

◆ 中枢神经影像学

Comprision of morphological analysis for ruptured and unruptured anterior communicating artery aneurysms with CTA

TAN Shifang, LYU Fajin*

(Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the morphological characteristics of anterior communicating artery aneurysm, and explore the morphological factors of aneurysm rupture. **Methods** A total of 114 patients with 114 anterior communicating artery aneurysms were retrospectively reviewed, 88 of them were ruptured group and 26 of them were unruptured group. Morphological characteristics were evaluated by CTA, including single or multiple aneurysm, aneurysm shape, aneurysm diameter, width of neck, width of aneurysm, aspect ratio (AR), aneurysm angle, flow angle, dominance of the A1 segment, direction of the aneurysm dome, which were statistical assessed with univariate analysis and *Logistic* regression analysis. **Results** Single or multiple aneurysm ($P=0.001$), aneurysm shape ($P=0.002$), width of neck ($P<0.001$), aneurysm diameter ($P<0.001$), aneurysm width ($P<0.001$), AR ($P=0.014$), flow angle ($P<0.001$), dominance of the A1 segment ($P=0.023$) were significantly different between two groups. Multivariate *Logistic* regression analysis showed that width of neck ($OR=2.950$, $P=0.022$), AR ($OR=6.206$, $P=0.022$) and flow angle ($OR=1.121$, $P<0.001$) were independent predictive factors for the rupture of anterior communicating artery aneurysms. The ROC curve analysis showed the flow angle was 126.65° when the highest sensitivity and specificity were 76.1% and 88.5%. **Conclusion** Width of neck, AR and flow angle are independent predictive factors for the rupture of anterior communicating artery aneurysms, and flow angle is 126.65° may be the optimal threshold of rupture of the anterior communicating artery aneurysms.

[Key words] Anterior communicating artery; Aneurysm; Rupture; Tomography, X-ray computed; Angiography

DOI:10.13929/j.1003-3289.2016.07.003

基于 CTA 的破裂与未破裂前交通动脉瘤形态学参数对比

谭世芳, 吕发金*

(重庆医科大学附属第一医院放射科, 重庆 400016)

[摘要] **目的** 分析破裂与未破裂前交通动脉瘤的形态学特征, 探讨影响前交通动脉瘤破裂的形态学因素。 **方法** 回顾性分析诊断为前交通动脉瘤的 114 例患者共 114 个前交通动脉瘤的资料, 其中破裂组 88 个, 未破裂组 26 个。记录 CTA 图像中动脉瘤的形状、长径、单发或多发、瘤颈宽度、瘤体宽度、纵横比(AR)、动脉瘤倾斜角及血流夹角、大脑前动脉 A1 段血管构象和动脉瘤指向, 对以上因素进行单因素分析及 *Logistic* 回归分析。 **结果** 破裂组与未破裂组前交通动脉瘤单发/多发($P=0.001$)、动脉瘤形状($P=0.002$)、瘤颈宽度($P<0.001$)、长径($P<0.001$)、瘤体宽度($P<0.001$)、AR 值($P=0.014$)、血流夹角($P<0.001$)和单侧 A1 优势型发生率($P=0.023$)差异均有统计学意义。 *Logistic* 回归分析中, 瘤颈宽度($OR=2.950$, $P=0.022$)、AR($OR=6.206$, $P=0.022$)、血流夹角($OR=1.121$, $P<0.001$)是前交通动脉瘤破裂的

[基金项目] 国家临床重点专科建设项目(国卫办医函[2013]544号)、重庆市卫计委医学科研项目(2013-2-017)。

[第一作者] 谭世芳(1988—), 女, 河南漯河人, 硕士, 医师。研究方向: 颅内动脉瘤。E-mail: 156249352@qq.com

[通信作者] 吕发金, 重庆医科大学附属第一医院放射科, 400016。E-mail: 986570736@qq.com

[收稿日期] 2015-10-26 **[修回日期]** 2016-03-09

独立危险因素,对其均具有正向影响;ROC 曲线分析显示敏感度(76.1%)、特异度最大时(88.5%)对应血流夹角为 126.65°。结论 瘤颈宽度、AR 值和血流夹角是前交通动脉瘤破裂的独立危险因素,瘤颈越宽、AR 值越大、血流夹角越大前交通动脉瘤破裂风险越高,可将血流夹角=126.65°作为判断前交通动脉瘤破裂风险的临界值。

[关键词] 前交通动脉;动脉瘤;破裂;体层摄影术,X 线计算机;血管造影术

[中图分类号] R732.21; R814.42 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2016)07-1005-05

颅内动脉瘤是临床常见的脑血管疾病,人群患病率约 1%~3%^[1],且随着医学影像技术的发展,颅内动脉瘤的检出率逐步提高。目前,颅内动脉瘤破裂的相关形态学因素已得到较广泛认识^[2-4];如纵横比(aspect ratio, AR)、血流夹角等参数被认为较单纯依据动脉瘤大小诊断颅内动脉瘤破裂有更高的价值。有研究^[5]显示,与血管解剖相关的破裂参数因动脉瘤所在部位不同而异,因此区分不同部位的动脉瘤的亚组分析十分必要。前交通动脉瘤是颅内动脉瘤的常见类型,约占全部颅内动脉瘤的 1/4^[3]。前交通动脉复合体解剖结构复杂、血管变异多,也使此部位的动脉瘤存在一些独特的危险因素。本研究针对前交通动脉瘤进行研究,为临床预测其破裂风险、选择治疗方案提供帮助。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2013 年 9 月—2014 年 10 月在我院诊断为前交通动脉瘤的患者 114 例,共 114 个动脉瘤,其中男 60 例,女 54 例,年龄 30~76 岁,平均(54.9±10.6)岁。依据前交通动脉瘤是否破裂将患者分为两组,破裂组前交通动脉瘤 88 个,未破裂组前交通动脉瘤 26 个。患者一般情况见表 1。

纳入标准:①在本院接受头部或头颈部 CTA 诊断为前交通动脉瘤,并经 DSA 或手术确诊;②原始影像学资料完整。排除标准:①合并其他脑血管畸形;②外伤性动脉瘤;③梭形动脉瘤;④无法从现有资料判断前交通动脉瘤是否破裂。

1.2 仪器与方法 采用 GE Discovery CT750 HD CT 机,采用 VCTDSA 扫描模式和临床扫描方案^[6],头部以鞍上池层面、头颈部以第 4 颈椎椎体水平行同层动态扫描。VCTDSA 扫描参数:平扫管电压 80~100 kV,增强管电压 100~120 kV,管电流 250~450 mA,转速 0.4 s/rot,层厚 5 mm,螺距 0.531(头部)及 0.969(头颈部)。

1.3 图像分析 将数据传至 GE AW 4.6 工作站,采用 VR 及 MIP 对图像行三维重建,重建层厚 0.625 mm,层间距 0.625 mm。2 名有经验的放射科医师采用双盲法对图像进行后处理分析后取得一致意见,记录前交通动脉瘤的形状、长径、单发或多发、瘤颈宽度、瘤体宽度、AR 值、动脉瘤倾斜角及血流夹角、大脑前动脉 A1 段血管构象和动脉瘤指向(图 1~7)。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 21.0 统计分析软件。计

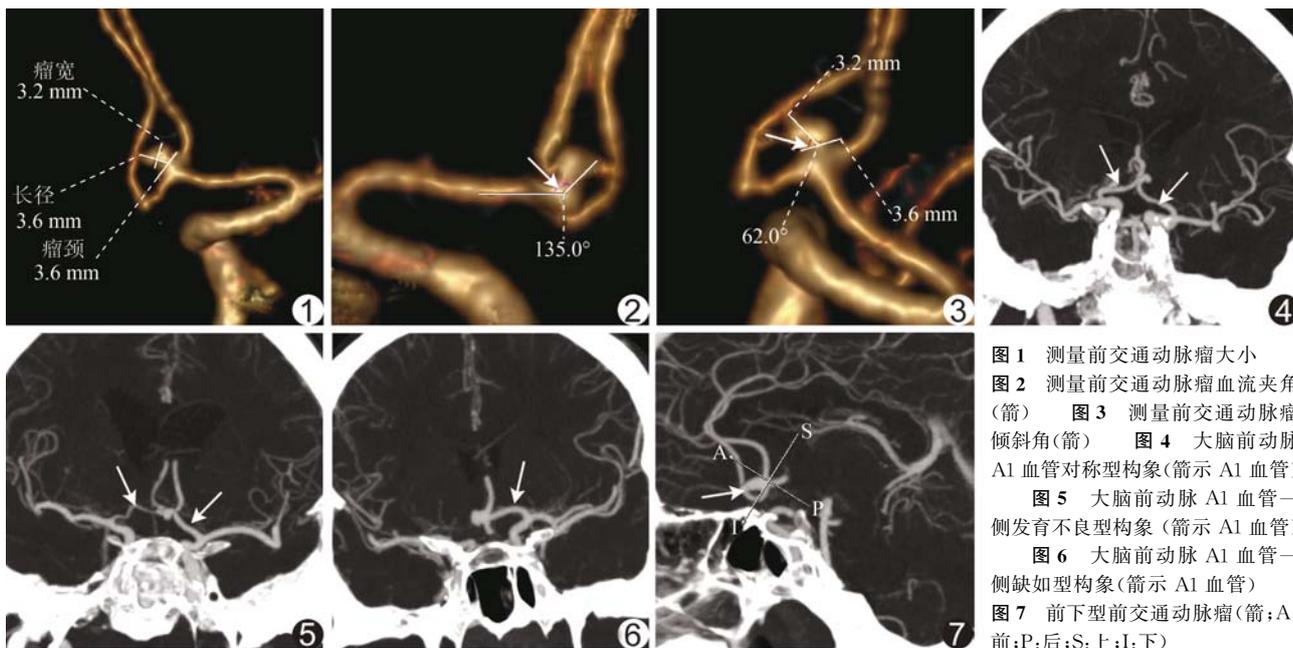


图 1 测量前交通动脉瘤大小
图 2 测量前交通动脉瘤血流夹角(箭)
图 3 测量前交通动脉瘤倾斜角(箭)
图 4 大脑前动脉 A1 血管对称型构象(箭示 A1 血管)
图 5 大脑前动脉 A1 血管一侧发育不良型构象(箭示 A1 血管)
图 6 大脑前动脉 A1 血管一侧缺如型构象(箭示 A1 血管)
图 7 前下型前交通动脉瘤(箭;A:前;P;后;S:上;I:下)

量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 K-S 检验进行正态性分析。符合正态分布的资料采用独立样本 t 检验,不符合正态分布的资料采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料比较采用 χ^2 检验;以单因素分析中差异有统计学意义的参数为自变量,前交通动脉瘤是否破裂为因变量行 Logistic 回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

患者一般情况及前交通动脉瘤形状、大小见表 1。两组患者性别、年龄、吸烟情况、有无高血压病史差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。未破裂组患者中多发动脉瘤所占比例(12/26, 46.15%)大于破裂组中多发动脉瘤所占比例(14/88, 15.91%),差异有统计学意义($P = 0.001$)。两组形状对比差异有统计学意义($P = 0.002$)。未破裂动脉瘤以囊状最多见,破裂动脉瘤以不规则形最多见。破裂组和未破裂组动脉瘤瘤颈宽度($P < 0.001$)、长径(4.81 ± 1.67 vs 3.37 ± 1.11, $P < 0.001$)、瘤体宽度($P < 0.001$)、AR 值($P = 0.014$)差异均有统计学意义;将长径分为 ≤ 3 mm、 $> 3 \sim 5$ mm、 > 5 mm 3 种情况,破裂率分别为 55.56%(10/18)、72.88%(43/59)、94.59%(35/37),差异有统计学意义($P = 0.003$)。

破裂组和未破裂组动脉瘤倾斜角分别为(76.65 ± 12.19)°、(78.80 ± 11.25)°,差异无统计学意义($t =$

0.804, $P = 0.423$);破裂组动脉瘤血流夹角 [(139.18 ± 16.86)°]明显大于未破裂组 [(112.99 ± 12.06)°; $t = -8.820, P < 0.001$]。血流夹角的 ROC 曲线下面积为 0.894 ($P < 0.001$),95% 可信区间为 0.834 ~ 0.953,最大敏感度和特异度分别为 76.1% 和 88.5%,此时对应的血流夹角为 126.65°,见图 8。

未破裂组患者以对称型 A1 多见,破裂组患者以单侧优势型 A1(不全型+缺如型)多见,两组患者单侧 A1 优势型发生率差异有统计学意义($P = 0.023$)。动脉瘤各指向差异无统计学意义,见表 2。

选入单因分析中差异有统计学意义的参数建立多元 Logistic 回归模型(表 3),最终瘤颈宽度(OR = 2.950, $P = 0.022$)、AR 值(OR = 6.206, $P = 0.022$)、血流夹角(OR = 1.121, $P < 0.001$)为前交通动脉瘤破裂的独立危险因素,三者均对前交通动脉瘤破裂具有正向影响作用。

3 讨论

目前,对颅内动脉瘤破裂风险预测中,一种是基于 CTA、MRA 或 DSA 影像资料的动脉瘤形态学特征的分析,另一种是运用 CFD 模型进行动脉瘤血流动力学特征的分析。本研究采用 CTA 检查以及易于测量或观察的动脉瘤形状、大小、血流夹角等形态学指标对前

表 1 两组患者一般情况及前交通动脉瘤形状、大小差异

组别	女/男 (例)	年龄 (岁)	吸烟 (有/无,例)	高血压 (有/无,例)	单发/多发 (例)	动脉瘤形状[个(%)]		
						囊状	锥状	不规则形
破裂组(n=88)	40/48	55.0 ± 10.2	56/32	49/39	74/14	21(23.86)	6(6.82)	61(69.32)
未破裂组(n=26)	14/12	54.5 ± 12.0	16/10	13/13	14/12	13(50.00)	5(19.23)	8(30.77)
t/χ^2 值	0.567	-0.223	0.038	0.261	10.428	12.729		
P 值	0.451	0.824	0.846	0.609	0.001	0.002		

组别	瘤颈宽度 (mm)	长径[个(%)]			瘤体宽度 (mm)	AR
		≤ 3 mm	$> 3 \sim 5$ mm	> 5 mm		
破裂组(n=88)	3.52 ± 0.96	10(11.36)	43(48.86)	35(39.77)	4.93 ± 2.14	1.41 ± 0.49
未破裂组(n=26)	2.81 ± 0.55	8(30.77)	16(61.54)	2(7.69)	3.33 ± 1.41	1.20 ± 0.33
t/χ^2 值	-4.779	11.774			-4.466	-2.517
P 值	<0.001	0.003			<0.001	0.014

表 2 两组患者血管构象及动脉瘤指向[个(%)]

组别	对称型	A1 血管构象			动脉瘤指向			
		发育不全型	缺如型	不全型+缺如型	前	后	上	下
破裂组(n=88)	26(29.55)	28(31.82)	34(38.64)	62(70.45)	58(65.91)	10(11.36)	31(35.23)	53(60.23)
未破裂组(n=26)	14(53.85)	4(15.38)	8(30.77)	12(46.15)	19(73.08)	3(11.54)	14(53.85)	11(42.31)
χ^2 值	5.204	2.684	0.534	5.204	0.567	-0.223	0.038	0.261
P 值	0.023	0.101	0.465	0.023	0.451	0.824	0.846	0.609

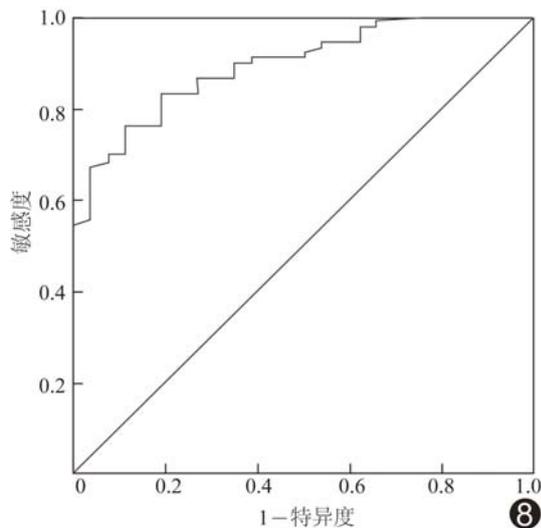


图 8 血流夹角 ROC 曲线

表 3 Logistic 回归分析模型结果

参数	β	P 值	OR 值	95%CI
瘤颈宽度	1.082	0.022	2.950	1.169~7.440
AR 值	1.826	0.022	6.206	1.305~29.520
血流夹角	0.115	<0.001	1.121	1.063~1.184

交通动脉瘤进行分析。

临床对于未破裂动脉瘤的评估主要依据瘤体长径和形状^[2,7],另外本研究显示前交通动脉瘤的瘤体宽度、瘤颈宽度、AR 值、血流夹角、A1 段血管构象等因素均对前交通动脉瘤破裂存在影响,且影响其破裂的独立危险因素为瘤颈宽度、AR 值和血流夹角,提示动脉瘤的破裂是一个受多种因素影响的复杂过程。目前临床对未破裂动脉瘤的风险评估尚存在较大局限性,还需结合更多的因素完善评估体系。

动脉瘤瘤颈可控制进入瘤内的血流量和影响动脉瘤整体形态,进而影响动脉瘤的稳定性。多数未区分动脉瘤部位的研究^[4,8]认为瘤颈越小,动脉瘤破裂风险越大。本研究中破裂组前交通动脉瘤瘤颈宽度显著大于未破裂组。分析原因首先考虑是由于前交通动脉瘤破裂率高,较小时即易破裂,所以本研究收集到的未破裂前交通动脉瘤多为微小动脉瘤,瘤颈宽度也较小。Matsukawa 等^[9]对前交通动脉瘤亚组的研究及 Elsharkawy 等^[10]对大脑中动脉瘤亚组的研究,均发现破裂组动脉瘤瘤颈大于未破裂组;提示瘤颈宽度对分叉处的动脉瘤可能有更复杂的影响。目前对于瘤颈宽度影响动脉瘤破裂的机制研究较少,笔者将进一步进行更大样本量的对比分析及瘤颈宽度对瘤内血流动力

学影响的研究。

AR 值结合了长径和瘤颈宽度两个指标,可更好地反映动脉瘤的整体几何特性,是预测动脉瘤破裂风险重要的参数。研究^[9,11-12]认为 AR 值越大,动脉瘤破裂的风险越高。本研究同样发现 AR 值增大是前交通动脉瘤破裂的独立危险因素。Yamaguchi 等^[13]提出可能因 AR 值增大易使动脉瘤内形成封闭的涡流,促使瘤内血小板血栓的形成,从而诱导瘤壁炎症反应,使瘤壁溶解破裂。

血流夹角结合动脉瘤与载瘤血管的几何关系,可反应周围环境对动脉瘤的影响。Baharoglu 等^[14]建立了 CFD 模型,发现角度的改变可影响进入瘤内的血流速度和血流对瘤壁的侧壁剪切力,从而影响动脉瘤的稳定性。但目前不同的对比分析结果不尽一致,本研究发现血流夹角是前交通动脉瘤破裂的另一个独立危险因素。ROC 曲线分析结果显示,血流夹角为 126.65°时,对应的敏感度和特异性最大,血流夹角 \geq 126.65°时前交通动脉瘤破裂率是 <126.65°时的 2.01 倍,提示 126.65°可作为前交通动脉瘤破裂的临界值。

颅内多发动脉瘤是否影响动脉瘤破裂尚存争议。Sonobe 等^[15]研究发现,多发动脉瘤是颅内动脉瘤破裂的危险因素。而有研究^[16]则指出多发动脉瘤患者只承受多个动脉瘤的累积破裂风险,每个动脉瘤的破裂风险不会增加。本研究发现未破裂组多发动脉瘤的比例高于破裂组,可能由于前交通动脉瘤破裂率高,降低了意外前交通动脉瘤的发现率,其他部位动脉瘤破裂成为患者接受检查、发现未破裂前交通动脉瘤的一个重要原因,导致未破裂组多发动脉瘤的发生率被高估。

本研究的不足:样本量较小,尤其未破裂组,可能导致抽样误差,因此还需进一步行大样本量、多中心的研究;为回顾性研究,未对患者进行随访,忽略了动脉瘤破裂前后可能发生的形态变化。

总之,瘤颈宽度、AR 值和血流夹角是前交通动脉瘤破裂的独立危险因素,瘤颈越宽、AR 值越大、血流夹角越大前交通动脉瘤破裂风险越高,可将血流夹角 = 126.65°作为判断前交通动脉瘤破裂风险的临界值。

[参考文献]

[1] Vlak MH, Algra A, Brandenburg R, et al. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol*, 2011, 10(7):626-636.
 [2] Lin N, Ho A, Charoenvimolphan N, et al. Analysis of morpho-

- logical parameters to differentiate rupture status in anterior communicating artery aneurysms. *PLoS One*, 2013, 8(11):e79635.
- [3] Castro MA, Putman CM, Sheridan MJ, et al. Hemodynamic patterns of anterior communicating artery aneurysms: A possible association with rupture. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2009, 30(2): 297-302.
- [4] You SH, Kong DS, Kim JS, et al. Characteristic features of unruptured intracranial aneurysms: Predictive risk factors for aneurysm rupture. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2010, 81(5): 479-484.
- [5] Inagawa T. Size of ruptured intracranial saccular aneurysms in patients in Izumo City, Japan. *World Neurosurg*, 2010, 73(2): 84-92.
- [6] 吕发金, 谢鹏, 罗天友, 等. 数字减影 CT 血管成像在蛛网膜下腔出血诊断中的价值. *中国医学影像技术*, 2007, 23(1): 45-48.
- [7] Mehan WA, Romero JM, Hirsch JA, et al. Unruptured intracranial aneurysms conservatively followed with serial CT angiography: Could morphology and growth predict rupture? *J Neurointerventional Surg*, 2014, 6(10): 761-766.
- [8] Rohde S, Lahmann K, Beck J, et al. Fourier analysis of intracranial aneurysms: Towards an objective and quantitative evaluation of the shape of aneurysms. *Neuroradiology*, 2005, 47(2): 121-126.
- [9] Matsukawa H, Uemura A, Fujii M, et al. Morphological and clinical risk factors for the rupture of anterior communicating artery aneurysms: Clinical article. *J Neurosurg*, 2013, 118(5): 978-983.
- [10] Elsharkawy A, Lehecka M, Nieme M, et al. Anatomic risk factors for middle cerebral artery aneurysm rupture: Computed tomography angiography study of 1009 consecutive patients. *Neurosurgery*, 2013, 73(5): 825-837.
- [11] Xiang J, Natarajan SK, Tremmel M, et al. Hemodynamic-morphologic discriminants for intracranial aneurysm rupture. *Stroke*, 2011, 42(1): 144-152.
- [12] Ryu CW, Kwon OK, Koh JS, et al. Analysis of aneurysm rupture in relation to the geometric indices: Aspect ratio, volume, and volume-to-neck ratio. *Neuroradiology*, 2011, 53(11): 883-889.
- [13] Yamaguchi R, Ujiie H, Haida S, et al. Velocity profile and wall shear stress of saccular aneurysms at the anterior communicating artery. *Heart and Vessels*, 2008, 23(1): 60-66.
- [14] Baharoglu MI, Schirmer CM, Hoit DA, et al. Aneurysm inflow-angle as a discriminant for rupture in sidewall cerebral aneurysms morphometric and computational fluid dynamic analysis. *Stroke*, 2010, 41(7): 1423-1430.
- [15] Sonobe M, Yamazaki T, Yonekura M, et al. Small unruptured intracranial aneurysm verification study: SUAVE study, Japan. *Stroke*, 2010, 41(9): 1969-1977.
- [16] UCAS Japan Investigators, Morita A, Kirino T, et al. The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. *N Engl J Med*, 2012, 366(26): 2474-2482.

《五官头颈病变 CT 与 MR 对比临床应用》已出版

由南昌大学第一附属医院龚洪翰教授、江西省肿瘤医院徐仁根主任医师、上海交通大学医学院附属苏州九龙医院沈海林教授任主编,人民卫生出版社出版的《五官头颈病变 CT 与 MR 对比临床应用》一书已出版,并在全国发行。本书采用 CT 与 MR 对比的方式进行撰写,对五官头颈部同一疾病,在同一时间、同一层面进行扫描的 CT 与 MR 所见进行对比,通过大量疾病的 CT 与 MR 图像对比,让读者更好地理解 CT 与 MR 两种不同成像技术在五官头颈病变应用的优势与限度。本书既适用于影像专业诊断人员,也适用于眼科、耳鼻咽喉-头颈外科及口腔科专业人员。

本书是龚洪翰教授任总主编的《CT 与 MR 对比临床应用系列丛书》的第五部,其他四部分分别为《颅脑病变 CT 与 MR 对比临床应用》、《胸部病变 CT 与 MR 对比临床应用》、《腹部病变 CT 与 MR 对比临床应用》及《骨骼肌肉病变 CT 与 MR 对比临床应用》。

《五官头颈病变 CT 与 MR 对比临床应用》一书为 16 开精装本,全书约 130 万字。定价 178 元,全国新华书店均有销售,也欢迎来函来电向我院购买,免费邮寄。联系人:徐珍珍;地址:南昌市永外正街 17 号,南昌大学第一附属医院;邮编:330006;联系电话:0791-88693825 或 88692582,传真:0791-88623153。邮箱:1059245012@qq.com。