

· 双能 CT 技术影像学专题 ·

双能量 CT 对脑动静脉畸形相关出血危险因素诊断价值

赵原, 谢坪

【摘要】 目的:探讨双能量 CT 在颅内动静脉畸形中的诊断价值。**方法:**回顾性分析 64 例颅内动静脉畸形(AVM)患者的双能量 CT 影像资料,结合患者的临床资料分析出血与非出血患者的双能量 CT 诊断结果的差异。采用 Cox 回归模型分析出血患者的相关危险因素。**结果:**单因素卡方分析表明脑 AVM 出血与其生长部位、大小、引流静脉类型、数目、供血动脉类型、是否合并动脉瘤相关(χ^2 值分别为 0.0746、10.397、7.729、8.592、7.801、6.178, $P < 0.05$)。利用 Cox 风险回归模型筛选相关危险因素为生长部位、引流静脉类型、是否合并动脉瘤,相对危险度分别为 1.418、4.106 和 5.398。**结论:**脑 AVM 出血密切相关的危险因素是 AVM 生长部位、引流静脉类型、是否合并动脉瘤。应用双能量 CT 在颅内动静脉畸形中诊断中具有较好的诊断价值。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 双能量技术; 动静脉畸形; 脑出血; 危险因素; 血管成像

【中图分类号】 R814.42; R743.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)12-1204-04

Diagnostic value of dual-energy CT in cerebral arteriovenous malformation ZHAO Yuan, XIE Ping. Department of Radiology, the People's Hospital of Sichuan Province, Chengdu 610072, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the value of dual-energy CT in diagnosis of cerebral arteriovenous malformation (cAVM). **Methods:** 64 cAVM case records were retrospectively reviewed. Referring to clinical information, a comparative analysis was made on images of dual-CT between the hemorrhage group and non-hemorrhage group. The relative risk factors of hemorrhage were analyzed with the Cox regression Model. **Results:** Univariate analysis suggested that independent risk factors included location of cAVM, size, the type and number of draining veins, the type of feeding arteries and whether complicated with aneurysms ($\chi^2 = 0.0746, 10.397, 7.729, 8.592, 7.801, 6.178$, respectively; $P < 0.05$). Multivariate analysis with the Cox-regression model suggested that location of cAVM, the type of draining veins and aneurysms were the risk factors, relative risk values were 1.418, 4.106 and 5.398. **Conclusion:** Dual-energy CT has very important diagnostic value for cAVM disease.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Dual-energy technology; Arteriovenous malformation; Cerebral hemorrhage; Risk factor; Angiography

脑动静脉畸形(cerebral arteriovenous malformations, cAVM)是一种脑局部血管数量和结构异常的先天性脑血管疾病,脑动静脉之间经瘘道直接沟通,是最常见的脑血管畸形。是青少年常见脑血管疾病,也是可导致颅内出血、脑神经功能障碍等严重并发症的一种致残致死性疾病^[1]。其临床发病以自发性脑出血为主要表现,45%~65%的 AVM 以出血为首发症状^[1-2]。影像学检查是诊断脑血管畸形的重要方法。临床上以 DSA 为诊断金标准,但因其风险大、成本高而难以被患者所接受,目前在临床上逐渐被 CTA 和 MRA 所取代。由于脑血管结构复杂、侧支小血管众多且相互交通,以及血管搏动、颅骨结构复杂等造成的伪影干扰为常规 CT 的诊断带来困难。双能量 CT 因其对不同组织的高分辨率及对血管、骨骼的直接减影功能等对脑血管疾病的诊断具有独特的优势。本研究

利用双能 CT 影像学诊断分析 cAVM 出血相关的危险因素,以探讨双能 CT 对 cAVM 的诊断价值。

材料与方法

1. 临床资料

搜集本院 2009 年—2012 年 64 例 cAVM 患者的病例资料,其中男 38 例,女 26 例,年龄 11~76 岁,平均 26.7 岁。所有患者均经数字减影血管造影确诊,其中 35 例颅内出血患者(脑内血肿蛛网膜下腔出血)经腰穿或头颅 CT 证实。其余患者主要表现为头痛、头晕、癫痫发作等症状。所有患者均签署书面知情同意书。

2. CTA 检查方案

使用 Siemens Somatom Definition 双源 CT 机。应用对比剂示踪法(bolus tracking),在升主动脉或颈动脉层面选择兴趣区监测 CT 值,当兴趣区 CT 值超过 50 HU 时,延迟 4 s 自动触发扫描,扫描方向为足至头。扫描参数:采用 Z 轴飞焦点技术,扫描范围为主

作者单位:610072 成都,四川省医学科学院四川省人民医院放射科

作者简介:赵原(1970—),男,四川人,副教授,主要从事临床影像学诊断和研究工作。

动脉弓上至头顶(2×32 i×0.16 mm)。机架旋转一周时间 330 ms,扫描时间 9~12 s,螺距 0.16;A 管球电压 140 kV、有效管电流 64 mA,B 管球电压 80 kV、有效管电流 272 mA;重建层厚 1.10 mm,重建间隔 0.17 mm;双源组合因子 0.3,卷积参数值 D30f。对比剂为优维显(Ultravist,Iopromide,370 mg I/mL),剂量 1.25 mL/kg,经肘静脉注入,后续 60 mL 生理盐水,注射速率 5.5 mL/s。然后采用自动触发技术,跟踪平面(PreMonitoring)定于下颌底水平左侧颈总动脉处。

3. 图像处理分析

应用心血管后处理软件(syngo circulation,Siemens)中的去骨及容积再现技术(VR)等后处理技术,另外选择 dual energy 软件,依据特殊算法在每个像素点上取不同比例混合来自球管 A 与球管 B 的数据,高 CT 值区域使用更多的 80 kV 数据以保留强化效果,而在低 CT 值区域使用更多的 140 kV 数据以减低噪声,从而提高信噪比(signal-to-noise ratio,SNR)。通过 CTA 图像判断畸形血管团的部位、数目、范围、供血动脉的分布及引流静脉的方向等。结合原始图像采用多平面重组(multi-planar reformation,MPR)、最大密度投影(maximum intensity projection,MIP)等后处理图像判断颅内出血情况。

4. 分析项目及统计学方法

纳入分析的可疑危险因素包括临床资料、年龄、性别等。CT 诊断资料按类型分为:AVM 的大小根据 Spetzler-Martin 分级法^[3]分为直径<3 cm、3~6 cm、>6 cm 三种;位置分为大脑皮质、深部(丘脑、基底节)、后颅窝;供应动脉数目分为单支供血及多支供血;引流静脉类型分为深静脉、浅静脉、混合引流;引流静脉形态分为正常、受损(狭窄、扩张);引流静脉支数以及是否合并动脉瘤等。建立 Cox 风险比例模型以筛选相关危险因素:其中生存时间(未破裂出血时间:患者第一次因出血或 AVM 就诊年龄)为 t,截尾指示变量为 d(无破裂出血史取值为 1,表示截尾)。该模型中纳入变量 α 为 0.05,排除标准 0.10。

结 果

1. CT 图像结果

双能量 CTA 可清楚呈现出网状迂曲扩张的强化畸形血管团以及其供血及引流血管,特别是瘤样血管的占位情况。结合 MPR、MIP 图可辨别血管内扩张及狭窄情况,对钙化及出血区域显示清晰,分辨率较高。

2. 出血危险因素单因素分析结果

采用单因素卡方分析筛选脑 AVM 出血危险相关危险因素,结果见表 1。有统计学意义的危险因素包

括生长部位、大小、引流静脉类型、引流静脉数量、供血动脉类型及是否合并动脉瘤($P<0.05$)。

表 1 出血相关影响因素单因素分析

指标	出血	非出血	χ^2	P 值
性别			0.105	0.746
男	22	12		
女	17	11		
部位			0.746	0.029
皮质层	9	13		
深部	14	5		
后颅窝	16	5		
大小			10.397	0.006
<3cm	31	9		
3~6cm	4	6		
>6cm	4	8		
引流静脉类型			7.279	0.026
浅部	25	10		
深部	10	4		
混合型	4	9		
引流静脉支数			8.925	0.012
1 支	30	9		
2 支	4	7		
≥3 支	5	7		
引流静脉类型			7.801	0.020
穿支	6	10		
皮层	25	7		
混合	8	6		
供血动脉数目			0.739	0.691
1 条	13	8		
2 条	14	6		
≥3 条	129			
是否合并动脉瘤			6.178	0.023
合并	17	3		
不合并	22	20		

3. 多因素分析结果

通过将单因素筛选出的危险因素纳入 Cox 比例风险回归模型后,进一步采用逐步回归分析法。经 SPSS 12.0 软件计算,结果见表 2。

表 2 出血相关因素 COX 回归多因素分析

影响因素	B	SE	Wald	P	Exp(B)
部位	0.349	0.174	4.014	0.045	1.418
引流静脉类型	1.412	0.603	5.478	0.019	4.106
合并动脉瘤	1.921	0.310	8.852	0.003	5.398

注:B 偏回归系数,SE 偏回归系数的标准误,Wald 总体偏回归系数,Exp(B) 相对危险度估计。

通过统计学分析,最后筛选出脑 AVM 的生长部位、引流静脉类型、是否合并动脉瘤为出血相关的危险因素($P<0.05$)。其中以是否合并动脉瘤对出血危险性影响最大,与未出现动脉瘤相比,其相对危险度达到 5.398 倍。

4. 各年龄段出血概率

以年龄为横坐标,出血率为纵坐标,采用生存曲线法绘制出血概率图(图 1)。本组研究结果显示,随着年龄的增加,出血概率呈曲折型上升,其中出血高发期分别为 15~25 岁、50~65 岁两个年龄段。

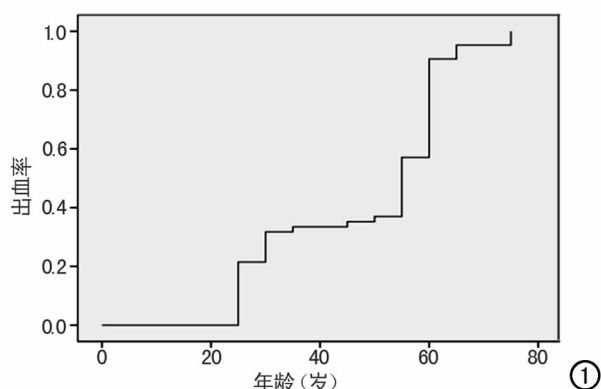


图 1 各年龄段 cAVM 出血概率曲线图。

讨论

cAVM 的早期发现并对其出血危险性进行预测,从而避免颅内出血等引起残疾甚至患者死亡等严重后果。但相关危险因素错综复杂,对其危险性的预测较为困难。其既与如患者年龄、遗传背景、行为生活方式等有关,还与畸形血管的解剖病理特点如部位、形态和构筑方式等有密切关系。一些研究者通过影像学对其解剖形态进行分析,从而提示某些突出的出血危险因素^[4]。

目前诊断本病的金标准是 DSA,但其属于有创检查,风险大,费用高,血管团内部结构有时显示不佳^[5]。CT 检查因风险较小且具有较高的敏感性,对出血钙化显示较为直观,对诊断 cAVM 具有较高的敏感性、特异性和准确性。随着临床上 CTA 的普及,CTA 有代替 DSA 检查的趋势。但传统的 CTA 检查因时间、密度分辨率较低,在血管结构复杂、搏动较快的情况下其清晰度及分辨率不足,因而降低了其诊断价值。本研究应用双能量 CT 扫描,根据组织化学组成不同导致对不同能量 X 线的吸收差异来分辨不同组织,达到去骨的效果;并且采用双能量软件提高信噪比明显提高组织区分度,为图像提供更多的细节。

由于颅骨的影响,常规头颈部 CTA 难以展现主动脉弓至 Willis 环的动脉全貌。常规手动去骨费时费力,效果不佳。应用双期去骨减影技术又存在图像匹配不准等问题。而在双能量扫描中两套球管同步扫描,避免了运动伪影的干扰,且使时间分辨率得到了提高^[6],一次成像能同时显示头颈部动脉,受血流速度影响小,假阳性率低。

因 cAVM 出血是导致青少年因脑血管疾病致死的重要原因之一^[7]。本研究采用寿命表法分析,也显示 15~25 岁为出血高发期之一,其出血概率为 25%,青少年出血可能与身体发育、体内激素水平变

化较大以及运动等因素有关。但在本次研究中发现出血的另一高发期为 50~65 岁,尤以 55~60 岁年龄段出现高发,其出血概率为 64%。中老年出血可能与高血压、动脉狭窄硬化有关,此特征与相关研究的结果相似^[8]。

目前,对 cAVM 出血相关危险因素的看法多不一致^[9]。本文在单因素分析中发现 AVM 的大小、部位、引流静脉数目、类型以及供血动脉类型均为危险因素。与性别、供血动脉数目无关。进一步纳入 Cox 模型分析后,显示只有部位、引流静脉类型、是否合并动脉瘤为相关危险因素。AVM 出血与部位密切相关,其中后颅窝>深部>皮质层,出血率分别为 76%、73%和 40%。深部与后颅窝供血多为椎动脉系及深部穿支,特别是脑中央动脉供血,此血管走行短、血管细、引流静脉少,血管团压力相对较高,易形成出血。而引流静脉与出血的关系,有研究认为以深部引流为主者往往有较高的出血风险^[10],可能与深部引流静脉起始部容易发生狭窄等因素有关。在本研究中合并动脉瘤是明显危险因素,可能与动脉瘤形成后,血管内膜损伤,引发动脉粥样硬化性炎症反应,引起血管狭窄,同时由于血管壁结构的破坏,血管压力不平衡,弹性较差,容易破裂出血。其它相关因素如引流静脉数目、供血动脉类型等在 Gross 等^[10]的研究中认为相关危险因素,而在本研究中显示其不具有统计学意义,因而未筛选入影响因素中,尚其原因可能与样本量有关,有待进一步研究。

总之,双能量 CTA 能准确评价脑 AVM 病灶内部血管结构,结合患者的临床特点进行分析,可为判别脑出血的风险性及患者的预后提供重要参考依据,对脑 cAVM 的诊断、治疗及预后具有非常重要的价值。

参考文献:

- [1] Söderman M, Andersson T, Karlsson B, et al. Management of patients with brain arteriovenous malformations[J]. Eur J Radiol, 2003, 46(3):195-205.
- [2] Hassler W, Hejazi N. Complications of angioma surgery——personal experience in 191 patients with cerebral angiomas[J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 1998, 38(Suppl):S238-S244.
- [3] Mansmann U, Meisel J, Brock M, et al. Factors associated with intracranial hemorrhage in cases of cerebral arteriovenous malformation[J]. Neurosurgery, 2000, 46(2):272-279.
- [4] 陈光忠, 李铁林, 姜晓丹, 等. 脑动静脉畸形的血管形态及空间构筑学研究[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2006, 32(2):142-145.
- [5] Willinsky RA, Taylor SM, TerBrugge K, et al. Neurologic complications of cerebral angiography: prospective analysis of 2899 procedures and review of the literature[J]. Radiology, 2003, 227(2):522-528.
- [6] 王莹, 薛华丹, 刘炜, 等. 双源 CT 头颈部双能量血管成像的图像质量和辐射剂量[J]. 中国医学科学院学报, 2012, 32(6):619-623.

[7] Stapf C, Mast H, Sciacca RR, et al. Predictors of hemorrhage in patients with untreated brain arteriovenous malformation[J]. Neurology, 2006, 66(9):1350-1355.

[8] Hofmeister C, Stapf C, Hartmann A, et al. Demographic, morphological, and clinical characteristics of 1289 patients with brain arteriovenous malformation[J], Stroke, 2000, 31(6):1307-1310.

[9] Laakso A, Hernesniemi J. Arteriovenous malformations; epidemiology and clinical presentation[J]. Neurosurg Clin N Am, 2012, 23(1):1-6.

[10] Tasic G, Jovanovic V, Djurovic B, et al. Natural course of the arteriovenous malformations of the brain initially presented by hemorrhage; analysis of a clinical series of 39 patients[J]. Turk Neurosurg, 2011, 21(3):280-289.

[11] Gross BA, Du R. Natural history of cerebral arteriovenous malformations; a meta-analysis[J]. J Neurosurg, 2013, 118(2):437-443.

(收稿日期:2013-10-20 修回日期:2013-11-15)

本刊可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字,节省篇幅,使文章精炼易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列),以后本刊在论文中将对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

- ADC (apparent diffusion coefficient):表观扩散系数
- ALT:丙氨酸转氨酶;AST:天冬氨酸转氨酶
- BF (blood flow):血流量
- BOLD (blood oxygenation level dependent):血氧水平依赖
- BV (blood volume):血容量
- b:扩散梯度因子
- CAG (coronary angiography):冠状动脉造影
- CPR (curve planar reformation):曲面重组
- CR(computed radiography):计算机 X 线摄影术
- CT (computed tomography):计算机体层成像
- CTA (computed tomography angiography):CT 血管成像
- CTPI(CT perfusion imaging):CT 灌注成像
- DICOM (digital imaging and communication in medicine):医学数字成像和传输
- DR(digital radiography):数字化 X 线摄影术
- DSA (digital subtraction angiography):数字减影血管造影
- DWI (diffusion weighted imaging):扩散加权成像
- DTI (diffusion tensor imaging):扩散张量成像
- ECG (electrocardiography):心电图
- EPI (echo planar imaging):回波平面成像
- ERCP(endoscopic retrograde cholangiopancreatography):经内镜逆行胰胆管造影术
- ETL (echo train length):回波链长度
- FLAIR (fluid attenuation inversion recovery):快速小角度激发反转恢复
- FLASH (fast low angel shot):快速小角度激发
- FOV (field of view):视野
- FSE (fast spin echo):快速自旋回波
- fMRI (functional magnetic resonance imaging):功能磁共振成像
- IR (inversion recovery):反转恢复
- Gd-DTPA:钆喷替酸葡甲胺
- GRE (gradient echo):梯度回波
- HE 染色:苏木素-伊红染色
- HRCT(high resolution CT):高分辨率 CT
- MPR (multi-planar reformation):多平面重组

- MIP (maximum intensity projection):最大密(强)度投影
- MinIP (minimum intensity projection):最小密(强)度投影
- MRA (magnetic resonance angiography):磁共振血管成像
- MRI (magnetic resonance imaging):磁共振成像
- MRS (magnetic resonance spectroscopy):磁共振波谱学
- MRCP(magnetic resonance cholangiopancreatography):磁共振胰胆管成像
- MSCT (multi-slice spiral CT):多层螺旋 CT
- MTT (mean transit time):平均通过时间
- NEX (number of excitation):激励次数
- PACS (picture archiving and communication system):图像存储与传输系统
- PC (phase contrast):相位对比法
- PET (positron emission tomography):正电子发射计算机体层成像
- PS (surface permeability):表面通透性
- ROC 曲线(receiver operating characteristic curve):受试者操作特征曲线
- SPECT (single photon emission computed tomography):单光子发射计算机体层摄影术
- PWI (perfusion weighted imaging):灌注加权成像
- ROI (region of interest):兴趣区
- SE (spin echo):自旋回波
- STIR(short time inversion recovery):短时反转恢复
- TACE(transcatheter arterial chemoembolization):经导管动脉化疗栓塞术
- T₁ WI (T₁ weighted image):T₁ 加权像
- T₂ WI (T₂ weighted image):T₂ 加权像
- TE (time of echo):回波时间
- TI (time of inversion):反转时间
- TR (time of repetition):重复时间
- TOF (time of flight):时间飞跃法
- TSE (turbo spin echo):快速自旋回波
- VR (volume rendering):容积再现
- WHO (World Health Organization):世界卫生组织
- NAA(N-acetylaspartate):N-乙酰天门冬氨酸
- Cho(choline):胆碱
- Cr(creatine):肌酸