

• 骨骼肌肉影像学 •

CTA 对于诊断外伤性四肢动脉损伤的 Meta 分析

胡磊, 查云飞, 邢栋, 王克军, 龚威, 闫立永, 王娇, 林苑

【摘要】 目的:探讨 CTA 对急性四肢动脉损伤的诊断效果。**方法:**检索 PubMed、EBSCO、Cochrane Database Systematic Reviews、CNKI 等数据库,筛查相关研究文献,运用 QUSDA-2 工具对研究对象进行系统评价,提取纳入文献的真、假阳性数,真、假阴性数,进行异质性检测,合并统计量,绘制受试者工作特征曲线(SROC)。**结果:**本研究共纳入文献 9 篇,纳入文献均表现为高质量、较低偏倚风险和临床适用性风险。合并灵敏度、特异度、阳性似然比、阴性似然比、诊断 OR 值分别为 0.98(95%CI:0.96~1.00)、0.99(95%CI:0.97~1.00)、33.09(95%CI:15.75~69.53)、0.04(95%CI:0.02~0.07)、1100.47(95%CI:376.48~3216.73)。SROC 下面积为 0.99,Q 指数为 0.9689。**结论:**CTA 对于创伤性四肢动脉损伤的诊断具有较高的敏感度和特异度,可以作为四肢外伤术前筛查血管损伤的有效方法。

【关键词】 CT 血管成像; 血管造影术,数字减影; 创伤; 动脉损伤; META 分析

【中图分类号】 R543.5; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2015)09-0944-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.09.013

CT angiography in the diagnosis of traumatic arterial injury of extremity: a Meta analysis HU Lei, ZHA Yun-fei, XING Dong, et al. Department of Radiology, Remin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, P. R. China

【Abstract】 Objectives: To evaluate the diagnostic efficiency of CT angiography (CTA) in detecting acute traumatic arterial injury of extremity. **Methods:** Databases including PubMed, EBSCO, Cochrane library and CNKI were used for screening correlated literature. Using QUADAS 2 for systematic evaluation of the study. Data of true positive, false positive, true negative, false negative in these literature were extracted for further heterogeneity study, statistical pooling and summary receiver operating characteristic curve (SROC) were analyzed. **Results:** Totally 9 pieces of literature met the standard of high quality, relative low risk of deviation and risk for clinical application. The pooled sensitivity, specificity, PLR, NLR and Diagnosis OR values were 0.98 (95%CI:0.96~1.00), 0.99 (95%CI:0.97~1.00), 33.09 (95%CI:15.75~69.53), 0.04(95%CI:0.02~0.07) and 1100.47(95%CI:376.48~3216.73), respectively. The area under SROC was 0.99 and the Q index was 0.9689. **Conclusion:** CTA has high sensitivity and specificity for the diagnosis of arterial injury in patients with extremity trauma and can be used as an effective screening modality for traumatic arterial injury of extremities.

【Key words】 Computed tomography angiography; Angiography, digital subtraction; Trauma; Artery injuries; Meta-analysis

急性四肢动脉损伤是临床常见的创伤,对于急性四肢创伤患者,血管损伤的存在与否与临床治疗方式密切相关。如果急性四肢动脉损伤不能保证及时有效地评估、处理,患者肢体可能出现严重的血管障碍,继而导致肢体缺血坏死,更为严重者可危及生命^[1]。长久以来,DSA 一直被认为是检测四肢动脉损伤最为可靠的方式^[2]。对于急性创伤患者进行 DSA 检查可以有效地避免不必要的外科手术探查^[1],但 DSA 检查耗时相对较长、费用相对较高,且具有侵袭性^[3]。CT 血管成像(computed tomography angiography,CTA)已经成为 CT 成像技术方面最重要的发展成就^[4],由于 CT 成像速度快,价格相对低廉,且不具有侵袭性,临床已经逐渐开始尝试运用 CTA 替代 DSA 作为四肢

创伤的术前评估手段。在过去的 10 年,CTA 对于检测外伤性四肢动脉损伤方面的研究主要是以 DSA 和外科手术探查作为对照,相关文献报道的诊断特异度以及阴性预测值不尽相同,前者范围在 82%~100%之间,后者范围在 90.0%~99.3%之间^[5]。尽管 CTA 对于急性四肢动脉损伤的诊断效能能在 2005 年前总体低于 DSA^[6],但是随着 CT 硬件、后处理软件的进步以及影像医师诊断经验的提升,CTA 的诊断符合率也在提升^[7]。本研究旨在对 CTA 诊断创伤导致血管损伤的灵敏性和特异性进行系统评价,为 CTA 关于四肢动脉损伤诊断提供合理可靠、公正客观的循证医学证据。

材料与方法

1. 研究对象

运用 CTA 及后处理技术诊断创伤导致四肢动脉损伤的文献。

作者单位:430060 武汉,武汉大学人民医院放射科

作者简介:胡磊(1990—),男,湖北襄阳人,硕士研究生,主要从事骨骼肌肉血管影像研究工作。

通讯作者:查云飞, E-mail:zhayunfei999@126.com

2. 检索策略

以英文关键词“peripheral arterial injury”、“computed tomography angiography”、“surgery”、“DSA”检索 PubMed (1990－2014. 12)、Cochrane Database Systematic Reviews (1990－2014. 12)、EMbase (1990－2014. 12)数据库;以中文关键词“外周动脉损伤”、“CTA”搜索 CNKI 数据库(1990－2014. 12),同时采用人工搜索,对拟纳入文献而缺失部分资料的,通过网络或电话与作者联系。

3. 纳入标准

文献中以 DSA 和外科手术为金标准,采用双盲评价结果,纳入研究的患者全面,纳入文献拥有原始数据,能直接或间接获得真假阳性数,真假阴性数或敏感度、特异度等数据,数据未见重复发表,样本量大于 10。

4. 纳入研究的文献质量评价

由 2 名研究者根据 QUADAS2 (Review Manager 5. 2)对每个纳入的文献独立进行文献质量评价^[8]。意见出现分歧时,通过协商或提请第三方解决。

5. 数据提取

两名作者根据纳入标准独立对检索文献的标题和摘要进行初筛,初筛后仔细阅读全文,剔除质量低下、数据不全及重复发表的文章,出现不同意见时通过协商解决。提取数据包括:研究者、论文发表年限、研究者所在国家、检查设备、患者例数、参考标准、检查部位,真假阳性数、真假阴性数。

6. 统计学处理

采用 Meta-disc 1. 4 软件进行统计学分析。异质性检验水准为 $\alpha=0. 1$,同时结合 I^2 异质性大小, $I^2<25\%$ 则异质性较小; $25\%<I^2<50\%$ 则为中度异质性; $I^2>50\%$ 则各研究结果间存在高度异质性。如果不存在异质性,合并效应量,同时用 Meta-disc 1. 4 绘制综合接受者工作特征曲线(summary receiver operating characteristic curve, SROC)。如果纳入研究的异质性明显,则分析产生异质性的原因,只进行描述性分析。

结 果

1. 文献检索结果

共检索文献 453 篇,通过阅读文题及摘要进行初筛,共筛出 13 篇文献(英文 9 篇,中文 4 篇)。通过阅读全文,按照排除标准排除文献 1 篇,数据提供不全文献 3 篇,最终纳入文献 9 篇^[9-17]。

2. 纳入文献基本特征

纳入的 9 篇文献,8 篇来自国外中 1 篇来自国内,共 642 例,回顾性实验设计 6 篇,前瞻性实验设计 3 篇,损伤血管部位下肢共 3 篇,余为上下肢皆有损伤。

9 篇文献的后处理及参考标准如表 1 所示。

表 1 四肢动脉损伤 CTA 研究 Meta 分析纳入文献的基本特征

作者	实验设计	纳入患者数量(例)	损伤动脉部位	层厚(cm)	重建技术
Busquets ^[9]	回顾性	95	上肢及下肢	1.0	MIP,VRT,CPR,SSD
Inaba ^[16]	回顾性	59	下肢	1.6	VRT
Solo ^[11]	回顾性	139	下肢	0.8	VRT,MPR
Iezzi ^[12]	回顾性	47	上肢及下肢	1.5	MIP,VRT,MPR
Hogan ^[13]	回顾性	32	上肢及下肢	1.6	MPR
Seamon ^[14]	前瞻性	21	上肢及下肢	0.75	MPR
Foster ^[15]	回顾性	284	下肢	0.625	MIP,VRT,CPR
Inaba ^[10]	前瞻性	73	上肢及下肢	1.0	MIP,VRT,CPR
李鑫 ^[17]	前瞻性	18	上肢及下肢	1.0	CTVE,MPR,MP,CPR

注:MIP,最大密度投影;VRT,三维容积漫游;CPR,曲面重建;MPR,多平面重建;CTVE,仿真内窥镜;SSD,表面遮盖三维重组图像。

3. 纳入研究的质量评价

前瞻性文章在患者选择方面具有更小的偏倚风险,而回顾性文章具有较高的纳入偏倚。关于“待评价试验”即 CTA 的偏倚风险评估方面,8 篇文献表现为低风险,1 篇表现为不清楚。参考标准的偏倚风险评估中,8 篇表现为低风险,1 篇表现为不清楚。病例流程与进展的偏倚风险评估中,7 篇为低风险,2 篇表现不清楚。说明纳入文献在病例选择方面拥有相对较高的偏倚风险(图 1、2)。在待评价试验、金标准、病例流程和进展方面表现为相对低风险。在临床适用性方面表现为低风险。综合以上结果,可以认为纳入文章质量较高。

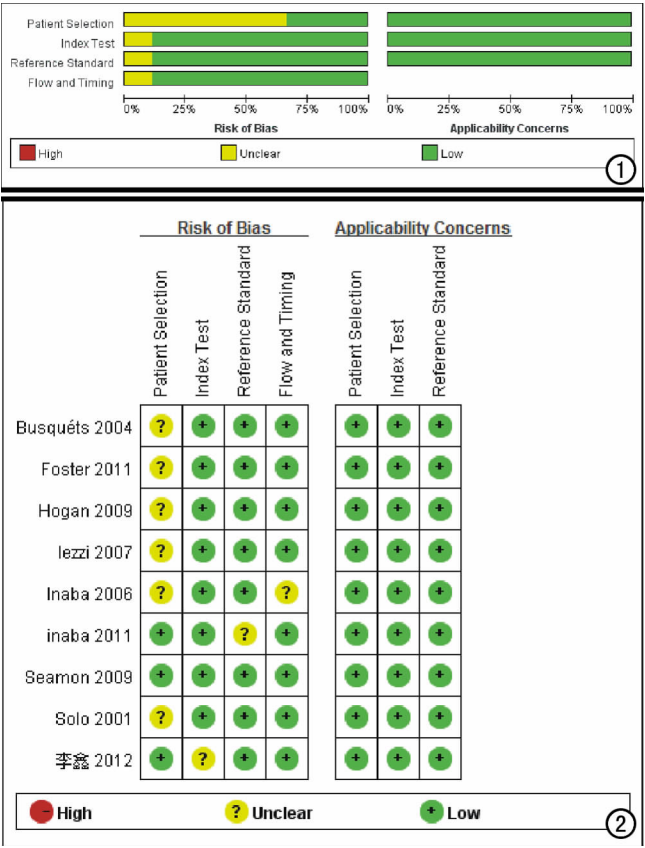


图 1 质量评价结果条形图。图 2 质量评价结果总结图。红色代表高风险,黄色代表风险不明确,绿色代表低风险。

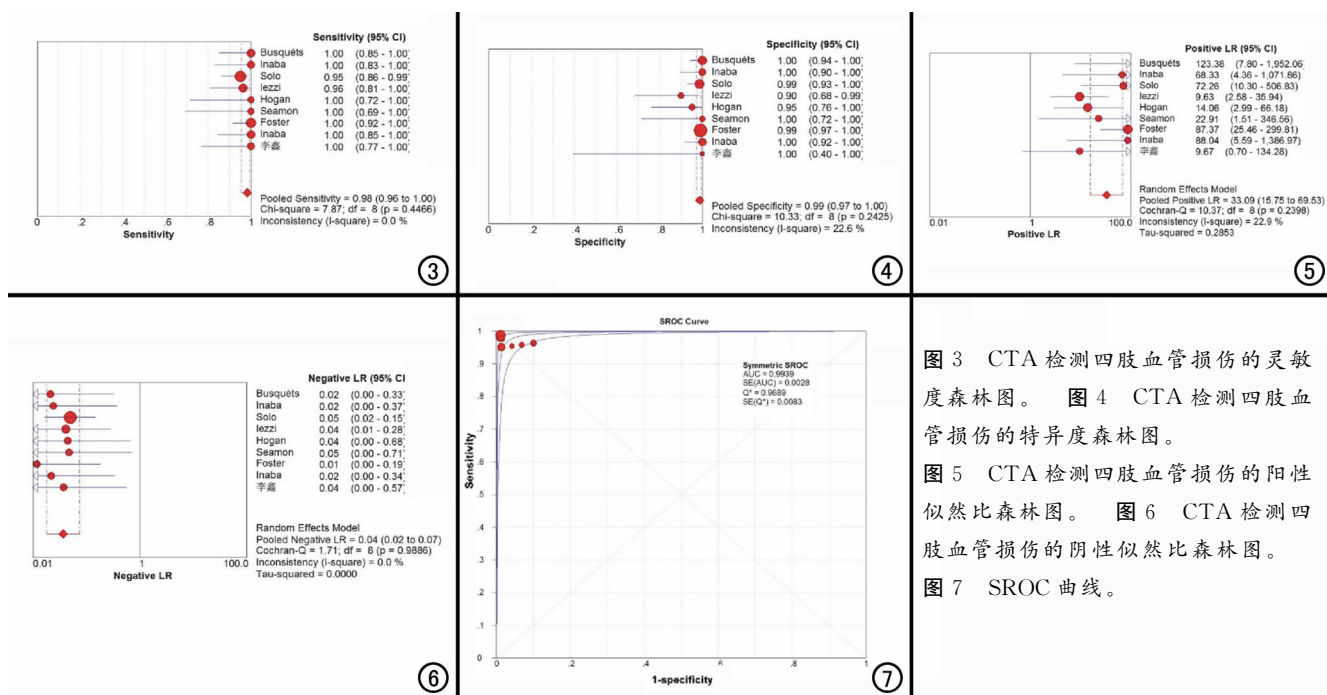


图 3 CTA 检测四肢血管损伤的灵敏度森林图。图 4 CTA 检测四肢血管损伤的特异度森林图。图 5 CTA 检测四肢血管损伤的阳性似然比森林图。图 6 CTA 检测四肢血管损伤的阴性似然比森林图。图 7 SROC 曲线。

4. Meta 分析

异质性检验:通过观察 SROC 曲线平面图发现结果不呈“肩臂”状分布,提示不存在阈值效应。对于非阈值效应导致的异质性检验中, $P=0.693$, $I^2=0\%$,证明不存在非阈值效应导致的异质性。综上,各研究之间异质性小。

Meta 分析结果:采用随机效应模型合并效应量,合并灵敏度、特异度、阳性似然比、阴性似然比、诊断 OR 值分别 0.98(95%CI:0.96~1.00)、0.99(95%CI:0.97~1.00)、33.09(95%CI:15.75~69.53)、0.04(95%CI:0.02~0.07)、1100.47(95%CI:376.48~3216.73)。各组合并效应量之间差异均无统计学意义(图 3~6)。

SROC 分析:CTA 的 SROC 曲线下面积(area under curve, AUC)为 0.99, Q 指数为 0.9689(图 7)。

讨 论

1. Meta 分析的临床研究应用价值

尽管诸多的医疗机构已经开始运用 CTA 代替 DSA 作为急性创伤患者血管损伤探查的方法^[18],但尚无明确的循证医学证据证明 CTA 拥有比 DSA 相同甚至更高的特异度和敏感度。国内外大量的研究文献由于地域、人种、设备条件的参差不齐,研究结果也都不尽相同。本研究纳入的 9 篇文献来源于不同国家,通过对纳入文献的筛查、质量评估,保证纳入文献的质量水平,从而确保了 Meta 分析的可靠性。本研究通过对 9 篇文献的诊断效应指标进行合并来增加统计功效,进而提供更为可靠的循证医学证据。

纳入文献的合并灵敏度为 0.98(95%CI:0.96~1.00),表明 CTA 对于急性四肢动脉损伤具有较高的真阳性率,能较好地检测出急性四肢动脉损伤。合并特异度为 0.99(95%CI:0.97~1.00),说明 CTA 可以正确地判断无血管损伤的患者。阳性似然比是真阳性率和假阳性率的比值,阴性似然比是假阴性率和真阴性率的比值。因此,前者越大,说明诊断价值越高,后者越小,也说明诊断价值越高。本研究合并阳性似然比和阴性似然比分别 33.09(95%CI:15.75~69.53)和 0.04(95%CI:0.02~0.07),两者共同表明 CTA 对于急性外伤患者是否具有血管损伤拥有较高的诊断价值。诊断 OR 值是 CTA 对于检测外伤患者出现阳性结果与阴性结果的倍数,本研究合并诊断 OR 值为 1100.47(95%CI:376.48~3216.73),进一步表明 CTA 拥有较高的病变检出率。

SROC 曲线是综合评价诊断可靠程度的方法, SROC 曲线法对拥有同一检测目标的多个诊断性试验进行 Meta 分析,根据比数比权重拟合 SROC 曲线,并且计算 SROC 曲线下面积。图 8 内 9 个圆点为根据各研究的敏感度和特异度绘制的散点图, SROC 曲线下面积越接近 1,表示试验准确度越高。本研究 SROC 曲线下面积为 0.99,高度接近 1,证明 CTA 对于诊断急性创伤导致的四肢动脉损伤具有非常高的准确度。

2. 纳入研究质量及偏倚控制

本研究检索国内外大型数据库,并且结合参考文献进行二次检索,漏检率低。纳入的 9 篇文献中 8 篇为英文文献。纳入的 9 篇文献均采用 DSA 及外科手术作为参考标准,因此研究结果异质性较小,而纳入文

献均采用双盲研究方法,也使得研究质量较高。

3. CTA 对于血管损伤的诊断意义

长久以来,DSA 被认为是诊断血管病变的金标准,然而 DSA 检查耗时长,创伤大,费用相对较高,同时对于潜在的血管损伤患者,DSA 有可能由于操作不当或施术者经验不足而导致医源性损伤。对于外伤后需紧急评估血管损伤的患者,急诊 CTA 可以为临床评估病情争取更多时间^[19]。CTA 另一个优势在于可以清晰显示血管病变的周围组织结构,比如血管损伤周围的血肿、软组织挫伤、骨折等^[20,21],这对于急诊手术的术前评估有着非常重要的意义。此外,对于四肢动脉 CTA 检查,数据量大,临床医生可以根据自己的需求通过工作站进行图像后处理,比如最大密度投影、曲面重建、多平面重建等,通过对原始图像的重建,可以为损伤血管的探查提供更为可靠的影像学信息^[22]。

然而,CTA 对于评估血管损伤也有一些劣势,对比剂浓度不够、血管痉挛都有可能被误判为血管的断裂或闭塞。严重的软组织肿胀或血肿挤压也可导致局部血管显示不清晰;同时操作人员对于血管造影时间节点的把握、后处理人员对于原始图像处理的能力也对诊断准确度有一定影响。

4. 本研究的局限性

纳入研究的患者多为急症患者,由于纳入研究对象本身的限制,本文纳入研究的文献中有 6 篇^[9,11-13,15,16]为回顾性研究,在已经完成 DSA 或手术后,回顾性地由影像工作者进行双盲评估。本文纳入研究对象中 6 篇为回顾性,3 篇为前瞻性,一定程度上加大了研究的病例选择偏倚;纳入的 9 篇文献,采用的 CT 机型、规格不尽相同,后期图像后处理方式也不尽相同。参与图像评估的影像工作人员的工作阅历、自身业务水平也可能存在一定差距,而且有 4 篇文献^[9-11,17]没有给出详细的疾病判定标准,因此在受试试验方法(即 CTA)选择方面存在一定偏倚。5 篇文献^[10-13,17]将 DSA 或外科手术作为金标准,4 篇文献^[9,14-16]将两者共同作为金标准,并非所有纳入文献都采用了一致的参考标准,因此纳入文献可能会由于参考标准不一而导致金标准选择偏倚。9 篇文章均没有详细报道诸如临床体格检查、详细病史、临床症状等有意义的参考信息,对于 CTA 和参考标准检查的间隔时间亦没有明显、统一的规定。因此,在试验流程、间隔时间方面存在一定偏倚。

综上所述,CTA 对诊断创伤导致的血管损伤很高的特异度和敏感度,可以较为准确地检测到外伤导致的血管损伤,与此同时,CTA 具有创伤小、检查时间短、并发症少的特点,基于上述优点,CTA 可以作为创伤导致四肢血管损伤的急诊检查方法。

参考文献:

- [1] Shah N, Anderson SW, Vu M, et al. Extremity CT angiography: application to trauma using 64-MDCT[J]. Emerg Radiol, 2009, 16(6): 425-432.
- [2] Pieroni S, Foster BR, Anderson SW, et al. Use of 64-row multidetector CT angiography in blunt and penetrating trauma of the upper and lower extremities[J]. Radiographics, 2009, 29(3): 863-876.
- [3] Albrecht T, Foert E, Holtkamp R, et al. 16-MDCT angiography of aortoiliac and lower extremity arteries: comparison with digital subtraction angiography[J]. AJR, 2007, 189(3): 702-711.
- [4] Sun Z, Ng KH. Multislice CT angiography in cardiac imaging. Part III: radiation risk and dose reduction[J]. Singapore Med J, 2010, 51(5): 374-380.
- [5] Patterson BO, Holt PJ, Cleanthis M, et al. Imaging vascular trauma[J]. Br J Surg, 2012, 99(4): 494-505.
- [6] Biffl WL, Egglin T, Benedetto B, et al. Sixteen-slice computed tomographic angiography is a reliable noninvasive screening test for clinically significant blunt cerebrovascular injuries[J]. J Trauma, 2006, 60(4): 745-752.
- [7] Fritz J, Efron DT, Fishman EK. Multidetector CT and three-dimensional CT angiography of upper extremity arterial injury[J]. Emerg Radiol, 2014, 22(3): 269-282.
- [8] Saldarriaga W, Garcia-Perdomo HA, Arango-Pineda J, et al. Karyotype versus genomic hybridization for the prenatal diagnosis of chromosomal abnormalities: a metaanalysis[J]. Am J Obstet Gynecol, 2015, 212(3): e1-e10.
- [9] Busquets AR, Acosta JA, Colon E, et al. Helical computed tomographic angiography for the diagnosis of traumatic arterial injuries of the extremities[J]. J Trauma, 2004, 56(3): 625-628.
- [10] Inaba K, Branco BC, Reddy S, et al. Prospective evaluation of multidetector computed tomography for extremity vascular trauma[J]. J Trauma, 2011, 70(4): 808-815.
- [11] Soto JA, Munera F, Morales C, et al. Focal arterial injuries of the proximal extremities: helical CT arteriography as the initial method of diagnosis[J]. Radiology, 2001, 218(1): 188-194.
- [12] Iezzi R, Cotroneo AR, Pascali D, et al. Multi-slice CT (MSCT) angiography for assessment of traumatic lesions of lower limbs peripheral arteries[J]. Emerg Radiol, 2007, 14(6): 389-394.
- [13] Hogan AR, Lineen EB, Perez EA, et al. Value of computed tomographic angiography in neck and extremity pediatric vascular trauma[J]. J Pediatr Surg, 2009, 44(6): 1236-1241.
- [14] Seamon MJ, Smoger D, Torres DM, et al. A prospective validation of a current practice: the detection of extremity vascular injury with CT angiography[J]. J Trauma, 2009, 67(2): 238-244.
- [15] Foster BR, Anderson SW, Uyeda JW, et al. Integration of 64-detector lower extremity CT angiography into whole-body trauma imaging: feasibility and early experience[J]. Radiology, 2011, 261(3): 787-795.
- [16] Inaba K, Potzman J, Munera F, et al. Multi-slice CT angiography for arterial evaluation in the injured lower extremity[J]. J Trauma, 2006, 60(3): 502-507.
- [17] 李鑫, 王莉娟, 李俊峰. 双源 CT 血管成像在下肢血管损伤后并发症中的应用[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2013, 10(3): 279-281.

[18] Anderson SW, Foster BR, Soto JA. Upper extremity CT angiography in penetrating trauma: use of 64-section multidetector CT [J]. Radiology, 2008, 249(3): 1064-1073.

[19] Merchant N, Scalea T, Stein D. Can CT angiography replace conventional bi-planar angiography in the management of severe scapulothoracic dissociation injuries? [J]. Am Surg, 2012, 78(8): 875-882.

[20] Egglin TK, O'Moore PV, Feinstein AR, et al. Complications of peripheral arteriography: a new system to identify patients at increased risk[J]. J Vasc Surg, 1995, 22(6): 787-794.

[21] Dariushnia SR, Gill AE, Martin LG, et al. Quality improvement guidelines for diagnostic arteriography[J]. J Vasc Interv Radiol, 2014, 25(12): 1873-1881.

[22] Bozlar U, Ogur T, Norton PT, et al. CT angiography of the upper extremity arterial system: Part 1-Anatomy, technique, and use in trauma patients[J]. AJR, 2013, 201(4): 745-752.

(收稿日期: 2015-03-23 修回日期: 2015-05-07)

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
- (本刊编辑部)