

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2018.27.012

Brilliance iCTA 与 DSA 在诊断颈内动脉狭窄方面的对比分析*

刘跃辉¹, 刘海萍², 黎雨杉¹, 林一诺¹, 赵宏森³, 王慧宇³, 张东威^{1△}

(1. 内蒙古民族大学附属医院神经内科, 内蒙古通辽 028000; 2. 内蒙古民族大学生命科学院, 内蒙古通辽 028000; 3. 内蒙古民族大学附属医院影像科, 内蒙古通辽 028000)

[摘要] **目的** 以数字减影血管造影(DSA)为参考标准,评价螺旋 CT 血管造影(iCTA)诊断颈内动脉狭窄的价值。**方法** 39 例缺血性卒中的患者分别行 iCTA 与 DSA 检查,以 DSA 为参考标准,以诊断颈内动脉的狭窄率 30.0%、70.0%为界,探讨 iCTA 诊断颈内动脉(C1 段动脉)狭窄的灵敏度、特异度、假阳性率和假阴性率。对比 iCTA 与 DSA 在动脉狭窄检出率的差异并进行统计回归分析。**结果** 在评价颈内动脉 C1 段狭窄率方面,iCTA 与 DSA 的检查结果呈正相关($R=0.95, P<0.01$);以 DSA 为金标准,iCTA 评价颈内动脉 C1 段狭窄率大于 30.0%和大于 70.0%,与 DSA 检查结果符合率分别为 93.7%和 95.2%;评价颈内动脉 C1 段狭窄率大于或等于 30.0%的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 92.6%、100.0%、100.0%、98.1%;评价颈内动脉 C1 段狭窄率大于或等于 70.0%的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 100.0%、98.3%、95.2%、100.0%;iCTA 与 DSA 在检测颈内动脉 C1 段狭窄率上差异无统计学意义。**结论** iCTA 基本上可以代替 DSA 进行颈内动脉 C1 段狭窄的术前诊断。

[关键词] 颈动脉狭窄; CT 血管造影; 数字减影血管造影**[中图法分类号]** R743.3**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2018)27-3524-05

Contrastive analysis of Brilliance iCTA and DSA in diagnosis of internal carotid arterial stenosis*

LIU Yuehui¹, LIU Haiping², LI Yushan¹, LIN Yinuo¹, ZAO Hongsen³,WANG Huiyu³, ZHANG Dongwei^{1△}

(1. Department of Neurology, Affiliated Hospital, Inner Mongolia University for Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia 028000, China; 2. College of Life Science, Inner Mongolia University for Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia 028000, China; 3. Department of Image, Affiliated Hospital, Inner Mongolia University for Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia 028000, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the value of spiral CT angiography (iCTA) for diagnosing internal carotid arterial stenosis with digital subtraction angiography(DSA) as the reference standard. **Methods** Thirty-nine patients with ischemic stroke conducted iCTA and DSA examinations respectively, with DSA as the reference standard and the stenosis ratios of 30.0% and 70.0% for diagnosing internal carotid artery as the boundary, the sensitivity, specificity, false positive rate and false negative rate for iCTA diagnosing the C1 segment stenosis of internal carotid artery were investigated. The difference in the detection rate between iCTA and DSA for diagnosing arterial stenosis was compared and the statistical regression analysis was performed. **Results** In the aspect of evaluating internal carotid artery C1 segment stenosis, the examination results of iCTA and DSA showed the positive correlation($R=0.95, P<0.01$); with DSA as the golden standard, the internal carotid artery C1 segment stenosis ratio $>30.0\%$ and $>70.0\%$ evaluated by iCTA, its coincidence rates with the DSA examination results were 93.7% and 95.2% respectively; the sensitivity, specificity, false positive rate and false negative rate for evaluating internal carotid artery C1 segment stenosis $\geq 30.0\%$ were 92.6%, 100.0%, 100.0% and 98.1% respectively; which for evaluating internal carotid artery C1 segment stenosis $\geq 70\%$ were 100.0%, 98.3%, 95.2% and 100.0% respectively. The difference for detecting internal carotid artery C1 segment stenosis ratio between iCTA and DAS had no statistical significance. **Conclusion** iCTA can basically replace DSA to conduct the preoperative diagnosis of internal carotid artery C1 segment stenosis.

[Key words] carotid stenosis; CT angiography; digital subtraction angiography

* 基金项目:国家自然科学基金资助项目(81641127);内蒙古自治区卫生和计划生育委员会医疗卫生计生科研计划项目(201701092);内蒙古自治区通辽市与内蒙古民族大学科技合作项目(SXYB2012041)。作者简介:刘跃辉(1980—),主治医师,硕士,主要从事神经内科学方面的研究。△ 通信作者, E-mail: liuyuehui19800411@163.com。

动脉粥样硬化斑块的脱落及管腔重度狭窄是导致缺血性脑卒中(ischemic cerebral stroke, ICS)的主要因素。2017 年颈动脉狭窄诊治指南指出有 25.0%~30.0% 的颈动脉狭窄与 ICS 的发病密切相关^[1]。因此,检测和评价颈动脉的狭窄程度,并选择合适的治疗方案(药物、颈动脉内膜剥脱术及 CAS 治疗),从而降低其发病率和病死率,显得尤为重要。随着 CT 影像学的不断发展,CTA 与数字减影血管造影(DSA)在诊断脑血管狭窄方面一致性较高^[2-3],但是随着临床对 CTA 成像分辨率要求的不断提高,多排 CT 的转速使滚珠轴承的承受能力逐渐接近极限,其锥形线束伪影和边缘效应的问题更加严重,同样 32 排及 64 排 CT 的也存在上述问题^[4]。近几年出现的 256 层 Philips Brilliance iCT,又称极速 CT,是在螺旋 CT 的基础上的又一次技术革新,与 64 层 CT 相比仅需要 2.8 s 时间就能够一次完成从主动脉弓到颅顶范围的扫描,同时进一步减少了放射剂量。本文以 DSA 为参考标准,探讨 Brilliance iCTA 在诊断颈内动脉狭窄中的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 内蒙古民族大学附属医院 2013 年 1 月至 2018 年 1 月收治的 39 例缺血性卒中的患者,患者入院后行 iCTA 与 DSA 检查。纳入标准:(1)符合第四届全国脑血管病学术会议诊断标准;(2)有脑梗死或脑缺血特征的临床表现;(3)出现症状后的 48 h 内行头颅 CT 或 MRI/MRA 检查;(4)意识清楚,对研究知情并签署知情同意书;(5)以颈部血管彩色超声、颅内血管彩色超声发现颅内外血管狭窄的患者。排除标准:心房纤颤、感染性心内膜炎等导致的心源性脑栓塞的患者。所有患者均于入院 2 周内行主动脉弓+DSA 血管造影和头颈联合 iCTA 的检查。本研究由内蒙古民族大学附属医院伦理委员会审核通过。39 例患者中男 27 例,女 12 例,年龄 40~77 岁,平均(59.7±9.5)岁,头晕伴一侧肢体障碍 15 例,言语笨拙伴肢体障碍 10 例,单纯言语笨拙 3 例,单纯头晕 8 例,TIA 发作 3 例。

1.2 方法

1.2.1 头颈联合 iCTA 扫描与血管成像 扫描方式:采用 Philips Brilliance iCTA 先行常规头部 CT 平扫,扫描参数:轴扫 Jog 模式,管电压 80 kV,管电流 150 mAs,层厚 5.0 mm,矩阵 512×512。采用双筒高压注射器注射非离子型对比剂 60 mL(碘普罗胺 370 mg I/mL),注射速率 5 mL/s,随后以相同速率注射生理盐水 20 mL,注射后即刻扫描,扫描间隔 4 s,共扫描 52 s,曝光次数 13 次,覆盖面积 5 mm×32 mm。数据处理:在 EBW 工作站选择动脉期扫描图像,重建 iC-

TA 图像。采用后处理技术软件包进行容积再现重建(volume rendering, VR)、多平面重建(multi-planar reconstruction, MPR)、曲面重建(curved planar reconstruction, CPR)、最大密度投影重建(maximum intensity projection, MIP)对图像进行后处理。

1.2.2 DSA 应用 Philips FD-20 血管造影机和经股动脉 Seldinger 穿刺技术行 DSA 检查。使用电动高压注射器注射碘普罗胺(含碘量为 370 mg/mL)。将猪尾导管放于主动脉弓处,抽出导丝后实施血管造影,注射造影剂的剂量为 20 mL,以 15 mL/s 的速率注射;将造影导管头端放于颈总动脉近端血管内进行造影,注射造影剂的剂量为 7 mL,以 5 mL/s 的速率进行注射;将造影导管头端放在锁骨下动脉近端进行椎动脉造影,注射造影剂的剂量为 7 mL,以 5 mL/s 的速率进行注射。颈内动脉采取前后位及侧位造影。

1.2.3 iCTA 及 DSA 颈动脉狭窄诊断标准 应用北美症状性颈动脉内膜切除试验(NASCET)^[5] 狭窄分级法进行动脉狭窄率的测定,测得横断面上最狭窄部位的直径(N)和远端正常血管的直径(D),然后运用公式进行计算:狭窄率=(1-N/D)×100%。将血管狭窄程度分级为:无狭窄(狭窄率为 0)、轻度狭窄(狭窄率≤29.0%)、中度狭窄(狭窄率为 30.0%~69.0%)、重度狭窄(狭窄率为 70.0%~99.0%)和完全闭塞。

1.2.4 检查结果评价 图像结果由 2 名经验丰富的放射科医生采用双盲法阅片并作出诊断,由专人对 iCTA 和 DSA 的结果进行对照,并做好登记。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 16.0 软件进行统计分析,以 DSA 检查结果为参考指标,以诊断颈内动脉的狭窄率 30.0%、70.0%为界^[6],探讨 iCTA 诊断颈内动脉 C1 段动脉狭窄的灵敏度、特异度、假阳性率和假阴性率。并对比 iCTA 与 DSA 在动脉狭窄检出率中差异是否具有统计学意义。再以 DSA 诊断的结果为因变量,iCTA 诊断的结果为自变量,进行统计回归分析。

2 结果

2.1 CTA 与 DSA 对不同程度颈内动脉 C1 段狭窄诊断的符合情况 DSA 检查的(39 例)78 支颈内动脉 C1 段统计结果为:未见狭窄的占 58.9%(46/78),完全闭塞占 3.8%(3/78),狭窄而非闭塞占 37.2%(29/78)。iCTA 检查与 DSA 完全一致的共 74 支,占 94.9%;以 DSA 检查结果为参考指标,iCTA 诊断颈内动脉 C1 段狭窄率≥30%及≥70%的诊断符合率分别为 93.7%和 95.2%;再以 DSA 检查结果为因变量,iCTA 检查结果为自变量,进行统计回归分析显示:在评价颈内动脉(C1 段)狭窄率方面,iCTA 与

DSA 的检查结果呈正相关($R=0.95,P<0.01$);iCTA 与 DSA 在检测颈内动脉 C1 段狭窄检出率差异无统计学意义(表 1~3)。

表 1 iCTA 与 DSA 对颈内动脉 C1 段狭窄
诊断符合情况

DSA 诊断结果 (金标准)	总数 (支)	百分数 (%)	iCTA 诊断结果		
			符合	偏低	偏高
无狭窄	46	58.9	44	0	2
≤29.0%	5	6.4	3	2	0
30.0%~69.0%	7	8.9	5	1	1
70.0%~99.0%	17	21.8	17	0	0
完全闭塞	3	3.8	3	0	0

DSA 诊断轻度狭窄 2 支,iCTA 诊断为正常;DSA 诊断中度狭窄 2 支,iCTA 诊断为重度狭窄 1 支、轻度狭窄 1 支

2.2 iCTA 与 DSA 显示脑供血动脉狭窄情况比较
在 iCTA-MRP 图像上可清楚的显示脑供血动脉狭窄的具体情况,而且能显示狭窄处斑块的大小、数目、形状和性质。而 DSA 图像虽然可清楚的显示脑供血动脉的狭窄,但是动脉粥样硬化板块的显示上却较差

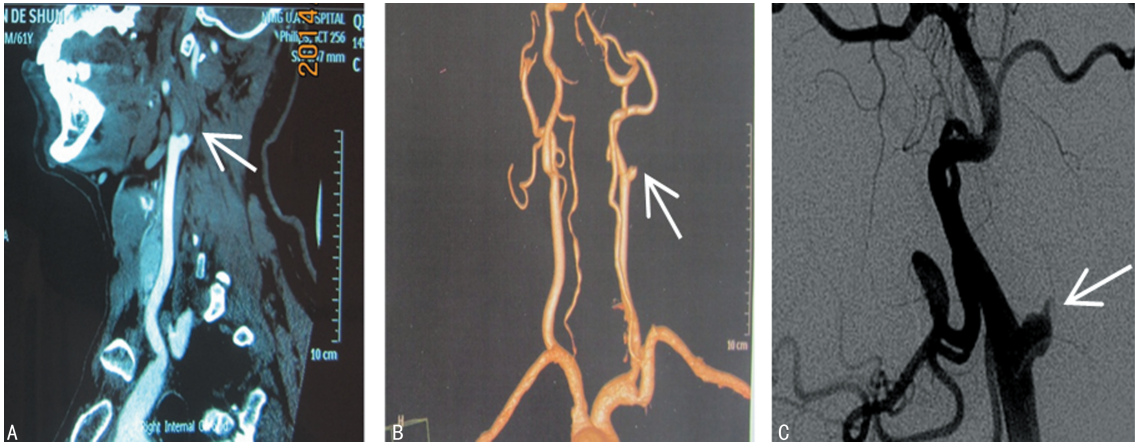
(图 1、2)。

表 2 iCTA 与 DSA 对 39 例 78 条颈内动脉 C1 段
血管狭窄或闭塞的评价(支)

iCTA	DSA		合计
	狭窄或闭塞的血管数	正常的血管数	
狭窄或闭塞的血管数	30	0	30
正常数的血管数	2	46	48
合计	32	46	78

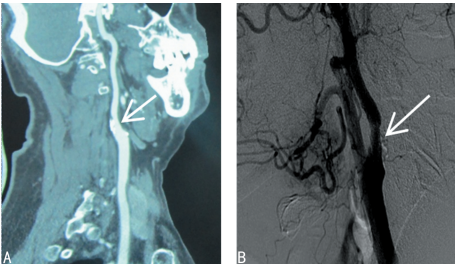
表 3 以 DSA 为金标准对 iCTA 诊断颈内动脉 C1 段的
中、重度狭窄的诊断评价

诊断评价	狭窄率≥30.0%	狭窄率≥70.0%
灵敏度	92.6(25/27)	100.0(20/20)
特异度	100.0(51/51)	98.3(58/59)
假阳性	0(0/51)	1.7(1/59)
假阴性	3.7(1/27)	0(0/20)
阳性预测值	100.0(27/27)	95.2(20/21)
阴性预测值	98.1(51/52)	100.0(58/58)
诊断符合率	93.7(26/27)	95.2(20/21)



A、B:iCTA 图像显示 R-ICA 起始部闭塞;C:DSA 图像显示 R-ICA 起始部闭塞(图所示的白色箭头)

图 1 同一患者的 R-ICA 的影像学检查



A:CTA 图像显示 L-ICA 起始 C1 段的轻度狭窄;B:DSA 图像显示 L-ICA 起始 C1 段的中度狭窄

图 2 同一患者的 L-ICA 影像学检查

3 讨 论

缺血性卒中的发病率随着我国社会经济的快速发展和人口老龄化的到来呈现逐年上升的趋势^[7],已

占到卒中的 80.0%。大量的文献报道颈动脉狭窄是同侧颈内动脉供血区 ICS 发生的重要原因,而且颈动脉狭窄与 ICS 的预后关系密切^[8]。以往诊断颈动脉狭窄的金标准为 DSA 检查,但是它有高风险、高消耗、高放射量等缺点,不易被患者接受。近年来有关 CTA 和 DSA 诊断颈动脉狭窄符合率方面的研究已有一定的数量,尤其是在评价动脉狭窄及完全闭塞的方面,CTA 与 DSA 的一致性较高^[3,9]。256 层 Philips Brilliance iCTA 拥有普通螺旋 CT 无法比拟的优势,iCTA 与 64 层 CT 相比仅需要 2.8 s 时间就能够一次完成从主动脉弓到颅顶范围的扫描^[10];它还有后处理功能强大的 Philips EWB 4.01 工作站,有效地避开了钙化斑块、血管重叠及颅骨等影响^[11]。iCTA 主要有

以下特点:(1)采用了气垫轴承技术;(2)采用了动态四焦点技术;(3)运用了纳米球面探测器技术;(4)运用迭代重建算法对图像进行处理,不但获得了较好的图像质量,而且患者接受的放射剂量再一次下降^[12]。所以说 iCTA 在降低放射剂量的同时又兼顾了扩大探测器覆盖面积及增强扫描时间和分辨率^[13]。

本研究对象为 39 例患有 ICS 的患者,通过颈部血管彩色超声发现 C1 段血管狭窄或闭塞,同时行 iCTA 与 DSA 检查。检查结果发现 78 条颈内动脉起始段,未见狭窄的占 58.9%(46/78),完全闭塞占 3.8%(3/78),狭窄而非闭塞占 37.2%(29/78),iCTA 检查与 DSA 完全一致的共 74 支,占 94.9%;狭窄水平与 DSA 检查结果对比偏低的为 3 支,偏高为 1 支;以 DSA 检查结果为参考指标,iCTA 诊断颈内动脉 C1 段狭窄率 $\geq 30\%$ 及 $\geq 70\%$ 的诊断符合率分别为 93.7%和 95.2%;再以 DSA 检查结果为因变量,iCTA 检查结果为自变量,进行统计回归分析显示:在评价颈内动脉(C1 段)狭窄率方面,iCTA 与 DSA 的检查结果呈正相关($R=0.95, P<0.01$);评价颈内动脉 C1 段狭窄率大于或等于 30.0%的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 92.6%、100.0%、100.0%、98.1%;在评价颈内动脉 C1 段狭窄率大于或等于 70.0%的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 100.0%、98.3%、95.2%、100.0%;iCTA 与 DSA 在检测颈内动脉(C1 段)狭窄检出率中差异无统计学意义,进一步说明了 iCTA 对颈内动脉狭窄率的准确程度。同样,BUERKE 等^[14]以 DSA 的诊断结果为“金标准”,通过 CTA 和 DSA 在颈动脉 C1 段狭窄程度的对比中认为,CTA 在诊断颅外段颈内动脉狭窄时有较高的灵敏度、特异度及准确的阳性预测值和阴性预测值;颈内动脉的慢性闭塞在内科临床上较常见,由于各种因素导致血容量下降时,往往引起对应颅内供血区的低灌注而出现梗死,必要时给予闭塞的颈内动脉开通术,降低远期缺血性卒中事件的发生率。TOEPKER 等^[15]以 DSA 为“金标准”,对比研究发现 CTA 诊断颈动脉闭塞的敏感度、特异度及准确性分别为 100.0%、97.8%和 97.9%。颈内动脉 C1 段血管腔的重度狭窄(即狭窄率 $\geq 70.0\%$)是颈动脉内膜剥脱术(CEA)及血管支架置入术的主要适应证^[1]。本研究发现 iCTA 诊断颈内动脉 C1 段(狭窄 $\geq 70.0\%$)狭窄率的灵敏度、阴性预测值分别达到了 100.0%,这就意味着 iCTA 在诊断重度颈内动脉 C1 段狭窄方面不会出现漏诊。因此,笔者认为 iCTA 在颈内动脉重度狭窄术前评估中基本上可以取代 DSA 检查,可减少患者的痛苦及住院费用。

虽然 iCTA 在诊断颈内动脉狭窄方面灵敏度、特

异度较高,但在临床上仍然可能会出现假阳性及假阴性的现象。本研究中有 2 例 DSA 检查诊断为轻度狭窄而 iCTA 提示未见异常。考虑原因:(1)快速成像时尽管能多角度成像,但轻度偏心型的狭窄还是有可能漏诊^[16];(2)上臂静脉注射对比剂时,头臂静脉、锁骨下静脉甚至与颈动脉伴行的静脉对比剂浓度过高造成下颈段伪影干扰,导致动脉血管壁欠光滑,无法准确诊断是否存在管壁狭窄^[17],而给予追加生理盐水或者调整触发的时间后,就很好地解决了这一问题。本研究中有 2 例在 DSA 上显示为中度狭窄,而在 iCTA 曲面重建技术的图像上显示为 1 例轻度狭窄,1 例为重度狭窄。目前曲面重建技术主要用于主动脉弓上大血管的比邻关系及将迂曲的血管在同一图像上显示出来,对动脉管壁斑块的大小、钙化显示方面较有优势,常常用来测量动脉血管的直径^[18]。但是在实际临床工作中由于操作人员的疏忽,对 CT 图像窗宽、窗距数值的调整不合理,导致一些混合斑块不能充分的显影,出现测量的偏差,有时与血管腔内的密度相似而导致血管狭窄测量偏低;也有时钙化斑块密度较高,特别是环型的钙化斑块在测量时容易出现血管狭窄偏高结果,此时要重新处理图像,选择合适的角度,适当地调整窗宽、窗距的大小,同时结合二维图像的原始数值,就能清楚地显示出实际血管狭窄情况,避免出现诊断偏差。

DSA 技术虽然是诊断 ICS 血管狭窄的“金标准”,但是 DSA 有高风险、高消耗、高放射量等缺点,导致不易被临床患者接受。而 256 层 Philips Brilliance iCTA 拥有普通螺旋 CT 无法比拟的优势。同时,大量的临床研究发现急性缺血性卒中血管内治疗能否获得良好的临床预后很大程度上依赖于术前影像学技术的评估^[19],而 CTA 联合 CT 灌注成像(CT perfusion,CTP)技术起到了重要作用,进一步说明了 CTA 在临床中的重要性。

参考文献

- [1] 中华医学会外科学分会血管外科学组. 颈动脉狭窄诊治指南[J/CD]. 中国血管外科杂志(电子版), 2017, 9(3): 169-175.
- [2] MANNIL M, RAMACHANDRAN J, DE MARTINI I V, et al. Modified dual-energy algorithm for calcified plaque removal evaluation in carotid computed tomography angiography and comparison with digital subtraction angiography[J]. Invest Radiol, 2017, 52(11): 680-685.
- [3] NETUKA D, BELAÂN T, BROULÁKOVÁ K, et al. Detection of carotid artery stenosis using histological specimens: a comparison of CT angiography, magnetic resonance angiography, digital subtraction angiography and

- Doppler ultrasonography[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2016,158(8):1505-1514.
- [4] 唐向阳,袁良津,顾尚恒,等.缺血性脑血管病 TCD、CTA 与 DSA 检查的对比分析[J]. *卒中与神经疾病*,2010,17(6):365-366.
 - [5] BARNETT H J, TAYLOR D W, HAYNES R B, et al. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis[J]. *N Engl J Med*,1991,325(7):445-453.
 - [6] 崔光亮.缺血性脑血管病患者颈动脉斑块以及狭窄的 CTA 研究[D].苏州:苏州大学,2010:3.
 - [7] WANG J, WEN X, LI W, et al. Risk factors for stroke in the Chinese population; a systematic review and Meta-Analysis[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2017, 26(3): 509-517.
 - [8] MAUS V, BEHME D, BORGGREFE J, et al. Carotid artery stenosis contralateral to acute tandem occlusion: an independent predictor of poor clinical outcome after mechanical thrombectomy with concomitant carotid artery stenting[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2017, 45(1/2): 10-17.
 - [9] 袁波,刘运海,谭莉,等.脑动脉狭窄的 CTA、DSA 对比研究临床意义[J]. *脑与神经疾病杂志*, 2016, 24(4): 229-232.
 - [10] 贾慧娟,隋庆兰,付玉存.256 层螺旋 CT 脑灌注成像与颅内动脉狭窄的相关性研究[J]. *医学影像学杂志*, 2011, 21(4): 495-499.
 - [11] 闫燃,任安.256 层 CT 在全身血管检查中的应用[J]. *中日友好医院学报*, 2011, 25(1): 44-46, 50.
 - [12] HEILBRON B, LEIPSIC J. Submillisievert coronary computed tomography angiography using adaptive statistical iterative reconstruction - a new reality[J]. *Canad J Cardiol*, 2010, 26(1): 35-36.
 - [13] EDWARD M H, RYBICKI F J, STEIGNER M. CT coronary angiography: 256-slice and 320-detector row scanners[J]. *Curr Cardiol Rep*, 2010, 12(1): 68-75.
 - [14] BUERKE B, PUESKEN M, WITTKAMP G, et al. Bone subtraction CTA for transcranial arteries; in train dividual comparison with standard CTA without bone subtraction and TOF-MRA[J]. *Clin Radio*, 2010, 65(6): 440-446.
 - [15] TOEPKER M, MAHABADI A A, HEINZLE G, et al. Accuracy of MDCT in the determination of supraaortic artery stenosis using DSA as the reference standard[J]. *Eur J Radiol*, 2011, 80(3): 351-355.
 - [16] 彭磊,崔巍,王玉东.64 层螺旋 CTA 评价颅颈部动脉狭窄的临床研究[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2010, 1(1): 17-21.
 - [17] 蓝玉,罗曙光,秦超,等. CT 血管造影对颈动脉粥样硬化性病变的诊断价值[J]. *山东医药*, 2012, 52(25): 5-8.
 - [18] PAYABVASH S, MCKINNEY A M, MCKINNEY Z J, et al. Screening and detection of blunt vertebral artery injury in patients with upper cervical fractures: the role of cervical CT and CT angiography[J]. *Eur J Radiol*, 2014, 83(3): 571-577.
 - [19] 中国卒中学会,中国卒中学会神经介入分会,中华预防医学会.急性缺血性卒中血管内治疗影像评估中国专家共识[J]. *中国卒中杂志*, 2017, 11(12): 1041-1056.
- (收稿日期:2018-03-11 修回日期:2018-06-06)
-
- (上接第 3523 页)
- [6] WEINGARTEN T N, HERASEVICH V, MCGLINCH M C, et al. Predictors of delayed postoperative respiratory depression assessed from naloxone administration [J]. *Anesth Analg*, 2015, 121(2): 422-429.
 - [7] CHUMPA A, KAPLAN R L, BURNS M M, et al. Nalmefene for elective reversal of procedural sedation in children[J]. *Am J Emerg Med*, 2001, 19(7): 545-548.
 - [8] 胡友洋,杨恒,陈界石,等.小剂量纳美芬增强全身麻醉患者舒芬太尼镇痛作用的临床观察[J]. *安徽医药*, 2015, 19(9): 1802-1803.
 - [9] KONIECZKO K M, JONES J G, BARROWCLIFFE M P, et al. Antagonism of morphine-induced respiratory depression with nalmefene[J]. *Br J Anaesth*, 1988, 61(3): 318-323.
 - [10] 武栋,程斌,高茂龙,等.小剂量纳美芬在老年髌骨骨折患者术后静脉自控镇痛中的应用[J]. *首都医科大学学报*, 2016, 37(2): 241-244.
 - [11] CRAIN S M, SHEN K F. Antagonists of excitatory opioid receptor functions enhance morphine's analgesic potency and attenuate opioid tolerance/dependence liability [J]. *Pain*, 2000, 84(2/3): 121-131.
 - [12] LESSCHER H M, BAILEY A, BURBACH J P, et al. Receptor-selective changes in micro-, delta-and kappa-opioid receptor after chronic naltrexone treatment in mice[J]. *Eur J Neurosci*, 2003, 17(5): 1006-1012.
 - [13] 朱光辉,李军,王祥瑞,等.纳美芬注射液拮抗芬太尼复合麻醉呼吸抑制的多中心、单盲、随机对照试验[J]. *中国新药与临床杂志*, 2011, 30(2): 103-106.
- (收稿日期:2018-01-30 修回日期:2018-04-16)