

Dual-energy CT angiography in displaying thyroid feeding artery

ZHOU Xinjie, ZHOU Daiquan, ZHONG Lijuan, YU Na, YAN Min*
(Department of Radiology, the Third Affiliated Hospital of Chongqing Medical University [Gener Hospital], Chongqing 401120, China)

[Abstract] **Objective** To explore the ability of dual-energy CT angiography for displaying thyroid feeding arteries and its value in quality optimization. **Methods** Energy spectrum data of 100 patients who underwent head and neck CTA were analyzed retrospectively. The energy spectrum single energy imaging technique was used to reconstruct 60 keV and 75 keV single energy images. Combining with VR and MIP post-processing images, the anatomical features of the thyroid feeding arteries were observed. The quality of 60 keV and 75 keV single energy images were evaluated objectively and subjectively. **Results** A total of 200 superior thyroid arteries (100 left and 100 right), as well as 165 inferior thyroid arteries (76 left and 89 right) and 3 lower thyroid arteries were displayed. The quality of 60 keV single energy images was better than that of 75 keV single-energy images, and the differences of CT value, SNR and subjective scores were all statistically significant (all $P < 0.05$). **Conclusion** Dual-energy CT angiography can clearly display thyroid feeding arteries. 60 keV single energy image is recommended.

[Keywords] dual-energy; thyroid feeding artery; single energy imaging; tomography, X-ray computed

DOI: 10.13929/j.1003-3289.201904078

能谱 CT 血管成像显示甲状腺供血动脉

周新杰, 周代全, 钟丽娟, 余娜, 严敏*
[重庆医科大学附属第三医院(捷尔医院)放射科, 重庆 401120]

[摘要] **目的** 探讨能谱 CT 血管成像技术对甲状腺供血动脉的显示能力以及优化血管成像价值的价值。 **方法** 回顾性分析 100 例头颈 CTA 的能谱原始数据, 运用能谱单能量成像技术分别重建 60 keV、75 keV 单能量图像, 结合 VR、MIP 后处理图像以及原始图像观察甲状腺供血动脉的解剖特征, 并对 2 组图像进行客观评价和主观评分。 **结果** 100 例共显示 200 支(左右侧各 100 支)甲状腺上动脉, 165 支甲状腺下动脉(左侧 76 支, 右侧 89 支)和 3 支甲状腺最下动脉。60 keV 单能量图像质量优于 75 keV 单能量图像, 两者 CT 值、SNR 和主观评分差异均有统计学意义 (P 均 < 0.05)。 **结论** 能谱 CT 血管成像可清晰显示甲状腺供血动脉, 推荐使用 60 keV 单能量图像。

[关键词] 双能量; 甲状腺供血动脉; 单能量成像; 体层摄影术, X 线计算机

[中图分类号] R581; R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2019)10-1565-04

随着影像学检查技术水平的不断提高, 越来越多的甲状腺疾病被检出, 外科手术率也逐渐上升^[1]。不同个体的甲状腺供血动脉存在变异^[2], 准确了解甲状

腺供血动脉的解剖有助于避免手术造成血管损伤。目前国内外关于甲状腺供血动脉的文献多为外科解剖研究^[2-3], 对于能谱 CT 血管成像显示甲状腺供血动脉鲜

[第一作者] 周新杰(1993—), 男, 重庆人, 在读硕士。研究方向: CT 与 MRI 技术学。E-mail: 1753426464@qq.com

[通信作者] 严敏, 重庆医科大学附属第三医院(捷尔医院)放射科, 401120。E-mail: 201722@hospital.cqmu.edu.cn

[收稿日期] 2019-04-11 [修回日期] 2019-08-05

有报道。本研究探讨能谱 CT 血管成像技术对甲状腺供血动脉的显示能力以及优化成像方案。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2018 年 7—10 月于我院接受能谱 CT 头颈部 CTA 检查的 100 例患者,男 56 例,女 44 例,年龄 26~88 岁,平均(64.8±12.8)岁;均无碘过敏史及心肾功能不全,并签署增强扫描知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 GE Revolution CT 扫描仪。嘱患者仰卧,头先进,扫描前嘱患者保持头颈部静止,尽量避免吞咽动作。采用能谱扫描模式(GSI),管电压 80 kVp/140 kVp 快速自动切换,管电流 405 mA,迭代重建 50%,螺距 0.992:1,转速 0.5 s/rot,探测器宽度 80 mm,扫描层厚、间距均为 5 mm,重建层厚 0.625 mm。头颈部 CTA 扫描范围为主动脉弓至颅顶。以高压注射器经右侧肘正中静脉依次注射生理盐水 16 ml、碘海醇(350 mgI/ml)50 ml 及生理盐水 30 ml,流率 4.5ml/s。采用对比剂智能追踪软件(Smart Prep)确定扫描延迟时间,ROI 放置于 C₄₋₅椎间盘水平右侧颈动脉内,触发阈值设置为 200 HU。

1.3 图像处理及数据分析 根据既往研究^[4-6]报道,60 keV 单能量图像中甲状腺图像质量较好,而 70~75 keV 单能量图像更接近于常规 CT 混合能量的图像质量,因此本研究选择 60 keV、75 keV 单能量图像进行对照观察。

在 GE AW4.7 工作站上选择动脉期原始图像,以能谱工具 Monochromatic 分别生成 60、75 keV 单能量图像,再导入 Reformat 后处理软件,采用 VR、MIP 等后处理技术进行图像重建,结合原始图像,观察甲状腺供血动脉解剖特征,记录甲状腺供血动脉起源位置与数量,对比 60 keV 与 75 keV 单能量图像间各组织结构特点的差异。

1.4 图像质量评价

1.4.1 客观评价 在 60 keV 与 75 keV 单能量图像上,分别于同侧甲状腺供血动脉开口端同一层面选取 ROI,面积不小于甲状腺供血动脉横截面的 2/3(约 1 mm²),测量甲状腺供血动脉的 CT 值、噪声值(标准差),计算 SNR。

1.4.2 主观评价 由 2 名有 5 年以上工作经验的放射科医师在同一窗宽、窗位条件下,分别在 60 keV 和 75 keV 单能量图像上观察甲状腺供血动脉的清晰度和锐利度,采用 5 分法对图像质量进行评分^[7];血管显示很清晰且边缘锐利为 5 分;血管清晰、边缘基本光滑

为 4 分;血管尚清楚且能够分辨血管边缘为 3 分;血管边缘不锐利但尚能分辨为 2 分;血管边缘模糊不能分辨为 1 分。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 21.0 统计分析软件。对所有数据均进行正态分布检验和方差齐性检验,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用配对 t 检验;偏态分布变量以中位数(上下四分位数)表示,2 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 甲状腺供血动脉的解剖特点 100 例均显示双侧甲状腺上动脉,右侧 100 支,左侧 100 支,VR 图像均能显示(图 1);其起源位置包括颈外动脉起始端、颈总动脉分叉水平及颈总动脉终末端(表 1)。显示右侧甲状腺下动脉 89 支,左侧 76 支;大多起源于甲状颈干,少数起源于锁骨下动脉(表 2)。3 例可见 3 支甲状腺最下动脉,2 支起源于头臂干、1 支起源于右侧颈总动脉。

表 1 甲状腺上动脉起源位置与数量

起源位置	右侧甲状腺上动脉(支)	左侧甲状腺上动脉(支)	构成比 [% (支)]
颈外动脉起始端	71	56	63.50(127/200)
颈总动脉分叉水平	26	35	30.50(61/200)
颈总动脉终末端	3	9	6.00(12/200)

表 2 甲状腺下动脉起源位置与数量

起源位置	右侧甲状腺下动脉(支)	左侧甲状腺下动脉(支)	构成比 [% (支)]
甲状颈干	79	72	91.52(151/165)
锁骨下动脉	10	4	8.48(14/165)

2.2 图像质量评价 客观评价:60 keV 单能量图像的 CT 值和 SNR 均高于 75 keV 图像,差异均有统计学意义(P 均<0.01),两者间噪声差异无统计学意义(P=0.14),见表 3。

主观评价:60 keV 单能量图像质量优于 75 keV 单能量图像,主观评分差异有统计学意义(P<0.01,表 3,图 1、2)。

3 讨论

清晰显示甲状腺供血动脉,对于甲状腺外科手术及经血管介入治疗甚为重要^[8-9]。甲状腺上动脉起源位置解剖变异大,大多起源于颈外动脉起始端,甲状腺下动脉多起源于甲状颈干,少数病例可见甲状腺最下动脉。术前通过能谱 CT 血管成像清晰显示甲状腺供血动脉的解剖特点,可为临床个性化治疗提供依据。

表 3 60 keV 与 75 keV 单能量图像 CTA 质量的客观评价与主观评分比较 (n=100)

图像	CT 值(HU)	噪声(HU)	SNR	主观评分
60 keV	238.01±16.04	54.25(50.53,60.96)	4.29(3.87,4.68)	4(4,4)
75 keV	157.73±10.59	52.95(44.28,63.70)	2.95(2.49,3.51)	3(3,3)
t/Z 值	44.53	1.49	9.08	11.81
P 值	<0.01	0.14	<0.01	<0.01



图 1 患者男,50 岁 A、B. 75 keV 单能量带骨 VR 图像(A)和去骨 VR 图像(B)均可显示起源于颈总动脉分叉水平的甲状腺上动脉,但血管壁不清晰,评分为 3 分; C、D. 60 keV 单能量带骨 VR 图像(C)和去骨 VR 图像(D)均可清晰显示甲状腺上动脉的起源及走行,血管壁更加清晰锐利,评分为 5 分

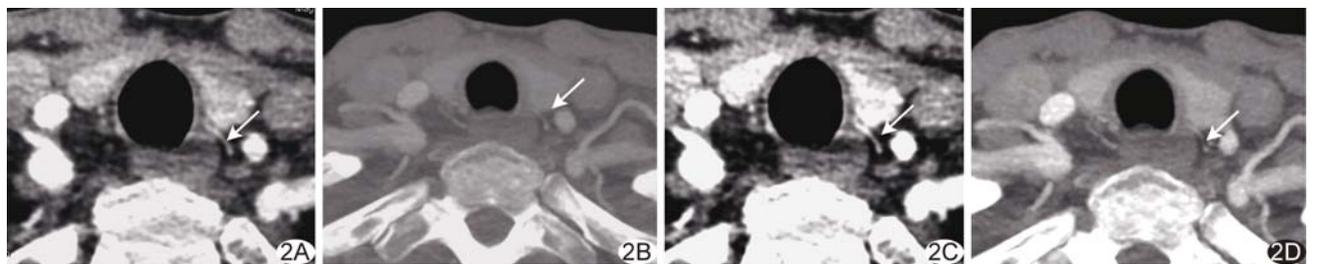


图 2 患者男,50 岁 A、B. 75 keV 单能量原始图像(A)和 MIP 图像(B)均可见左侧甲状腺下动脉(箭); C、D. 60 keV 单能量原始图像(C)和 MIP 图像(D)均可见左侧甲状腺下动脉(箭),显示血管壁较 75 keV 单能量图像更加清晰

甲状腺供血动脉较细小,常规 CT 虽然可以显示甲状腺供血动脉成像,但受颈部复杂的解剖结构、双侧肩关节致密骨质等因素影响,易产生条带状伪影,影响对周边细微结构的观察,相关研究多限于探讨解剖关系^[10-12];增加对比剂剂量、使用高浓度对比剂、提高 X 线剂量等方法可以提高血管图像质量,但均有不良反应,且常规 X 线属于混合能量射线,在血管增强扫描过程中均化了物质的强化程度,削弱了物质间的对比,也会影响图像质量。

能谱 CT 采用 140 kVp、80 kVp 能量瞬间切换技

术,能够获得 40~140 keV 能量范围内的 101 个单能量图像,可降低硬化伪影的影响,获得纯净 CT 值,从而提高显示细小血管的能力^[13-15]。注射对比剂后,运用能谱单能量成像技术可以提高血管与周围组织的密度差异,从而改善血管成像质量^[16-17]。物质在不同能量水平衰减不同,在某一能量水平时病灶与实质脏器之间的衰减差异最大而噪声值相对低^[18],通过调节能量水平(keV)能获得不同的单能量图像,并可从中选取显示甲状腺供血动脉图像质量更好的单能量图像。在低能量水平下,血管 CT 值增大,SNR 降低,与周围

组织的对比度升高,图像中显示甲状腺供血动脉较好,特别是血管壁锐利清晰;keV 增高,则血管 CT 值降低,SNR 增加,与周围组织的对比度降低,图像质量降低,甲状腺供血动脉的管壁也变得模糊。本研究比较不同 keV 单能量图像,发现 75 keV 单能量图像可以显示甲状腺供血动脉,但对细小血管壁的显示仍欠清晰;60 keV 单能量图像中甲状腺供血动脉与邻近组织的对比度升高,显示血管壁更清晰锐利,虽然噪声值略有增加,但与 75 keV 单能量图像比较差异无统计学意义,对血管图像质量的整体评价仍较高。曹峰等^[19]认为显示甲状腺肿瘤供血动脉的最佳单能量值为 54~68 keV,平均 61 keV,此时图像质量最好,血管壁显示清晰锐利。本研究结果提示,能谱 CT 单能量成像技术可以优化甲状腺供血动脉显示的图像质量,对于显示甲状腺供血动脉,60 keV 单能量图像优于 75 keV 单能量图像。

综上所述,能谱 CT 血管成像可清晰显示甲状腺供血动脉,60 keV 单能量 CT 可明显优化显示甲状腺动脉。

[参考文献]

- [1] 高明,郑向前. 甲状腺癌过去与未来十年. 中国肿瘤临床, 2018, 45(1):8-12.
- [2] Ozgur Z, Govsa F, Ozgur T. Assessment of origin characteristics of the front branches of the external carotid artery. J Craniofac Surg, 2008, 19(4):1159-1166.
- [3] 陈静,李晓智,陈卓凯,等. 甲状腺上动脉的起源位置及临床意义. 中国临床解剖学杂志, 2018, 36(4):371-374.
- [4] 吴瑶媛,董江宁,曹锋,等. 能谱 CT 最佳单能量成像优化甲状腺结节图像质量的研究. 影像诊断与介入放射学, 2017, 26(2):103-107.
- [5] Matsumoto K, Jinzaki M, Tanami Y, et al. Virtual monochromatic spectral imaging with fast kilovoltage switching: Improved image quality as compared with that obtained with conventional 120-kVp CT. Radiology, 2011, 259(1):257-262.
- [6] 周畅,曾勇明,周蜜,等. 双能 CT 单能谱 70 KeV 图像与常规 CT 120 kVp 图像的等效性. 中国医学影像技术, 2015, 31(7):1100-1105.
- [7] Paul J, Bauer RW, Maentele W, et al. Image fusion in dual energy computed tomography for detection of various anatomic structures-effect on contrast enhancement, contrast-to-noise ratio, signal-to-noise ratio and image quality. Eur J Radiol, 2011, 80(2):612-619.
- [8] 卢秀波,顾玲,刘征. 甲状腺手术后出血原因及处理. 中国实用外科杂志, 2018, 38(6):605-607.
- [9] 田锦林,陈硕飞,杜亚辉,等. 甲状腺动脉栓塞治疗 Graves 病与外科切除术长期疗效比较. 介入放射学杂志, 2012, 21(3):194-197.
- [10] 叶述良,舒健,查刚,等. 甲状腺动脉多层螺旋 CT 血管成像. 放射学实践, 2009, 24(3):260-263.
- [11] 刘历,吴景全,郭宏伟,等. 64 层螺旋 CT 血管成像评价甲状腺上动脉分支类型. 中国医学影像技术, 2009, 25(11):2000-2003.
- [12] 度光芳,郑露,唐光才,等. 256 层 iCT 血管成像对正常成人甲状腺供血动脉的解剖评估. 中国医学影像学杂志, 2018, 26, 177(2):35-39, 42.
- [13] 任庆国,滑炎卿,李剑颖. CT 能谱成像的基本原理及临床应用. 国际医学放射学杂志, 2011, 34(6):559-663.
- [14] 沈云. 宝石 CT 能谱成像原理及其扫描射线剂量. 中国医疗设备, 2012, 27(9):13-16.
- [15] Coursey CA, Nelson RC, Boll DT, et al. Dual-energy multidetector CT: How does it work, what can it tell us, and when can we use it in abdominopelvic imaging? Radiographics, 2010, 30(4):1037-1055.
- [16] Patel BN, Thomas JV, Lockhart ME, et al. Single-source dual-energy spectral multidetector CT of pancreatic adenocarcinoma: Optimization of energy level viewing significantly increases lesion contrast. Clin Radiol, 2013, 68(2):148-154.
- [17] Wang XP, Wang B, Hou P, et al. Screening and comparison of polychromatic and monochromatic image reconstruction of abdominal arterial energy spectrum CT. J Biol Regul Homeost Agents, 2017, 31(1):189-194.
- [18] 林晓珠,沈云,陈克敏. CT 能谱成像的基本原理与临床应用研究进展. 中华放射学杂志, 2011, 45(8):798-800.
- [19] 曹锋,王传彬,董江宁,等. 能谱 CT 最佳单能量技术优化甲状腺肿瘤供血动脉图像质量的研究. 医学影像学杂志, 2017, 27(8):1443-1446.