

· 临床研究 ·

[文章编号] 1007-3949(2017)25-06-0614-04

单能量⁺技术在颈部动脉夹层直接征象评估中的运用

李勇, 刘渊, 张涛, 宋静, 占玲

(宁夏回族自治区人民医院放射科, 宁夏银川市 750021)

[关键词] 颈部动脉夹层; 双能量CT; 体层摄影术; 单能谱成像

[摘要] **目的** 探讨单能量⁺(Monoenergetic⁺)后处理技术对颈部动脉夹层直接征象的显示价值。**方法** 收集经CT动脉血管造影(CACTA)和数字减影血管造影(CADSA)证实的颈动脉夹层43例。行双能量CT非增强成像(DENECT)扫描获得数据,使用单能量⁺技术处理。DENECT对颈部动脉夹层直接征象的显示率采用 χ^2 检验;其敏感性、特异性、准确性、阳性预测值、阴性预测值采用kappa检验。**结果** 收集的43例病例累及51条血管、51个部位。43例单能量⁺技术处理的NECT图像,16例明确显示动脉夹层直接征象,27例未明确。DENECT动脉夹层直接征象的显示明显优于CADSA ($P<0.05$);DENECT与CACTA比较,除椎动脉夹层显示CACTA优于DENECT外 ($P<0.05$),颈动脉、椎颈动脉共同罹患显示无明显差异 ($P>0.05$),且阳性预测值和阴性预测值分别达到61%以上,准确性达到66%以上。**结论** 单能量⁺技术为动脉夹层的急诊筛查提供了新方法。

[中图分类号] R814.42

[文献标识码] A

Monoenergetic⁺ technology in the use of assessing direct signs of cervical artery inter-layer

Li Yong, LIU Yuan, ZHANG Tao, SONG Jing, ZHAN Ling

(Department of Radiology, the People's Hospital of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

[KEY WORDS] Cervical artery interlayer; Dual energy CT; Tomography; Single energy imaging

[ABSTRACT] **Aim** To discuss the display value of the direct conformation of the cervical artery interlayer with the technique of monoenergetic⁺. **Methods** 43 cases of cervical artery interlayer, confirmed by CT angiography (CTA) and/or digital subtraction angiography (DSA), were collected. The dual energy CT non-enhanced imaging (DENECT) scan obtains data, using monoenergetic⁺ technique. DENECT uses χ^2 to display the rate of the direct image of the cervical artery. Its sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value were tested by kappa. **Results** There were 43 cases confirmed by CTA and/or DSA, with 51 sites of 51 vessels. Among 43 cases of NECT images processed by monoenergetic⁺ technique, 16 cases clearly showed direct signs of the cervical artery interlayer and 27 were not clear. NECT showed significantly better than DSA ($P<0.05$) for the direct signs of the cervical artery interlayer. CTA showed better than DENECT for the display of vertebral artery interlayer ($P<0.05$), while DENECT showed no significant difference from CTA for the display of carotid and vertebral carotid artery ($P>0.05$), which positive predictive value and negative predictive value reached more than 61%, with the accuracy of 66% above. **Conclusion** monoenergetic⁺ technique provides a new method for emergency screening of artery interlayer.

颈动脉夹层(cervical artery dissection, CAD)包括颈动脉系统夹层(internal carotid dissection, ICD)及椎基底动脉系统夹层(vertebrobasilar artery dissection, VCD),它是青年脑卒中的重要原因。影像诊断的直接征象是“内膜漂浮征”、“双腔征”^[1]。数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)对CAD直接征象的显示率小于10%^[2]。本研究对经颈部动

脉CT血管成像(carotid artery CT angiography, CACTA)或/和颈动脉数字减影血管造影(carotid artery digital subtraction angiography, CADSA)证实的颈动脉夹层病例,利用CTA成像前先行双能量非增强CT(dual energy non enhance computerized tomography, DENECT)扫描获得扫描数据,使用单能量⁺(monoenergetic⁺)后处理技术对其进行处理,获得单能

[收稿日期] 2016-09-29

[修回日期] 2017-04-04

[作者简介] 李勇,副主任医师,研究方向为头颈及肌骨CT、MR诊断, E-mail 为 liyong19640917@163.com。

量图像。回顾性分析评估单能量⁺技术对颈动脉夹层诊断直接征象显示的敏感性和准确性。

1 资料和方法

1.1 一般资料

收集 2008 年 5 月至 2016 年 2 月在宁夏回族自治区人民医院就诊符合美国心脏和卒中协会 2013 年发布的《急性缺血性卒中患者早期管理指南》^[3] 临床诊断标准的 58 例脑卒中病例,均行 CACTA 和 CADSA 检查,证实 43 例病例罹患颈动脉夹层,男 26 例,女 17 例,年龄 25~46 岁,中位年龄 30.2 岁。43 例病例均行 DENECTION,采用单能量⁺技术处理,比较三种方法颈动脉夹层直接征象的显示情况。

1.2 检查及图像处理方法

1.2.1 CACTA 采用混合能量成像。使用 Philip brilliance 64 CT 扫描仪,成像参数:120 kV、300 mA,扫描层厚 5 mm,重建层厚 0.625 mm;一次完成头颈部动脉扫描,扫描范围自主动脉弓至颅顶;触发扫描,触发阈值:150 HU。患者取仰卧位,扫描方向由足至头,扫描范围为主动脉弓上水平至头顶。图像处理采用双能量血管成像,将 CACTA 图像数据传至 Syngo via 3.0 工作站,置入 DSA CarotidAngio 0.75 l26f 后处理序列,行 DSCTA 常规后处理,重组获得 MPR、CPR、VR 图像。将混合能量成像数据传至 EBW 工作站,行常规行 MPR 重组、CPR 重组,获得需要的图像图像。

1.2.2 CADSA 使用 Philips Allura Centron 介入 X 线系统。病人仰卧在造影床上,固定头、四肢。会阴部常规消毒。上至肚脐、下至双股中部。选择股动脉为穿刺点,采用 Seldinger 技术穿刺插入导管鞘,在电视监视下,将造影导管送入主动脉弓,采用“定向旋转”手法,分别将导管插入左、右颈动脉椎动脉进行选择行颈动脉血管造影,直接成像。

1.2.3 DENECTION 采用双能量 CT 成像。使用 Siemens Somatom Definition Flash CT 扫描仪。成像参数:采用双能量 DE CarotidAngio Fast BoneRem 扫描模式,两个球管的管电压分别为 80 kV 和 140 kV,管电流为 120 mA,采用 CARE Dose4D 及 SAFIRE 技术,探测器准直:128.0 mm×0.6 mm,螺距 0.7,机架旋转时间 0.28 s,层厚 3 mm,FOV 200 mm。重建算法 B30f medium smooth,双能量融合系数为 0.6。患者取仰卧位,扫描方向由足至头,扫描范围为主动脉弓上水平至头顶。图像处理采用软组织算法,序列选择:DE-CarotidAngio 3.0 B30f。采用迭代重建算

法 (sinogram affirmed iterative reconstruction, SAFIRE)。kernel 值选择:B30f medium smooth。分别得到 80 kV、140 kV 及二者融合图像的 3 组图像数据,图像数据传至 Syngo via 3.0 工作站,将 DENECTION 图像数据置入 DE-NonCE 0.75 B26f 单能量 Plus 40 Kev 后处理序列,使用单能量⁺软件生成图像。参数如下:分辨率 5,最小值-950 HU,最大值 3071 HU。使用基础算法。调整能量(energy)按钮,在 40~60 Kev 范围内,选择合适的 Kev 图像进行曲面重组 (multiplanar reformation, MPR)、多平面重组 (curved planar reconstruction, CPR) 图像。

1.3 统计学方法

应用 SPSS 13 统计学分析软件,以 CACTA 为参照,按颈动脉、椎动脉各支及不同部位为单位计算单能量⁺技术对颈动脉夹层诊断直接征象,显示率的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值,采用 Kappa 检验分析。DENECTION 组(经单能量⁺技术后处理的双能量非增强 CT 图像)分别与 CACTA 组、CADSA 组比较颈动脉夹层直接征象显示率,应用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 认为差异具有统计学意义。

2 结果

43 例使用单能量⁺技术处理 DENECTION 组图像中,16 例显示动脉夹层的直接征象为“内膜漂浮征”和/或“双腔征”,累及 51 支血管、51 个不同部位,27 例未显示(图 1、图 2)。CACTA 检查 43 例中 20 例显示直接征象,累及 65 支血管,65 个不同部位,23 例未发现直接征象(图 3)。CADSA 检查 43 例中 8 例明确显示颈动脉夹层直接征象,累及 22 支血管,36 个不同部位,35 例未显示直接征象(图 4)。

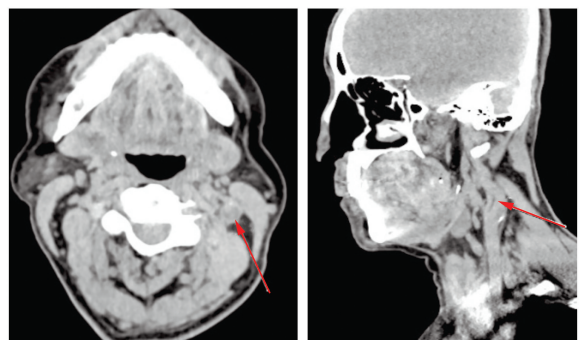


图 1. 单能量⁺处理获取的图像 左、右分别为轴位、矢状位图像显示动脉夹层内膜片(红色箭头)。

Figure 1. Monoenergetic⁺ processing to obtain images

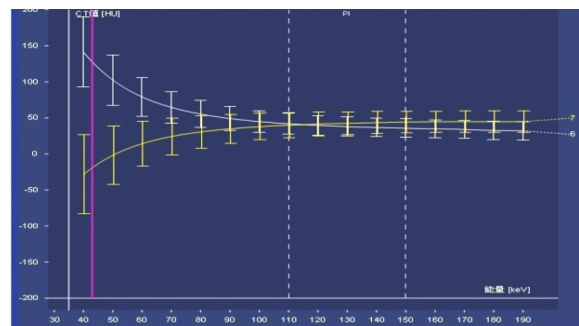


图 2. 动脉夹层血管腔和内膜片的能谱曲线

Figure 2. Artery dissection within the vascular cavity and the spectrum curve of the diaphragm

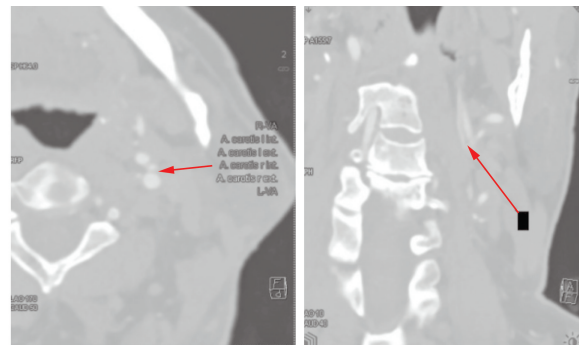


图 3. CT 动脉造影处理获取的图像 左、右分别为轴位、矢状位图像显示动脉夹层内膜片(红色箭头)。

Figure 3. CT artery angiography image

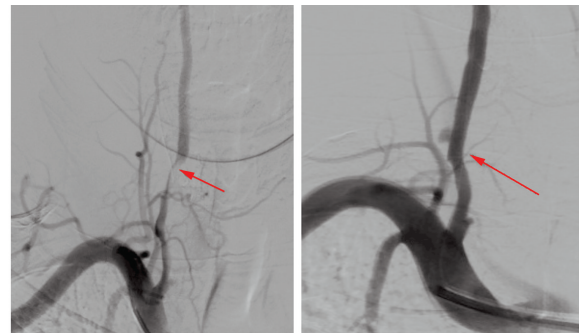


图 4. 数字减影血管造影处理获取的图像 左为动脉支架置入治疗前图像,右为动脉支架置入治疗后图像(红色箭头)。

Figure 4. Digital subtraction angiography images

颈动脉夹层直接征象的显示率 DENECT 与 CACTA 比较,除 VCD 明显优于 DENECT ($P < 0.0028$),ICD 和 ICD、VCD 同时发病病例无明显差异 ($P > 0.05$);颈动脉夹层直接征象的显示率 DENECT 明显优于 CADSA ($P < 0.05$;表 1)。单能量⁺技术对颈动脉夹层直接征象显示的敏感性不到 45%,而特异性达到 86%以上,且阳性预测值和阴性预测值分别达到 61%以上,准确性达到 66%以上(表 2)。

表 1. DENECT、CACTA、CADSA 显示颈动脉夹层直接征象的血管数比较[显示数(%)]

Table 1. DENECT, CACTA, DSA in artery dissection CT image signs show rate directly[$n(\%)$]

血管部位	<i>n</i>	DENECT	CACTA	CADSA
ICD	86	26(32.23) ^b	29(33.72)	8(9.30)
VCD	86	13(15.11) ^{ab}	22(25.58)	7(8.14)
ICD+VCD	172	12(6.98) ^b	14(8.13)	7(4.05)

a 为 $P < 0.05$,与 CACTA 组 VCD 比较;b 为 $P < 0.05$,与 CADSA 组同部位血管比较。

表 2. 单能量⁺后处理技术对对动脉夹层 CT 直接征象显示率的 Kappa 分析

Table 2. Monoenergetic⁺ post-processing technology for artery dissection rate of CT direct signs Kappa analysis

	敏感性	特异性	阳性预测值	阴性预测值	准确性
病例统计	0.4500	0.8696	0.7500	0.6452	0.6744
血管统计	0.3384	0.8695	0.6111	0.6838	0.6686
发生节段统计	0.4286	0.8864	0.7826	0.6190	0.6628

3 讨论

动脉硬化性颈动脉狭窄和动脉夹层是脑卒中发病的重要因素,文献[4]报道进展性脑卒中患者重度颈动脉狭窄发生率达 55.1%,颈动脉硬化性狭窄是多因素的结果,高血压、糖尿病、血脂增高、吸烟等均是颈动脉硬化狭窄发生发展的危险因素。而文献[5]却报道,动脉粥样硬化可能不是颈部动脉夹层的易患因素,甚至高胆固醇血症和超重可能对颈动脉夹层有保护作用。作为脑卒中发病的两大重要因素,颈动脉狭窄和颈动脉夹层形成机理有天壤之别,提示在疾病的影像学检查方法、成像技术、扫描序列选择应引起足够的重视,特别在疾病的分型、疾病而累及血管、累及节段,及对疾病的治疗、预后方面应引起特别的重视,这些正是本研究的不足。

双源 CT 双能量扫描获得原始扫描数据,经后处理工作站对原始扫描数据进行双能量处理,可得到不同融合比的数组图像,获得不同组织的单能量图像。在 40~140 Kev 下不同的单能量图像具有不同的特征,较低的单能量图像可以提高图像的密度分辨率,有助于病灶的显示,较高的单能量水平会降低图像的对比度和噪声。在某一能量水平,对比度与噪声达到完美平衡,获得最佳对比噪声比图像,使组织结构得到最好的显示,这一能量水平就

是该组织的最佳 Kev 值^[6]。非增强 CT 图像动脉夹层的内膜和流动的血液理论上具有较高对比度,但是,颈部解剖结构为软组织,自然对比度差,造成密度分辨率下降。迭代重建算法不会因为 X 线剂量降低而增加噪声或因为使用后处理滤波器而降低病灶的识别率^[7]。单能量⁺后处理软件是 Monoenergetic 软件的改进版。它能明显降低单能量图像的噪声,完美解决了 40 Kev 的图像所高噪声的问题。

本研究发现,单能量⁺后处理技术生成的单能量 NECT 图像对颈动脉、椎动脉、颈-椎动脉共同罹患夹层的直接征象显示率分别达到 32.23%、15.11%、6.98%。明显高于 DSA ($P < 0.05$)。虽然,CACTA 成像技术比单能量⁺后处理技术对颈动脉夹层直接征象的显示具有明显的优势。但是,高辐射剂量^[8]和对比剂肾病^[9]严重制约着 CACTA 的临床应用。

单能量⁺技术后生成的单能量 NECT 图像对动脉夹层直接征象显示的特异性达到 86%,准确性达到 66%,敏感性不高(小于 45%)是它明显不足。这是由于 NECT 图像的组织低对比度导致显示敏感性的降低。而低管电压可以提高 CT 图像的组织对比度,但需要增加 X 线量子数补偿才能提高组织对比度。管电压的降低也使图像噪声增加^[10]。在相同 X 线光子辐射能量时,双能量 NECT 的单能谱图像比混合能量 NECT 图像能获得更多有效 X 线量子数的补偿,从而,提高了颈部组织的对比度。这就是双源 CT 实现低放射剂量、低或无对比剂成像的理论基础。加之迭代重建算法、单能量⁺后处理软件使单能量图像噪声得到进一步优化,使急诊诊断脑卒中的同时利用非增强 CT 成像图像筛查 CAD 和/或 VAD 变成现实,正是本研究的目的所在。

目前,临床上对 CAD 的筛查、诊断大多沿用颈部 B 超、CTA、MRA 和 DSA^[11],CTA/DSA 高 X 线辐射剂量、高对比剂肾病的潜在危险,MRA 设备的高度依存性、低时效性、体内金属异物高风险性,颈部 B 超人为因素高度依赖等都制约 CAD 高时效、低剂

量、可重复筛查和疗效及预后评估。大样本、CAD 分型、罹病动脉分节段、分管径研究及更先进后处理软件的问世会使 NECT 成像取代 CTA、DSA 作为影像学检查诊断手段变为现实。

[参考文献]

- [1] 庄严,邓引生,吴旻,等. 颅外段颈动脉夹层的治疗[J]. 中国临床神经外科杂志, 2015, 20(6): 332-334.
- [2] 徐文娟,康慧斌,纪文君,等. 颅内动脉夹层的影像学研究进展[J]. 中国卒中杂志, 2015, 10(11): 954-957.
- [3] Jauch EC, Saver JL, Jr Adams HP, et al. Guidelines for the early management American Heart s guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. Stroke, 2013, 44(3): 970-947.
- [4] 徐琴,张薇薇,魏微,等. 颈动脉狭窄与进展性脑卒中的相关性[J]. 中国动脉硬化性杂志, 2013, 26(7): 619-622.
- [5] Debette S. Pathophysiology and risk factors of cervical artery dissection: What have we learnt from large hospital-based cohorts [J]? Curr Opin Neurol, 2014, 27(1): 20-28.
- [6] Agrawal MD, Pinho DF, Kulkarni NM, et al. Oncologic applications of dual-energy CT in the abdomen[J]. Radiographics, 2014, 34(3): 589-612.
- [7] 陈疆红,贺文,赵丽琴,等. 适应性统计迭代重建技术降低胸部低剂量 CT 图像噪声的效果[J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(12): 2398-402.
- [8] 王振常,鲜军舫,牛延涛. 注重头颈部 CT 辐射剂量的系统性优化[J]. 中华放射学杂志, 2013, 47(11): 965-966.
- [9] 王霄英,薛华丹. 泌尿生殖系统影像学 2011 年度进展报告[J]. 中国继续医学教育, 2011, 3(8): 75-85.
- [10] Nin YT, Olszewski ME, Zhang YX, et al. Experimental study and optimization of scan parameters that influence radiation dose in temporal bone high-resolution multidetector row CT [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2011, 30(10): 1789-788.
- [11] 中华医学会神经学分会,中华医学会神经学分会脑血管病学组. 中国颈部动脉夹层诊治指南 2015[J]. 中华神经科杂志, 2015, 48(8): 644-650.

(此文编辑 朱雯霞)