doi:10.11659/jjssx.10E024036

·临床研究·

多层螺旋CT血管造影成像在颅脑动脉瘤诊断中的应用及影像特点分析

严吉来[1,2],杨 春[1,2] (1.南京医科大学第一附属医院放射科,江苏 南京 210029;2.江苏省卫生健康发展研究中心,江苏 南京 210000)

[摘 要] **目的** 探讨多层螺旋CT血管造影成像(MSCTA)在颅脑动脉瘤(CA)诊断中的应用,并对其影像特点进行分析。**方法** 选取南京医科大学第一附属医院收治的180例疑似CA患者作为研究对象,所有患者依次接受颅脑数字减影血管造影(DSA)、MSCTA检查。以DSA检查结果为金标准,评价MSCTA诊断CA的一致性,对CA分布的诊断符合率、瘤体最大直径及瘤颈最大宽度进行比较。**结果** 180例疑似CA患者,经DSA检查诊断CA 174例,共检出240个动脉瘤;MSCTA检查诊断CA 168例,共检出207个动脉瘤。以DSA检查结果为金标准,MSCTA检查诊断CA的敏感度为96.55%,特异度为100%,准确度为96.67%,*Kappa*值为0.651,诊断的一致性好。经MSCTA诊断的分布于颈内动脉、椎基底动脉、大脑中动脉、颈内动脉床突、颈内动脉海绵窦段、前交通动脉和后交通动脉的CA符合率分别为81.82%、83.33%、85.71%、87.50%、86.67%、90.00%和90.00%,总体诊断符合率为86.25%。MSCTA与DSA检查所得的瘤体最大直径、瘤颈最大宽度比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** MSCTA对CA具有较好的诊断价值,与DSA的诊断一致性较高,可在临床推广使用。

[关键词]颅脑动脉瘤;多层螺旋CT血管造影成像;数字减影血管造影;诊断价值;影像特点
[中图分类号]R739.4 [文献标志码]A [收稿日期]2024-10-12

Application and imaging characteristics of multi-slice CT angiography in the diagnosis of cerebral aneurysm

YAN Ji-lai[1,2], YANG Chun[1,2] (1.Department of Radiology, First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing Jiangsu 210029, China; 2.Jiangsu Provincial Health Development Research Center, Nanjing Jiangsu 210000, China)

Abstract: Objective To explore the application of multi-slice CT angiography (MSCTA) in the diagnosis of cerebral aneurysm (CA), and to analyze its imaging characteristics. **Methods** A total of 180 patients with suspected CA in the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University were enrolled, and all these patients underwent digital subtraction angiography (DSA) and MSCTA. Taking DSA results as the golden standard, the consistency of MSCTA in the diagnosis of CA was evaluated. The diagnostic coincidence rate of CA distribution, the maximum diameter of tumors and maximum width of tumor neck by the two methods were compared. **Results** In the 180 patients with suspected CA, DSA showed that there were 174 confirmed cases, including 240 aneurysms, while MSCTA showed that there were 168 confirmed cases, including 207 aneurysms. Taking DSA results as the golden standard, the sensitivity, specificity, accuracy and *Kappa* value of MSCTA in the diagnosis of CA were 96.55%, 100%, 96.67% and 0.651 respectively, showing good diagnostic consistency. The diagnostic coincidence rates of CA distributed in the internal carotid artery, vertebrobasilar artery, middle cerebral artery, clinoid process of internal carotid artery, cavernous sinus segment of internal carotid artery, anterior communicating artery and posterior communicating artery diagnosed by MSCTA were 81.82%, 83.33%, 85.71%, 87.50%, 86.67%, 90.00% and 90.00%, and the overall diagnostic coincidence rate was 86.25%. There was no significant difference in the maximum diameter of tumors or maximum width of tumor neck between MSCTA and DSA ($P>0.05$). **Conclusion** The diagnostic value of MSCTA for CA is good, whihc has high diagnostic consistency with DSA and can be widely used in clinic.

Keywords: cerebral aneurysm; multi-slice CT angiography; digital subtraction angiography; diagnostic value; imaging characteristics

颅脑动脉瘤(cerebral aneurysm, CA)是颅内动脉管壁的异常囊状膨出和扩张,是引发多种脑血管意外的重要影响因素,严重威胁患者生命安全[1]。相关研究显示,CA好发于脑底动脉环前半部,患者主要临床表现为突发剧烈头痛、频繁呕吐和发热等,严重时可出现颈强直和意识障碍,对患者生命安全构成严重威胁[2]。因此,选取简便可靠的检查方法对CA进行早期识别并积极予以外科处理,是改善患者临床预后和生存质量的关键。数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)可将微导管经动脉插管,利用动脉显影药物对脑部病变进行定位和定性诊断,但该技术为有创性操作,存在操作流程复杂、射线剂量大及重复性差等缺点,限制了其临床推广应用[3]。多层螺旋

[基金项目]江苏省卫生健康发展研究中心2023年度开放课题(JSHD202320)

[通信作者]杨 春,E-mail:yangchun277@163.com

CT血管造影成像(multi-slice CT angiography, MSCTA)具有无创和高时空分辨率等优势,在血管形态、血管性疾病及病变与血管间关系评价中具有重要价值[4]。另有研究显示,MSCTA可通过三维重建模拟不同观察角度的血管图像,一次扫描即可显示动脉全程,在头颈部动脉变异研究中展现出较大潜力,但在某些情况下可能难以达到与DSA类似的诊断准确度,导致其临床应用受限[5]。目前临床尚未就MSCTA对CA的诊断价值达成共识,故本研究主要探讨MSCTA在CA诊断中的应用,并对其影像特点进行分析,以期为CA的临床无创性诊断决策提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取2020年4月至2024年4月南京医科大学第一附属医院收治的180例疑似CA患者作为研究对象,年龄40~60岁,平均(50.16±4.23)岁;男64例,女116例。纳入标准:入院时存在高度疑似CA的症状[6],包含出血症状(恶心、呕吐、头晕等)、局灶症状(神经麻痹)、迟发性缺血障碍、癫痫和脑积水等;未破裂动脉瘤;患者意识清楚;入院后依次接受颅脑DSA、MSCTA检查,且图像质量良好;临床资料完整。排除标准:合并肾功能不全;合并颅内大范围出血;合并出血性脑血管疾病、高血压性脑出血、硬脑膜外及硬脑膜下出血;合并其他恶性肿瘤。本研究经南京医科大学第一附属医院医学伦理委员会审批通过(批准号:2023-SRFA-544)。

1.2 检查方法

DSA检查:股静脉行Sedinger穿刺置管,以低分子肝素依诺肝素钠注射液[南京健友生化制药股份有限公司,0.4 mL:40 mg(4 000 IU)×10支]按1 mg/kg剂量皮下注射进行抗凝处理。按0.2 mL/kg剂量向双侧颈内动脉和椎动脉推注钆喷酸葡胺,颈内动脉和椎动脉系统造影剂总量分别为18 mL和16 mL,体质量100 kg以上者通常调整至20 mL以提供造影诊断所需剂量,推注速度为3 mL/min,总压力限度为300 psi。选择荷兰U-NIQ FD20 Philips血管造影仪,分辨率0.32 mm×0.32 mm,40帧/秒,扫描获取数据传至工作站处理,测量动脉瘤瘤颈最大宽度、瘤体最大直径。采用数值模拟方法计算血流作用于血管壁的动力学效应,获得壁面剪切应力(wall shear stress, WSS)、振荡剪切指数(oscillatory shear index, OSI)和低壁面剪切应力面积比值(low wall shear stress, LSA)等血流动力学参数。

MSCTA检查:DSA检查结束后4 h,选择德国Siemens 64排128层螺旋CT扫描仪,肘静脉预置18号留置针管接入高压注射针,从颅底至颅顶进行扫描。电压100~120 kV、电流450~500 mA、螺距1.2、层厚0.625 mm,球馆旋转时间0.40 s,准直128 mm×0.6 mm,根据患者体型和扫描部位调整,以获得最佳图像质量并尽可能减少辐射剂量。肘静脉处以4.5~5.0 mL/s速率注入70 mL钆喷酸葡胺,随后同等速率注射300 mL生理盐水,追踪颈动脉靶向血管达预定阈值后进行扫描,图像传至工作站进行后期处理,测量动脉瘤瘤颈最大宽度、瘤体最大直径。分析MSCTA影像特点,以DSA检查结果为金标准,评价MSCTA诊断CA的一致性[7]。

1.3 图像分析及判定标准

由2名放射科具有5年及以上诊断经验的主治及以上职称医师以双盲法独立读片,发放影像图像前隐藏患者身份信息,且不交代影像资料的特定目的,以确保双盲法的有效性,意见不一致时协商解决。CA判定标准:DSA或MSCTA见颅内动脉分叉部出现囊袋状凸起,瘤体形态呈球形、葫芦形、漏斗形和梭形等,瘤体直径在3 cm内[8]。

1.4 统计学方法

以SPSS 22.0软件分析数据,计量资料(CA瘤体最大直径和瘤颈最大宽度等)以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,差异比较采用t检验;采用*Kappa*分析MSCTA与DSA检查诊断CA的一致性;$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MSCTA与DSA检查诊断CA的一致性分析

180例疑似CA患者,经DSA检查诊断CA 174例,共检出240个动脉瘤;经MSCTA检查诊断CA 168例,共检出207个动脉瘤。以DSA检查结果为金标准,MSCTA检查诊断CA的敏感度为96.55%(168/174),特异度为100%(6/6),准确度为96.67%(174/180),阳性预测值为100%(168/168),阴性预测值为50.00%(6/12),*Kappa*值为0.651,诊断的一致性好。

2.2 MSCTA与DSA检查对CA分布的诊断符合率

以DSA为金标准,经MSCTA诊断的分布于颈内动脉、椎基底动脉、大脑中动脉、颈内动脉床突、颈内动脉海绵窦段、前交通动脉和后交通动脉的CA符合率分别为81.82%、83.33%、85.71%、87.50%、86.67%、90.00%和90.00%,总体诊断符合率为86.25%,见表1。

2.3 MSCTA与DSA检查CA的影像特点分析

CA的MSCTA检查影像学特征表现为可见位于动脉走行区的圆形、分叶状或囊状病灶,可清晰显示完

表1 MSCTA与DSA检查对CA分布的诊断符合情况

部位	MSCTA检出瘤体(个)	DSA检出瘤体(个)	诊断符合率(%)
颈内动脉	27	33	81.82
椎基底动脉	30	36	83.33
大脑中动脉	36	42	85.71
颈内动脉床突	21	24	87.50
颈内动脉海绵窦段	39	45	86.67
前交通动脉	27	30	90.00
后交通动脉	27	30	90.00
合计	207	240	86.25

整的椎基底动脉及颈内动脉最大直径、宽度。CA的DSA检查特征表现为粗大、迂曲的供血动脉,存在畸形团,早显粗大的回流静脉,并可获取动脉瘤血流动力学参数,WSS为(0.73±0.15),OSI为(0.02±0.01),LSA为(2.58±0.45),表现为动态血流异常情况。两种方法检查所得的瘤体最大直径与瘤颈最大宽度比较,差异均无统计学意义(P>0.05),见表2。

表2 两种方法检查瘤体最大直径和瘤颈最大宽度比较($\bar{x}\pm s$)

检查方法	瘤体个数	瘤体最大直径(mm)	瘤颈最大宽度(mm)
MSCTA检查	207	7.51±1.19	3.60±0.68
DSA检查	240	7.36±0.85	3.53±0.54
t		1.548	1.212
P		0.122	0.226

3 讨论

CA是由颅内动脉管壁先天性缺陷或腔内压力升高等因素导致血管壁结构或弹性异常引起的颅内动脉或脑血管壁异常扩张,患者可出现突发剧烈头痛、视物模糊和麻木等症状,严重威胁其生命安全[9]。DSA可通过多投射角度和选择性动脉造影清晰呈现CA的瘤体形态及周围血管状况,但该方法为有创性操作,且存在一定剂量X射线辐射的局限[10]。MSCTA是利用螺旋CT快速扫描技术于短时间内通过静脉注射造影剂完成横断面扫描的非创伤性血管造影术,可清晰显示动静脉血管畸形和血管瘤等血管性疾病,是颅内血管疾病的重要非创伤性筛查方法[11]。本研究主要探讨MSCTA在CA诊断中的应用,并对其影像特点进行分析。

本研究结果显示,以DSA检查为金标准,MSCTA检查诊断CA的敏感度为96.55%,特异度为100%,准确度为96.67%,阳性预测值为100%,阴性预测值为50.00%,*Kappa*值达到0.651,这与胡涛[12]的研究结果基本一致,证实了MSCTA与金标准DSA对CA的诊断一致性较好,提示临床或许可将其代替传统DSA检查用于临床CA诊断。中膜缺损理论认为:颅内动脉分叉处先天性中膜缺损是CA形成的基础,属于脑血管畸形范畴,可由血管壁内膜压力升高引起脑动脉局部异常水泡样扩张。研究发现,部分CA患者极易在无预警情况下出现瘤体破裂并诱发脑出血,表现为突然发生的剧烈头痛、呕吐、抽搐和意识不清等症状,是造成中风、昏迷和死亡的重要原因[13]。DSA具有高时空分辨率,是目前临床公认的CA诊断金标准,在争取抢救时间方面具有优势。DSA成像原理为将对比剂注入动脉,在X射线下使血管腔显影,从而观察记录含对比剂血液流动情况及血管充盈情况,该方法可在消除骨骼和软组织影响后利用计算机处理数字化影像信息达到减影效果。但DSA检查也存在一定缺陷,其有创性操作可能引起穿刺部位血肿、动静脉瘘或动脉夹层等并发症,易增加血管痉挛或动脉瘤破裂等风险。此外,DSA辐射剂量较高,且费用相对昂贵,导致其临床推广应用受到一定限制[14]。本研究发现,CA的MSCTA检查影像学特征表现为可见位于动脉走行区的圆形、分叶状或囊状病灶,可清晰显示完整的椎基底动脉及颈内动脉。MSCTA是通过快速注入水溶性碘对比剂,在靶血管充盈高峰期采集多层螺旋CT靶血管快速断层数据重建并立体呈现血管影像的微创性血管造影术,可清晰反映血管形态、血管性疾病及颅内血管空间位置[15]。随着脑血管疾病影像诊断技术的快速发展,MSCTA在CA的检出和随访中取得了较好的应用效果。但在临床实际应用中,尽管本研究选用安全性较高的钆喷酸葡胺作为对比剂,个别患者大量快速注射后仍可能出现恶心、呕吐、味觉异常或过敏反应等全身性副作用。因此,临床应用时应根据具体情况调整对比剂剂量,使用对比剂后应留置观察30 min,并嘱患者大量饮水加速排泄,必要时给予肾上腺素0.3~0.5 mg皮下注射,严重者即刻通知有关科室或急症室参与抢救。值得注意的是,本研究发现MSCTA检查中仍有6例误诊漏诊病例,其原因可能与影像检查操作者临床经验不足以及受颅底结构影响导致图像分割出现重叠扭曲等有关,提示临床应加强相关操作人员的培训,增强其对颅内血管解剖结构的认知掌握程度,以减少主观因素引起的漏诊或误诊。

本研究以DSA为金标准,经MSCTA诊断的分布于颈内动脉、椎基底动脉、大脑中动脉、颈内动脉床突、颈内动脉海绵窦段、前交通动脉和后交通动脉的CA符合率分别为81.82%、83.33%、85.71%、87.50%、86.67%、90.00%和90.00%,总体诊断符合率为86.25%。该结果与刘艺超等[16]的研究结果类似,说明MSCTA检查对CA的分布情况与DSA检查具有较高的诊断符合率,提示MSCTA对CA患者动脉瘤分布具有较好的诊断效能。既往研究显示,CA通常以单发为

主,多发生于易受血流冲击的颅底动脉主要分支,以交通动脉、大脑中动脉和椎基底动脉较为常见,多发瘤则常位于两侧相同动脉,表现为多囊性动脉瘤。在瘤体位置上,椎基底动脉、后交通动脉等后循环动脉瘤的破裂风险最高,其次为大脑中动脉和前交通动脉等前循环动脉瘤,颈内动脉瘤破裂风险相对最小,故CA位置分布的准确诊断对降低动脉瘤破裂出血致死风险极为重要。DSA检查中CA图像显示为动脉壁异常隆起,可显示瘤体大小、数量和形态,通常需2个或以上的角度进行确认,可能存在因周边组织空间关系导致观察角度受限、图像不清的现象。而MSCTA可实时观察瘤体形态、大小和血管通畅性,其通过高浓度造影剂采集可获取有利于清晰观察微小病灶的高质量图像,在判断瘤体大小、数量和形态方面具有较好的诊断价值[17]。本研究结果显示,MSCTA与DSA检查CA瘤体最大直径和瘤颈最大宽度均无统计学差异,说明MSCTA对CA患者瘤体大小的诊断是值得认可的。CA大小与破裂风险密切相关,其中直径10 mm以上的瘤体极易出现破裂出血,需采用有效检查手段予以准确检测。MSCTA以轴位CT增强扫描三维重建图像显示颅内血管病变的大小,可全面展现椎动脉系和颈内动脉系病变,与传统DSA血管检查对CA瘤体大小及位置的诊断基本吻合,在CA筛查中具有较高的应用价值。具体分析,MSCTA可通过CAD系统提取动脉瘤的形态学特征、构建自动识别动脉瘤的学习模型、自动测量动脉瘤的大小和辅助诊断等形式,提高CA特征的识别和测量的准确性,为临床诊断和治疗提供有力支持。需要注意的是,MSCTA检查对CA的诊断准确性较易受影像科工作人员对CA血管解剖学知识掌握程度、操作习惯、操作熟练程度及仪器容积效应等主客观因素的影响,导致在临床实际应用中出现误诊漏诊现象,这也提示临床应加强操作人员的培训,注意定期校验仪器,以减少误诊漏诊的发生。此外,MSCTA检查中肘静脉快速注入水溶性碘对比剂可能影响患者肾功能,临床需严格注意避免应用于肾功能不全或者有其他对比剂使用禁忌的患者。

综上所述,CA的MSCTA检查影像学特征表现可见位于动脉走行区的圆形、分叶状或囊状病灶,可清晰显示完整的椎基底动脉及颈内动脉。MSCTA对CA具有较好的诊断效果,在CA的分布及大小诊断中均具有较好的应用价值,与DSA的诊断一致性较高,值得临床推广。

[参考文献]

[1] Umana GE, Spitaleri A, Fricia M, et al. Diffuse cerebral angiomatosis associated to basilar apex aneurysm[J]. Br J Neurosurg, 2023, 37(5): 1215-1219. doi:10.1080/02688697.2020.1836324.

[2] 李 玲,陈子瑶,邱 晶. 多感官促醒在动脉瘤性蛛网膜下腔出血急性期认知功能障碍患者中的应用效果[J]. 护理实践与研究, 2022,19(6):862-865. doi:10.3969/j.issn.1672-9676.2022.06.017.

[3] 彭 东,唐 兴,何承勇,等. MSCT与三维DSA重建成像在诊断颈内动脉瘤构型中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(1):38-40. doi:10.3969/j.issn.1672-5131.2020.01.013.

[4] Heit JJ, Honce JM, Yedavalli VS, et al. RAPID aneurysm: artificial intelligence for unruptured cerebral aneurysm detection on CT angiography[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2022, 31(10): 1066-1067. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2022.106690.

[5] 邓喜青,王 炜,李一辉,等. 双源双能量CTA与DSA测量颅内动脉瘤几何参数Bland-Altman一致性分析[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(12): 2024-2027. doi: 10.3969/j.issn.1002-1671.2020.12.034.

[6] 中国医师协会神经介入专业委员会,中国颅内动脉瘤计划研究组,张鸿祺,等. 中国颅内破裂动脉瘤诊疗指南2021[J]. 中国脑血管病杂志, 2021, 18(8): 546-574. doi: 10.3969/j.issn.1672-5921.2021.08.007.

[7] 郭云飞,王新文,杨 婷,等. MSCTA三维重建诊断颅内动脉瘤与DSA的一致性研究[J]. 中国CT和MRI杂志,2020,18(4):1-3. doi: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.04.001.

[8] 房凌宇,刘祥龙,李 燕. 多层螺旋CT血管造影对颅内动脉瘤患者的诊断价值[J]. 实用癌症杂志, 2023, 38(10): 1729-1732. doi: 10.3969/j.issn.1001-5930.2023.10.038.

[9] Liu Y, Guo G, Lin Z, et al. Occlusion of the anterior cerebral artery mimicking a cerebral aneurysm: clinical presentation and literature review[J]. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg, 2022, 83(6): 606-610. doi:10.1055/s-0040-1722272.

[10] Zeynal M, Yalcin A. Before emergency aneurysm surgery, CTA or DSA? A single center experience[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2023, 27(4): 1522-1527. doi:10.26355/eurrev_202302_31393.

[11] Yang G, Yan C, Zhang M, et al. Application effect of multi-slice spiral CT angiography combined with MRI in the diagnosis of cerebral aneurysm[J]. Biotechnol Genet Eng Rev, 2024, 40(3): 2982-2995. doi:10.1080/02648725.2023.2202995.

[12] 胡 涛. 多层螺旋CT血管成像技术对颅脑动脉瘤诊断及误诊漏诊分析[J]. 山西医药杂志, 2022, 51(21): 2428-2431. doi: 10.3969/j.issn.0253-9926.2022.21.008.

[13] 高 杰,黄贤键,苏高健,等. 颅脑创伤性蛛网膜下腔出血合并动脉瘤的诊治分析[J]. 中华神经外科杂志,2024,40(5):450-454. doi:10.3760/cma.j.cn112050-20231116-00169.

[14] 朱君孺,陈宏山. CTA与DSA在颅内动脉瘤诊断中的对比研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(5): 43-45. doi: 10.3969/j.issn.1672-5131.2022.05.015.

[15] 武玉良,朱玉英,赵孟德,等. CTA与DSA诊断颅内动脉瘤的临床应用分析[J]. 医学影像学杂志,2022,32(5):858-860.

[16] 刘艺超,修良昌,王 超,等. 三维CT血管成像对颅内动脉瘤的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(11): 31-33. doi: 10.3969/j.issn.1672-5131.2023.11.010.

[17] 王大伟,潘 博,顾晓艳,等. CTA与DSA诊断脑动脉瘤的临床应用分析[J]. 医学影像学杂志,2020,30(8):1504-1507.

(编辑:魏 源)