

下肢动脉硬化闭塞症 CTA 检查的诊断思路及结构式报告

范则杨, 王霄英

【摘要】 CTA 在下肢动脉硬化闭塞症诊断及随访过程中起到重要作用, 本文旨在介绍下肢动脉硬化闭塞症的诊断分级, 介绍下肢 CTA 检查技术、影像诊断思路及下肢 CTA 结构式报告。

【关键词】 下肢动脉硬化闭塞症; 下肢 CTA; 结构式报告

【中图分类号】 R814. 42; R543. 5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)12-1300-06

DOI:10. 13609/j. cnki. 1000-0313. 2017. 12. 020

下肢动脉硬化闭塞症(arteriosclerosis obliterans, ASO)也称下肢外周动脉疾病(peripheral arterial disease, PAD), 是血管外科常见疾病, 是因动脉硬化造成下肢供血动脉内膜增厚、管腔狭窄或闭塞, 导致肢体供血不足, 可引起间歇性跛行、下肢及足部缺血性静息痛等症状, 严重者可出现下肢溃疡、坏疽、软组织缺损, 甚至导致截肢等, 严重影响患者的生活质量^[1-2]。

世界范围内 ASO 的患病率为 3%~12%, 多发于中低收入国家, 60~80 岁人群的发病率>10%。危险因素包括吸烟、糖尿病、高血压、高脂血症和高同型半胱氨酸血症等。对于 ASO 重症患者应当积极处理, 治疗目的是缓解症状, 控制血管疾病进展, 避免并发症。治疗方法包括生活方式干预(戒烟、体育锻炼)、药物控制危险因素(抗血小板、降压、降血脂、降血糖等)、药物治疗和血运重建治疗(腔内手术、外科手术)等^[1-3]。

下肢 CTA 检查可详细显示血管狭窄的位置、程度等病变信息, 结合临床表现及辅助检查, 可帮助临床医师在治疗前制订正确的临床决策。在治疗后随访中下肢 CTA 可评估血管再通情况, 指导进一步的治疗计划。因此下肢 CTA 在 ASO 的诊治中发挥了重要作用。

ASO 的诊断及分级

中华医学会外科学分会血管外科学组关于 ASO 的专家共识中 ASO 的主要诊断标准: ①年龄>40 岁; ②有吸烟、糖尿病、高血压或高脂血症等高危因素; ③有下肢动脉硬化闭塞症的临床表现; ④缺血肢体远端动脉搏动减弱或消失; ⑤踝肱指数(Ankle brachial index, ABI)≤0. 9; ⑥彩色多普勒超声、CTA、MRA 和 DSA 等影像学检查显示相应动脉的狭窄或闭塞等病

变。符合上述诊断标准前 4 条可以做出 ASO 的临床诊断^[1]。

下肢动脉硬化闭塞症的临床及客观评估标准主要包括临床表现、血流动力学检查、下肢动脉超声检查和影像学检查等。泛大西洋介入会议(TransAtlantic Inter-Society Consensus, TASC)和美国心脏病协会(American Cardiology College/American Heart Association, ACC/AHA)分别制订了 ASO 诊治指南^[2,4-5], 其中均提及应根据临床症状的严重程度对患者进行分类, 不同分类对应不同的治疗策略。临床上常采用下肢动脉硬化闭塞症 Rutherford 分级, 该分级方法是根据临床表现和客观指标来评估肢体缺血的严重程度(表 1)^[6]。

表 1 下肢动脉硬化闭塞症的 Rutherford 分级

分级	分类	临床表现	客观诊断标准
0	0	无症状及血流动力学改变	平板运动试验或反应性充血试验正常
I	1	轻度间歇性跛行	可完成运动试验, 踝压>50mmHg。但较静息值≥20mmHg
I	2	中度间歇性跛行	1 类与 3 类之间
I	3	重度间歇性跛行	不能完成运动试验, 活动后踝压<50mmHg
II	4	静息痛	静息踝压<40mmHg, 足背及胫后动脉难测及, 趾压<30mmHg
III	5	小块组织缺损	静息踝压<60mmHg, 足背及胫后动脉难测及, 趾压<40mmHg
III	6	大块组织缺损(超过跖骨平面)	与 5 类相同

注: II 级、III 级, 即 4、5、6 类归为慢性严重肢体缺血。

ASO 患者在行 CTA 检查前, 通常临床上已经诊断明确, 影像检查并不是以定性诊断为主要目的, 而是要准确评估血管狭窄、闭塞的部位及程度等信息, 这应是影像报告的重点描述内容。在评估患肢缺血程度时, 与对侧肢体进行对比也较为重要, 因此影像描述也要包括对侧血管的情况。

ASO 患者的下肢 CTA 检查是直接为患者和临床医师服务的。以间歇性跛行为例, 当保守治疗(控制危

作者单位: 100034 北京, 北京大学第一医院医学影像科(王霄英), 介入血管外科(范则杨)
作者简介: 范则杨(1992—), 男, 内蒙古包头人, 博士研究生, 主要从事介入放射学工作。
通讯作者: 王霄英, E-mail: cjr. wangxiaoying@vip. 163. com

险因素、运动治疗、药物治疗)3~6 个月后疗效不佳时,临床医师申请下肢 CTA,欲显示影像学可见病变,其潜在的问题是患者是否需要血运重建治疗^[7]。因此,下肢 CTA 承担的最直接任务就是腔内成形或外科手术的术前评估,影像诊断医师应对上述两种治疗方式有充分了解,读片和写报告时才能针对性地描述影像发现,以帮助临床医师高效率地做出决策。

ASO 的 CTA 检查技术

下肢 ASO 常用检查方法见表 2。这些检查的目的是诊断或排除 ASO,并评估病情的严重程度。踝肱指数(ABI)、趾肱指数(toe brachial index, TBI)和分段测压等是评估血流动力学的重要方法。ABI 指踝部动脉收缩压与上臂肱动脉收缩压的比值,可在影像学检查前优先进行测量。对于有间歇性跛行及其它下肢缺血症状的患者,ABI<0.9 有诊断意义^[1]。影像学检查包括下肢动脉超声及多普勒成像、CTA、MRA 和 DSA。CTA 和 MRA 检查的主要目的是确定病变部位及严重程度。目前,下肢 CTA 检查是临床上最为常用的术前评估手段^[8]。

1. 下肢 CTA 检查中应注意的安全事宜

下肢 ASO 常与慢性肾功能不全相关,因此注射对比剂之前应了解肾脏功能^[10],评估对比剂肾损害的风险,以尽可能减少对比剂肾病等对比剂相关不良事件的发生^[11]。

CTA 检查应使用先进的扫描技术,既可降低射线辐射的损害^[12],又可降低对比剂风险。如结合迭代重建算法的低 kV 技术,配合个性化、低剂量的对比剂注射方案,在保障图像质量的前提下降低了风险^[13]。双能量 CT 技术也有一定的潜力,配合各种优化的图像重建方式,能去除血管壁钙化,减少对狭窄的过度诊断,也可使血管内碘对比剂的显影效果更好^[14]。

需要指出的是,如果患者有重度肾功能不全,以对比剂增强 MRA 替代 CTA 不是最佳的方案,因 MR 钆对比剂在肾功能不全的人群中使用也是有风险的^[15],

此时可使用无对比剂的 MRA 检查技术,是一个折衷方案^[16]。

2. 下肢 CTA 扫描范围

下肢 CTA 的评估范围不仅限于肢体,根据 2015 年 TASC II 修订分级标准,下肢 CTA 扫描范围应包含三部分(图 1):主髂动脉、股腘动脉和膝下动脉^[4]。主髂动脉区域包括腹主动脉下段、双侧髂总动脉、髂外动脉和髂内动脉;股腘动脉区域包括双侧股浅动脉、股深动脉和腘动脉;膝下动脉区域包括双侧胫前动脉(含胫腓干)、胫后动脉、腓动脉、足背动脉和足底动脉。因此扫描范围通常为自肾下极至足部水平。

动脉粥样硬化是全身疾病,下肢 ASO 患者中肾动脉狭窄的发生率高于健康人群^[17]。应本单位介入血管外科的要求,下肢 CTA 检查时可根据患者情况,扫描范围包括并评估双侧肾动脉^[18]。

3. 下肢 CTA 的图像后处理

扫描完成后,要对原始图像进行重建和重组,将病变直观地呈现给临床医师。重组(及照相)的方法应与临床医师充分沟通,适应本单位临床医师的诊断要求和读片习惯。通常根据需求选择如下方法:曲面重组(curved planar reformation, CRP)显示腔内情况;最

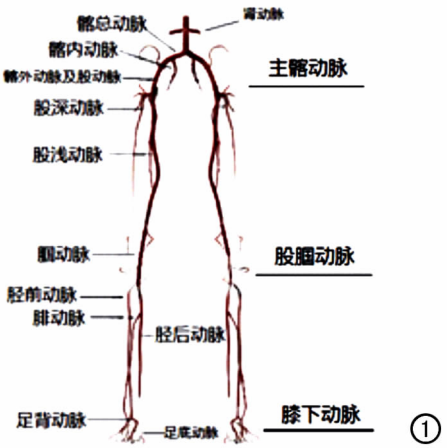


图 1 下肢动脉解剖示意图。按照 TASC II 修订分级标准,将下肢动脉分为三部分:主髂动脉、股腘动脉、膝下动脉。

表 2 下肢 ASO 常用检查方法^[9]

名称	无创/有创	电离辐射	特点
ABI	无创	无	快速、简便评价外周动脉硬化程度,可优先进行
超声	无创	无	可评估下肢动脉狭窄部位、程度,提供收缩期峰值流速(peak systolic velocity, PSV)、搏动指数(pulsatility index, PI)等血流动力学参数,是首选的筛查方法。ENREF_1,具有检出率高、实时动态、方便快捷、可重复的特点。缺点是评估准确性依赖操作者水平、且较难以提供病变的精确信息。
CTA	无创,检查前需评估肾功能	有	使用广泛,扫描速度较快,广泛用于下肢 ASO 的诊断、治疗前评估及术后随访。可通过后处理提供三维信息,并包含扫描范围内部分软组织信息,在一定程度上可以替代 DSA。缺点是对于膝下动脉严重钙化病变评估较困难。
MRA	无创,可不使用对比剂	无	发展迅速,对肾功能受损人群,可使用非增强 MRA 技术。缺点是空间分辨率较 CTA 低,钙化病变不易显示,且扫描时间较长,支架术后易出现伪影,且不适用于有磁共振扫描禁忌的患者
DSA	有创	有	确定血管病变部位及程度的金标准,可同时行下肢腔内成形治疗

大密度投影(maximum intensity projection, MIP)了解管壁钙化及周围解剖;容积再现(volume rendering, VR)可显示下肢血管的全貌;多平面重组(multiplanar reformation, MPR)从多角度观察血管。影像医师做出诊断时,应综合横轴面重建及重组图像,综合做出血管狭窄等病变特征的判断^[19]。

ASO 的 CTA 诊断思路

1. 下肢 CTA 阅片顺序

核对患者信息,了解病史(症状、体格检查)及其它检查(ABI、超声),评价图像质量,调整窗宽、窗位,顺序观察横轴面原始图像,同时结合多种后处理技术(MIP、MPR、CPR、VR)观察血管解剖及病变,最后综合横轴面原始图像及后处理图像做出血管病变的诊断。

了解各种后处理方法的特点对于诊断很有帮助(表 3)。MIP 与 DSA 图像最相似,可直观显示血管整体情况,尤其在血管钙化病变较轻时,可直观了解血管解剖及血运情况,但 MIP 图像可能会夸大狭窄的严重程度,且难以评估严重钙化血管及支架内情况^[20]。_ENREF_21VR 图像可以反映血管的三维信息,从多角度显示血管树的全貌及立体解剖情况,但与 MIP 图像相似,不易显示严重钙化血管及支架内情况。CPR 图像可获得血管剖面信息,对于明确病变程度及支架内情况很有帮助,但单纯 CPR 图像无法准确提供病变的精确位置信息,需结合横轴面图像或 MPR 图像进行定位。冠状面、矢状面及斜面 MPR 图像及横轴面图像在 PACS 系统中可直接获得,对于血管病变的诊断及定位很有帮助,但 MPR 图像的处理较依赖报告医师的操作水平^[21]。

表 3 下肢 CTA 各种后处理方法的特点

诊断任务	横轴面 图像	VR	MIP	CRP	MPR
评价血管直径减少	√√	√	√	√	√√
评价血管面积减少	√	×	×	×	√
观察血管解剖概貌	×	√√	√√	√	√
受严重钙化或支架影响	轻度	中度-重度	重度	轻度	轻度

注:√代表较好,√/代表号,×代表不能。

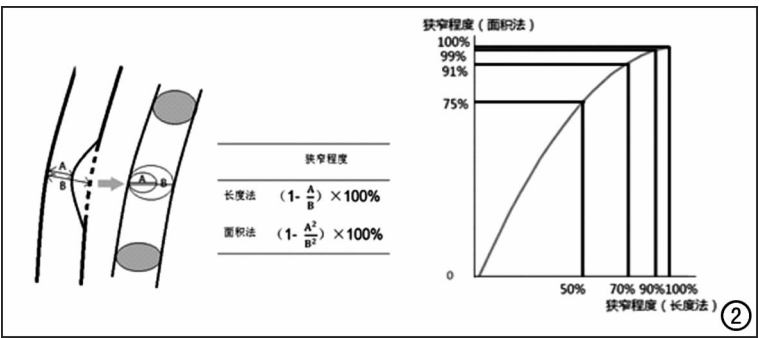


图 2 血管狭窄程度计算方法示意图。a)2 种血管狭窄程度测量方法及计算简式,A 和 B 分别为实际管腔直径和血管内径;b)血管直径狭窄程度与面积狭窄程度的关系。

2. 下肢 CTA 上血管病变的特征

ASO 的众多影像学特征中,最重要的是血管狭窄程度。血管狭窄程度可通过测量直径减少程度或面积减少程度来评估^[22]。在下肢 CTA 影像报告中,推荐使用直径减少的程度、而不是面积减少的程度。虽然血管直径减少与面积减少呈正相关,但理想情况下,血管直径减少 50%、70%、90% 分别对应血管面积减少 75%、90%、99%,即以面积减少为标准易高估病变程度。血管直径狭窄程度与血管面积狭窄程度的关系见图 2。以血管直径的减少为标准更直观、简便,可较好地与 DSA 金标准的评估结果保持一致。

参考冠脉 CAD-RADS 血管狭窄程度评价标准^[23]_ENREF_21,将主髂动脉(含肾动脉)、股腘动脉狭窄程度分为 5 级:正常、轻度狭窄、中度狭窄、重度狭窄和闭塞(表 4)。

ASO 病变的其它特征包括斑块形态、斑块成分、狭窄部位等。对于主髂动脉及股腘动脉病变,应描述病变为局灶、多发或弥漫,弥漫病变需描述病变累及的长度(<3cm、3~10cm、>10cm),并且描述病变是否有严重钙化、是否位于血管分叉处、是否存在侧支循环等,这些病变特征均可用于指导临床医师选择治疗决策。因膝下动脉较细,此处有重度病变的患者常合并糖尿病或慢性肾脏病,下肢 CTA 有时难以精确评价衡量膝下动脉的狭窄百分比^[9,24],因此推荐对膝下动脉病变只进行定性描述,应描述膝下病变的位置、钙化

表 4 下肢 CTA 血管狭窄程度分级及示意图

定义	正常	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄	闭塞
狭窄程度	—	1%~49%	50%~69%	70%~99%	100%
示意图*					

注:* 浅色表示血流,深色表示狭窄部分。

程度、有无侧支循环,以及足背动脉和足底动脉显示是否良好。下肢 CTA 报告中常用的描述病变特征的术语见表 5。如偶然发现血栓形成、动脉瘤等非 ASO 下肢动脉病变,应单独描述。

3. 下肢 CTA 血管狭窄分型及治疗策略选择

根据 CTA 检查所见,按 TASC II 标准可对主髂动脉、股腘动脉、膝下动脉的狭窄闭塞病变分型^[1-2],对治疗策略的选择有一定的意义。临床医师综合患者临床表现及检查决定是否进行血运重建,血运重建的方法包括腔内治疗和手术治疗。腔内治疗多为首选方法,适用于 TASC A~C 级病变,此时影像检查可帮助制定腔内治疗的计划,评估病变本身情况及病变流入道、流出道解剖条件是否适合腔内手术。部分临床症状和病变严重、经保守治疗效果不佳的患者,可考虑手术治疗。了解上述与治疗相关的知识,对 CTA 报告的书

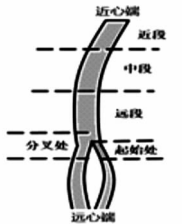
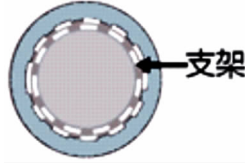
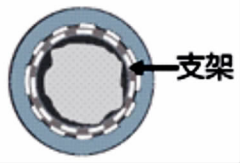
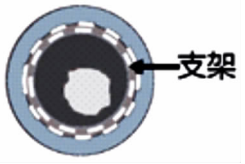
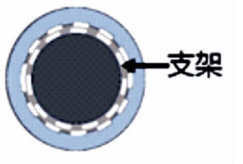
写是必要的。

下肢 CTA 的影像结构式报告

结构式报告是以标准术语及组织结构生成的影像报告^[25]。下肢 CTA 影像报告中应描述病变血管详细信息,报告内容文本量大。影像医生书写自由文本式报告费时费力,且难以精确传递临床所需的信息,临床医师对报告的满意度较低。鉴于目前缺乏下肢 CTA 结构式报告的指南规范或专家共识,通过参考冠脉_ENREF_21CAD-RADS 等结构式报告及其它国内外文献^[23],与介入血管外科医师充分沟通,合作设计了下肢 CTA 结构式报告。

下肢 CTA 结构式报告可自动提取患者的基本信息(姓名、性别、年龄等)。诊断医师打开结构式报告界面后,首先应核对信息、了解检查目的、评估图像质量,

表 5 下肢 CTA 报告中常用的描述病变特征的术语

病变特征		常用术语及定义			
斑块成分分类	钙化斑块	非钙化斑块	混合斑块		
	CT 值>220HU,且钙化成分≥50%的斑块	CT 值≤220HU 的斑块	CT 值>220HU,且钙化成分<50%的斑块		
示意图					
斑块形态分类	点状斑块	新月/偏心斑块	半环形斑块	环形斑块	
	≤25%	26~50%	51~75%	76-100%	
示意图					
狭窄部位	定义:近段/中段/远段/全程/起始处/分叉处(分叉处为血管产生分支处;起始处为分叉远端、血管发出处)				
					
侧枝循环	定义:血管狭窄、闭塞后周围血管代偿增粗或周围新生血管				
					
支架情况分类	支架通畅	支架内膜增生	支架再狭窄	支架闭塞	
	支架内对比剂充盈良好	支架内狭窄<50%	支架内狭窄>50%	支架内无对比剂进入	
示意图					

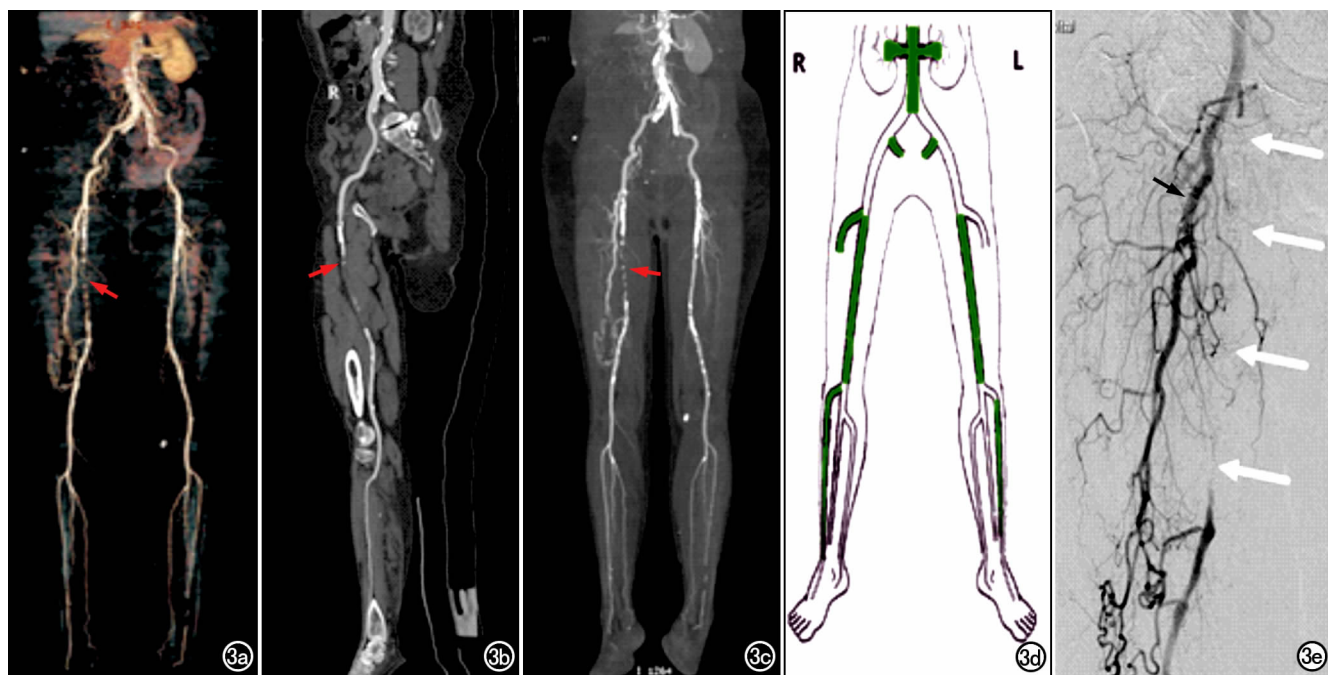


图3 下肢CTA后处理图像及结构式报告案例(68岁女性,因“双下肢间歇性跛行1年,加重2月”入院。体格检查:双侧股动脉可触及搏动,搏动尚对称。右侧足背动脉、胫后动脉搏动较弱。双下肢皮温低,右侧为著。下肢动脉超声:右股浅动脉血流频谱失常,考虑闭塞。ABI:左侧0.82,右侧0.61)。a)下肢CTA VR图像,显示右侧股浅动脉狭窄、闭塞(箭);b)右侧股浅动脉CPR图像,可见局部血管闭塞(箭);c)MIP图像,显示右侧股浅动脉狭窄、闭塞(箭);d)结构式报告矢量图,直观显示病变部位;e)DSA可见右股浅动脉闭塞(白箭),伴侧支循环形成(黑箭)。

然后再仔细阅读下肢CTA横轴面原始图像及后处理图像,完成报告书写。通过点选报告界面中央矢量图中的血管,该结构式报告会弹出针对不同血管(主髂动脉、股腘动脉、膝下动脉、肾动脉)的交互界面,如肾动脉界面需要评估副肾动脉及肾萎缩。诊断医师进一步点击病变血管的狭窄程度、斑块类型、狭窄部位等临床所需的信息。所有病变血管特征均支持手动编辑,以满足报告医师的需要。完成所有病变血管的评估后,报告数据将被存档传输至放射信息管理系统(radiology information system, RIS),具有临床意义的血管病变(中度、重度狭窄、闭塞等)将自动生成到文本式报告及表格式报告的结论中。

通过结构式报告,可引导一线影像医生观察重点内容,统一规范报告用语及格式,提高了报告质量。以多种后处理图像(VR、MPR、MIP等)配合可视化影像报告(图3),将CTA检查结果直观简洁地呈现给临床医师,大大提高了临床医师获取信息的效率及满意度。报告信息储存于数据库中,可进一步用于教学和科研工作^[26-27]。

本单位下肢CTA结构式报告在智能化方面还需要进一步完善。如进一步实现自动提取患者临床检查信息(ABI、下肢血管超声等),结合临床表现和影像表现自动作出TASC分型,进一步根据指南生成治疗建议等功能有待实现。未来如能将计算机辅助诊断结果

自动导入结构式报告中^[27-28],则可大大提高影像医师的工作效率,将影像医生从简单劳动中解放出来,更多地参与临床多学科团队临床工作,使影像工作者的价值得到提升。未来需要进行下肢CTA与自由式文本报告的比较研究,明确结构式报告的临床价值。

总之,下肢CTA已广泛用于PAD的诊断及随访,了解下肢CTA检查技术、掌握诊断思路对于影像医师撰写下肢CTA报告至关重要。下肢CTA结构式报告可用于规范报告书写。使用可视化交互报告界面进行报告书写可缩短报告书写时间,减少差错,提高信息传递效率,对科研及教学有一定帮助。

(致谢:感谢北京新网医讯科技有限公司张虽虽、岳新在结构式报告构建中的贡献,以及北京大学第一医院张晓东、吕华在结构式报告培训中的贡献。)

参考文献:

- [1] 中华医学会外科学分会血管外科学组. 下肢动脉硬化闭塞症诊治指南[J]. 中华医学杂志, 2015, 95(24): 145-151.
- [2] Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, et al. Inter-society consensus for the management of peripheral arterial disease (TASC II) [J]. Intern Angiol, 2007, 33(2): 81-157.
- [3] Berger JS, Hochman J, Lobach I, et al. Modifiable risk factor burden and the prevalence of peripheral artery disease in different vascular territories [J]. J Vasc Surg, 2013, 58(3): 673-681.
- [4] Jaff MR, White CJ, Hiatt WR, et al. An update on methods for revascularization and expansion of the TASC lesion classification to include below-the-knee arteries: a supplement to the Inter-Society

- Consensus for the management of peripheral arterial disease (TASC II)[J]. J Endovasc Ther, 2015, 20(5):465-478.
- [5] Douglas PS, Hendel RC, Cummings JE, et al. ACCF/ACR/AHA/ASE/ASNC/HRS/NASCI/RSNA/SAIP/SCAI/SCCT/SCMR 2008 Health Policy Statement on Structured Reporting in Cardiovascular Imaging[J]. Circulation, 2009, 119(1):187-200.
- [6] Hardman RL, Jazaeri O, Yi J, et al. Overview of classification systems in peripheral artery disease[J]. Semin Intervent Radiol, 2014, 31(4):378-388.
- [7] 沈晨阳, 李伟浩.《美国血管外科学会无症状性和间歇性跛行下肢动脉硬化闭塞症诊治指南》解读[J]. 中华外科杂志, 2016, 38(2):311-312.
- [8] 耿欣, 宋其韬, 肖世骞, 等. CT 技术诊断下肢动脉硬化闭塞症的应用进展[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2015, 39(6):501-504.
- [9] Ahmed O, Hanley M, Bennett SJ, et al. ACR appropriateness criteria vascular claudication-assessment for revascularization[J]. JACR, 2017, 14(5S):S372.
- [10] 张保翠, 张玉东, 赵凯, 等. 静脉注射碘对比剂对不同人群肾功能的影响[J]. 中华放射学杂志, 2013, 47(4):335-339.
- [11] 叶锦棠, 张保翠, 罗健, 等. 血肌酐正常人群中糖尿病与对比剂肾病的相关性研究[J]. 放射学实践, 2016, 31(2):123-125.
- [12] 王霄英. 重视医学影像检查中的射线辐射防护[J]. 放射学实践, 2013, 28(3):279-279.
- [13] 郭丽, 林志勇, 杨敏, 等. 70kVp 结合个性化对比剂注射方案在糖尿病足下肢 CTA 检查中的可行性研究[J]. 放射学实践, 2016, 31(2):118-122.
- [14] 王玮, 郭小超, 王霄英, 等. 双能量 CT 非线性融合技术在肾动脉 CTA 中应用的初探[J]. 临床放射学杂志, 2015, 34(12):1985-1989.
- [15] 孙艳, 郭小超, 黄勇, 等. MR 钆对比剂全身性不良反应的研究: 18540 例连续病例分析[J]. 放射学实践, 2016, 31(12):1159-1162.
- [16] 杨学东, 房刚, 郭雪梅, 等. 非对比剂增强肾动脉 MRA 的可行性研究[J]. 放射学实践, 2009, 24(11):1265-1269.
- [17] Aboyans V, Desormais I, Magne J, et al. Renal artery stenosis in patients with peripheral artery disease: prevalence, risk factors and long-term prognosis[J]. Eur J Vascular & Endovascular Surgery the Official Journal of the European Society for Vascular Surgery, 2016, 53(3):380-385.
- [18] Kock MC, Dijkshoorn ML, Pattynama PM, et al. Multi-detector row computed tomography angiography of peripheral arterial disease[J]. Eur Radiol, 2007, 17(12):3208-3222.
- [19] Rubin GD, Rofsky NM. CT and MR angiography: comprehensive vascular assessment[M]. Lippincott Williams & Wilkins, New York, 2008:5-30.
- [20] Ota H, Takase KH, Tsuboi M, et al. Quantitative vascular measurements in arterial occlusive disease[J]. Radiographics, 2005, 25(5):1141-1158.
- [21] Cinat M, Lane CT, Pham H, et al. Helical CT angiography in the preoperative evaluation of carotid artery stenosis[J]. J Vascular Surgery, 1998, 28(2):290-300.
- [22] 王蕊, 王霄英. 冠状动脉疾病报告和数据系统——CAD-RADS(TM)简介[J]. 中国医学影像技术, 2016, (12):1827-1832.
- [23] Adelson AB. CT and MR angiography: comprehensive vascular assessment[J]. AJR, 2009, 50(5):269-285.
- [24] 曹敏, 郭小超, 张来运, 等. 医学影像结构化报告的现状和展望[J]. 放射学实践, 2016, 31(12):1130-1132.
- [25] 曹敏, 张来运, 王鹤, 等. 直肠癌 CT 结构化报告的临床应用研究[J]. 放射学实践, 2016, 31(12):1146-1150.
- [26] 张建军, 曹敏, 高歌, 等. 基于 PI-RADS 结构化报告的医师培训效果分析[J]. 放射学实践, 2016, 31(12):1133-1137.
- [27] 高歌, 王成彦, 赵凯, 等. 前列腺癌多参数 MRI 计算机辅助诊断系统的构建[J]. 肿瘤影像学, 2016, 25(2):117-122.

(收稿日期:2017-08-16)