧乃派克(350 mgI/ml),对比剂注射持续时间均设定为 13 s,根据对比剂用量和注射时间计算获得注射流率,对比剂注射完毕后以相同流率注射同等剂量生理盐水。手动触发扫描,以轴位类四腔心层面为监测层面,待左心室

有对比剂流入即触发扫描,球管旋转速度 0.28 s/rot,探测器宽度 128×0.6 mm,重建层厚 0.75 mm,重建间隔 0.6 mm。以 SAFIRE 法重建图像,卷积核为 B26。

1.3 图像处理及评价 采用 Syngo.via 工作站进行重建,层厚 1.5 cm,间隔 1.0 cm。

1.3.1 图像质量客观评价 将圆形 ROI(面积 3~12 mm²)分别置于肺动脉(pulmonary artery, PA)主干、PV 主干及左心房(left atrium, LA)、RA 内,测量其 CT 值及噪声,测量 3 次取平均值,计算 SNR 和肺动静脉 CT 值比值(PA/PV)。记录剂量长度乘积(dose-length product, DLP),并计算有效剂量(effective dose, ED)。

1.3.2 图像质量主观评价 由 2 名高年资医师以盲法独立观察图像并进行评分,评分不同时经协商达成一致。采用 5 分法^[3]评价心内结构及大血管显示情况:5 分,显示清晰,无任何伪影;4 分,有轻微伪影,但有高度诊断信心;3 分,明显模糊,但有中等度诊断信心;2 分,部分结构或关系不能确定,诊断困难;1 分,伪影严重,不能诊断。以 4 分法评价 PV 分支及引流部位、路径的显示:4 分,可清晰辨认每 1 支肺静脉及引流部位、路径,无任何伪影;3 分,轻度伪影,但不影响诊断信心度;2 分,细小血管较难辨认,需仔细分辨引流口,中等度诊断信心;1 分,辨别不清,无诊断信心。采用 4 分法评价上腔静脉对比剂伪影:4 分,上腔静脉 CT 值 <300 HU;3 分,CT 值为 300~700 HU,无明显或严重硬化束伪影;2 分,CT 值 >700 HU,有硬化束伪影,但不影响诊断;1 分,有严重硬化束伪影,影响诊断。评分 ≥ 3 分为可满足诊断要求。

1.4 诊断准确性评估 根据 CT 进行分型诊断;评估合并畸形的种类、位置及大小;将 CT 诊断结果与术后病理对照,计算并比较 2 组的诊断符合率。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 20.0 统计分析软件。

计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, A 组与 B 组间一般资料及客观评价参数的比较采用独立样本 t 检验; 计数资料的比较采用 χ^2 检验; 主观评分比较采用 Mann-Whitney U 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

A 组 2 例患儿因不能配合检查致扫描失败, 最终纳入 58 例, A 组 28 例, B 组 30 例, 2 组间年龄、体质量及心率差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05 , 表 1)。

表 1 A 组与 B 组患儿间一般资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄(月)	体质量(kg)	心率(次/分)
A 组($n=28$)	5.7 ± 3.0	5.93 ± 1.21	126.42 ± 21.24
B 组($n=30$)	4.6 ± 3.7	5.59 ± 2.03	119.18 ± 18.40
t 值	1.332	0.623	1.524
P 值	0.127	1.341	0.128

2.1 图像质量客观评价 A 组与 B 组间 PA、PV、LA 和 RA 的 CT 值、噪声、SNR 差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。2 组间 PA/PV 数值均接近 1, 差异无统计学意义 ($P = 0.890$)。B 组 ED 低于 A 组 ($P = 0.013$)。见表 2。

2.2 图像质量主观评分 在显示心内结构及大血管和上腔静脉硬化伪影方面, A 组与 B 组评分差异无统计学意义 ($Z = -1.633, -1.633, P = 0.102, 0.102$); 对于显示肺静脉分支及异常引流血管, B 组评分优于 A 组, 差异有统计学意义 ($Z = -0.230, P = 0.047$); 见表 3。

2.3 诊断准确性评估 术后 58 例患儿均诊断为 APVC。5 例为部分性 APVC (A 组 2 例、B 组 3 例), 包括右侧 PV 与 RA 连接 2 例, 左侧 PV 与冠状静脉窦连接 1 例, 左 PV 与垂直静脉、上腔静脉连接 1 例, 右 PV 与上腔静脉连接 1 例, 术前 CT 路径描述与手术完全吻合; 53 例为完全性 APVC, 其中 A 组 26 例、B 组 27 例, A 组术前 CT 将 1 例混合型完全性 APVC 诊为单纯心上型, B 组术前 CT 将 2 例混合型分别误诊为单纯心上型和心内型, 其余路径描述与手术完全吻合 (图 1、2)。分型诊断方面, A 组术前诊断符合率为 96.43% (27/28), B 组为 93.33% (28/30), 2 组间差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.283, P = 0.595$)。

术中发现其他合并畸形 82 处 (A 组 39 处, B 组 43 处), A 组中术前 CT 漏诊 1 处小的筛孔型房间隔缺损, B 组中术前 CT 漏诊 1 处小的卵圆孔未闭, 误诊 1 处动脉导管未闭 (血管残端、已闭合)。合并畸形方面, A 组诊断符合率为 97.44% (38/39), B 组为 95.35% (41/43), 2 组间差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.253, P = 0.615$)。

3 讨论

根据异常引流肺静脉数目, APVC 可分为部分性 APVC 和完全性 APVC 两大类^[7], 后者按引流路径及与右心房的相对位置关系分心上型、心内型、心下型及混合型。本组多为完全性 APVC, 多发生于婴幼儿, 出现症状早, 如不及时手术, 多于 1 岁内死亡^[8-9]。以上

表 2 A 组与 B 组间图像质量客观指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	CT 值(HU)				噪声(HU)			
	PA	PV	LA	RA	PA	PV	LA	RA
A 组($n=28$)	376.72 ± 30.82	388.63 ± 34.87	331.39 ± 29.57	331.40 ± 29.64	29.03 ± 4.14	29.12 ± 5.10	25.36 ± 1.15	26.96 ± 4.26
B 组($n=30$)	374.44 ± 14.98	367.91 ± 14.67	375.43 ± 18.13	375.84 ± 14.84	31.33 ± 3.47	29.68 ± 4.42	30.11 ± 4.58	31.76 ± 4.64
t 值	0.584	0.653	-1.033	-0.891	-1.374	-0.733	-1.000	-0.792
P 值	0.612	0.563	0.203	0.343	0.103	0.430	0.332	0.874

组别	SNR				PA/PV	ED(mSv)
	PA	PV	LA	RA		
A 组($n=28$)	12.61 ± 2.11	13.88 ± 4.08	13.84 ± 2.82	13.96 ± 2.72	1.00 ± 0.04	0.20 ± 0.06
B 组($n=30$)	12.08 ± 3.72	12.62 ± 4.02	11.80 ± 3.28	11.33 ± 2.33	1.00 ± 0.02	0.12 ± 0.05
t 值	0.332	0.264	1.131	0.890	0.222	2.824
P 值	0.746	0.881	0.367	0.421	0.890	0.013

表 3 A 组与 B 组图像质量主观评分情况 (例)

组别	心内结构及大血管显示评分					PV 分支及引流部位、径路显示评分				上腔静脉对比剂伪影评分			
	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分	4 分	3 分	2 分	1 分	4 分	3 分	2 分	1 分
A 组	13	9	4	2	0	18	9	1	0	14	12	2	0
B 组	12	10	5	3	0	16	10	3	1	12	15	3	0

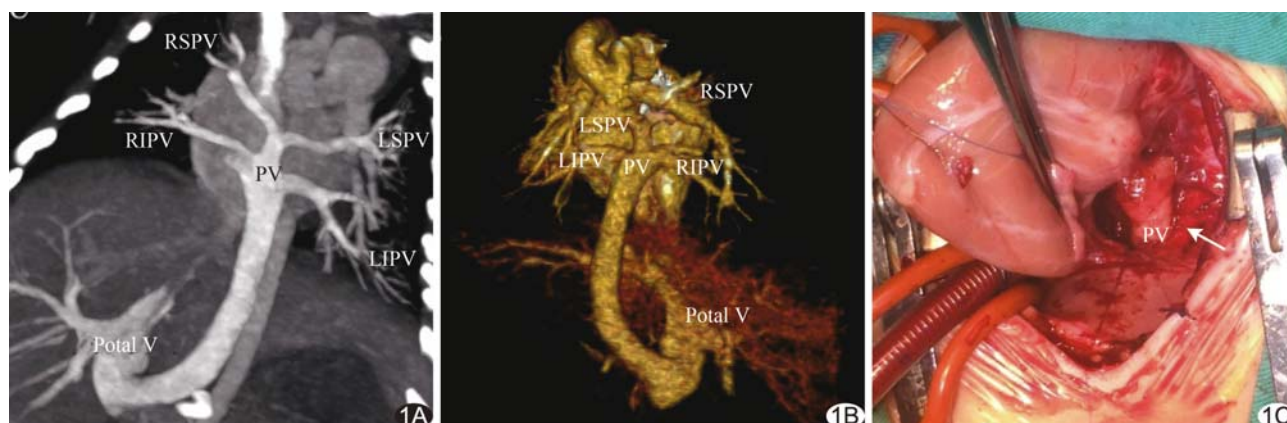


图1 患儿男,5个月,A组,术后确诊完全性 APVC(心下型) A、B. MIP(A)、VR(B)图示左右侧 PVs 未汇入 LA,向下形成共同肺静脉干后,垂直穿过膈肌汇入门静脉,回流通路未见梗阻; C. 术中大体观,与术前 CT 显示一致(箭头共同肺静脉干) (RSPV:右上肺静脉;RIPV:右下肺静脉;LSPV:左上肺静脉;LIPV:左下肺静脉;Potal V:门静脉;PV:肺静脉)

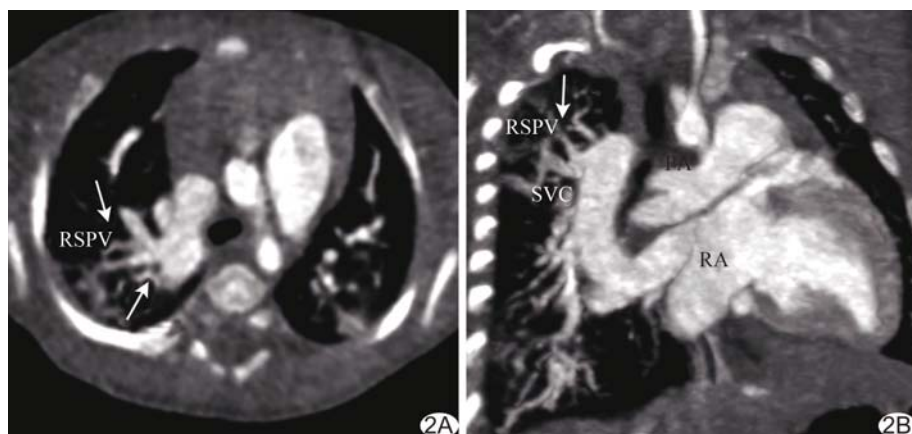


图2 患儿男,1个月,B组,术后确诊完全性 APVC(混合型) A、B. 轴位(A)及冠状位(B)MPR 图示右上肺见3支细小肺静脉(箭),直接汇入上腔静脉 (SVC:上腔静脉;RSPV:右上肺静脉;PA:肺动脉;RA:右心房)

只是按引流方向进行大致分类,少数亚型变异较大,同一亚型个体差异也比较大,因此术前影像学评估对制定个体化手术路径至关重要^[10-13]。CT 能显示 PV 发育及变异后的空间位置关系^[14],获得更完整、准确的病理解剖图,已成为术前评估不可或缺的影像学检查手段。

本研究对 B 组患儿采用 70 kVp 的管电压,进一步降低了辐射剂量,与 A 组间 ED 差异有统计学意义 ($P=0.013$)。部分亚型 APVC 患者需要观察的体部范围较大,对婴幼儿应尽可能降低扫描剂量。降低管电压会使图像噪声增加、SNR 变差,而本研究 2 组间噪声和 SNR 差异无统计学意义 (P 均 >0.05)。本研究中,PA/PV 均接近 1,提示不能从密度上区分 PA 与 PV。混合型完全性 APVC 变异较大时易术前误

诊。本研究中 2 组的误诊病例均为混合型完全性 APVC。A 组 1 例因遗漏 1 支直接汇入右上腔静脉的细小 PV 分支,加之右上腔静脉有明显对比剂伪影,使该支小静脉的入口显示不清而造成漏诊。B 组术后发现 1 例右上肺有 3 支发育细小的 PV 分别于不同处汇入右上腔静脉;另 1 例误诊病例遗漏了直接汇入左垂直静脉的左上肺细小分支。另外,2 组误诊病例均为多支 PV 变异(超过正常 4 支以上),且血管发育细小。上腔静脉对比剂伪影也会影响直接回流至上腔静脉的细小分支的检出。研究^[5]表明,可通过降低对比剂注射速率来降低上腔静脉对比剂伪影。

本研究^[5]表明,可通过降低对比剂注射速率来降低上腔静脉对比剂伪影。

本研究中,A 组与 B 组在心内结构及大血管的显示方面主观评分无统计学差异 ($Z=-1.633$, $P=0.102$),对合并畸形的诊断准确率分别为 97.44% (38/39) 和 95.35% (41/43)。A 组漏诊 1 处卵圆孔未闭、B 组漏诊 1 处筛孔状房间隔缺损,在 2 mm 左右。A 组漏诊可能为上腔静脉及 RA 内仍有对比剂伪影,遮掩了小的房间隔缺损所致;而 B 组漏诊病例无明显对比剂伪影,但仍不能显示,考虑可能与房间隔缺损小且呈筛孔状有关,提示对较小的房间隔缺损或筛孔状缺损,CT 诊断仍存在局限性^[4]。B 组还误诊了 1 处动脉导管未闭,术中未发现导管开放,回看图像发现主动脉弓降部有一漏斗状血管显示,但不能确定是否与

PA 主干交通, 考虑为闭合的残端。

总之, 双源 CT 大螺距低管电压技术用于术前诊断婴幼儿 APVC, 辐射剂量低且诊断准确率高, 但对于复杂变异亚型、尤其是混合型完全性 APVC, 不宜采用过低的管电压。由于 PV 变异多见, 诊断时应逐一观察、探寻每 1 支 PV 的走行及其与 PV 共干的关系, 避免遗漏。此外, 降低上腔静脉对比剂伪影, 有利于检出细小变异型 PV 分支。

〔参考文献〕

- [1] Kasahara H, Aeba R, Tanami Y, et al. Multislice computed tomography is useful for evaluating partial anomalous pulmonary venous connection. J Cardiothorac Surg, 2010, 5:40.
- [2] Nie P, Wang X, Cheng Z, et al. Accuracy, image quality and radiation dose comparison of high-pitch spiral and sequential acquisition on 128-slice dual-source CT angiography in children with congenital heart disease. Eur Radiol, 2012, 22 (10): 2057-2066.
- [3] 纪晓鹏, 陈立光, 王锡明, 等. 双源 CT 前瞻性心电触发大螺距扫描在小儿先天性心脏病诊断中的初步应用. 中华放射学杂志, 2012, 92(3):179-183.
- [4] 张晓凡, 曾立红, 王志伟, 等. 128 层螺旋 CT 前门控技术在小儿复杂性先天性心脏病种的应用. 中华放射学杂志, 2013, 47(8): 739-744.
- [5] 曹婷, 王锡明, 程召平, 等. 128 层双源 CT 联合低剂量管电压及低剂量对比剂在法洛氏四联症患儿血管成像中的应用. 中华放射学杂志, 2015, 49(8):577-581.
- [6] 王荣峰, 陈正光, 白燕, 等. 多层螺旋 CT 诊断完全性肺静脉异位引流. 中国医学影像技术, 2010, 26(11):2087-2090.
- [7] 戴汝平. 先天性心脏病多排螺旋 CT 成像诊断. 北京: 科学出版社, 2009:183-201.
- [8] Nurkalem Z, Gorgulu S, Eren M, et al. Total anomalous pulmonary venous return in the fourth decade. Int J Cardiol, 2006, 113(1):124-126.
- [9] Jonas RA. Comprehensive surgical management of congenital heart disease. London: Arnold, 2004:402-413.
- [10] Chowdhury UK, Airan B, Malhotra A, et al. Mixed total anomalous pulmonary venous connection: Anatomic variations, surgical approach, techniques, and results. J Thorac Cardiovasc Surg, 2008, 135(1):106-116.
- [11] Giamberti A, Deanfield JE, Anderson RH, et al. Totally anomalous pulmonary venous connection directly to the superior caval vein. Eur J Cardiothorac Surg, 2002, 21(3):474-477.
- [12] 祝忠群, 徐志伟, 张海波, 等. 完全性肺静脉异位引流病理谱及个体化手术治疗. 中华小儿外科杂志, 2011, 32(5):333-338.
- [13] 何欢, 任卫东, 孙菲菲, 等. 超声心动图诊断完全型肺静脉异位引流及合并心脏畸形. 中国医学影像技术, 2016, 32(2):239-242.
- [14] Wolla CD, Hlavacek AM, Schoepf UJ, et al. Cardiovascular manifestations of heterotaxy and related situs abnormalities assessed with CT angiography. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2013, 7(6):408-416.

《中枢神经系统肿瘤磁共振分类诊断》已出版

《中枢神经系统肿瘤磁共振分类诊断》于 2014 年 4 月由人民卫生出版社正式出版发行。本书由安徽医科大学第一附属医院院长, 安徽医科大学第四附属医院院长, 安徽医科大学第一临床学院院长、影像系主任余永强主编, 中华医学会放射学分会主任委员冯晓源、中华医学会放射学分会磁共振组组长卢光明写序。

全书共分为 12 章, 按照 WHO 第 4 版中枢神经系统肿瘤的分类顺序撰写。内容力求图文并茂, 对常见病、多发病的影像学诊断进行总结、分析、比较、归纳, 对少见、罕见病的 MRI 诊断, 通过复习相关文献, 描述影像学表现。本书适合 MRI 诊断专业医师、影像研究生及神经外科医师阅读, 对临床其他专业医师及部分影像学本科专业学生, 也有助于开阔视野。

本书定价 85 元, 全国各大书店有售, 欢迎订阅。

