

· 影像医学研究 ·

Sonialvision G4型全数字化大平板透视-摄影系统在下肢静脉曲张的运用

冯云¹, 沈明阳², 胡东¹, 姜浩芝¹, 朱昭环^{1*}, 张喜文³¹南京医科大学附属淮安第一医院影像中心, ²血管外科, ³心内科, 江苏 淮安 223300

[摘要] 目的:评估岛津全数字化大平板探测器在下肢静脉曲张中的临床应用价值,并与彩色多普勒超声对比。方法:回顾性分析150例经DSA或手术证实为下肢静脉曲张的患者,分析其图像质量。评估大平板系统在下肢静脉曲张、血栓、瓣膜关闭不全、左髂总静脉异常的检出能力,并与超声对比。结果:全数字化大平板系统图像质量能满足诊断要求的占98%,对下肢静脉曲张、浅静脉血栓、深静脉血栓、瓣膜反流及髂静脉异常诊断的符合率分别为98.0%、66.7%、79.3%、88.7%、89.8%。其中大平板对血栓的检出能力较超声差,差异有统计学意义;对下肢静脉曲张及左髂总静脉异常的检出能力较超声高,差异有统计学意义。结论:全数字化大平板透视-摄影系统在下肢静脉曲张中具有较高的临床应用价值,联合彩色多普勒超声检查,极大提高了下肢静脉曲张的检出率。

[关键词] 全数字化大平板系统;下肢静脉;顺行下肢造影;断层融合技术

[中图分类号] R445.4

[文献标志码] B

[文章编号] 1007-4368(2019)03-418-04

doi: 10.7655/NYDXBNS20190322

岛津公司的Sonialvision G4型多功能X射线R/F系统具备X射线透视功能、影像功能和数字减影血管造影功能,其搭载直接转换型平板探测器,X线直接转换成电信号,并传输至图像处理组件。它比传统的间接转换探测系统具有更高的清晰度和灵敏度^[1-2]。而基于R/F系统的血管造影能力却少有提及,岛津大尺寸平板探测器及透视-摄影功能为血管造影提供了可靠保证,实时广域透视可动态观察瓣膜及血管功能,其无框架的全平面设计让患者更舒适,并可根据需要调整倾斜角度,R/F系统在提高检查效率的同时减少辐射及存储空间。笔者收集近2年来南京医科大学附属淮安第一医院运用大平板探测器(Sonialvision G4,简称G4)在下肢静脉曲张造影的运用,并结合彩色多普勒超声检查,对其下肢静脉曲张血管评估功能进行了初步探讨。

1 对象和方法

1.1 对象

回顾性分析2016年8月—2018年3月在南京医科大学附属淮安第一医院血管外科就诊的住院患

者398例,均进行顺行下肢静脉造影及彩色多普勒下肢静脉曲张检查的共150例,其中男67例,女83例,平均年龄(58.14±2.27)岁。左下肢118例,右下肢32例,静脉滤器置入11例,对所有诊断为血栓的病例且需临床处理、或者部分为可疑下肢病变病例均在患者知情同意下进行数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)检查,部分兼行介入治疗。纳入标准:临床症状以下肢浅静脉曲张伴酸胀不适、水肿及色素沉着等为主,均有下肢静脉造影及超声下肢静脉曲张检查,经DSA或者手术治疗证实。

1.2 方法

1.2.1 检查方法

下肢静脉顺行造影采用G4系统中L-LIMBS模式,75 kV 40 mAs。造影剂选择碘海醇,加生理盐水以1:1稀释至100 mL备用,取头高足低位60°,于踝部、膝关节上方10 cm处用橡胶带结扎,行患侧足背静脉穿刺置静脉留置针,手工匀速注入造影剂50 mL,1.5 mL/s。解除踝关节止血带,透视观察充盈满意,先摄取小腿正位片及侧斜位片;继而将床面放至45°,解除膝关节止血带,摄取以膝关节为中心的侧位片,对疑为血栓部位,嘱患者稍改变体位活动踝部,观察充盈缺损的位置、形态、大小有无

[基金项目] 江苏省青年医学重点人才计划(QNRC2016431)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: hazzh@qq.com

改变并摄片,部分可疑血栓进行断层融合摄片。观察大腿根部骨盆部位的静脉时,将床放平,推注剩余的50 mL造影剂后,抬高患肢迅速摄取骨盆正位片观察髂静脉走行及分支,当造影剂流入静脉瓣时适时行Valsalva试验,观察瓣膜反流情况。

彩色多普勒超声下肢静脉检查应用PHILIPS iE Elite L9-3 超声仪,患者空腹,全身放松,仰卧位,下肢轻度外展,确定股总静脉后向上追踪髂静脉,向下探查股浅静脉、股深静脉、胫前静脉,在腹股沟韧带下方2 cm处寻找大隐静脉,观察大隐静脉通畅及血栓情况;俯卧位或者站立位探查腘静脉、胫后静脉或者小隐静脉;观察静脉管腔、管壁、血流等情况,做Valsalva动作或挤压试验评估大静脉瓣膜功能。

1.2.2 图像评价和分析

图像评价按照大隐静脉、小隐静脉、交通支、深静脉及静脉瓣的显影情况,对G4摄影图像质量进行打分。将总分计为5分,每清晰显示1个部位得1分,共计5分。所有病例图像质量分别由1名副主任医师及1名主管技师独立评价,根据其评分将图像质量分为4个等级。甲级(5分):优质图像,所有主干血管内及分支血管造影剂均匀充盈,血管密度高,图像清晰,可见瓣膜结构,完全满足诊断要求;乙级(4分):图像质量中等,能显示主干血管及大部分的分支血管结构,瓣膜可辨,图像整体对比度较好,基本满足诊断要求;丙级(2~3分):图像质量一般,组织对比度稍差,仅部分血管充盈显影,瓣膜显示不清,不能满足诊断要求;丁级(0~1分):废片,组织对比度差,静脉结构显示不清。

下肢静脉彩色多普勒超声的操作诊断及G4图像的诊断均由2名高年资医师独立完成。诊断标准:正常下肢静脉通畅呈竹节状,瓣膜清晰可见且膨出对称,未见血流反流,未见交通静脉扩张。静脉内血栓表现为管壁毛糙,内见不规则充盈缺损或者实性回声,超声多普勒可见血流分流或G4见“双轨”征。瓣膜功能不全表现为瓣膜影模糊、深静脉扩张,Valsalva动作时可见血流由深静脉逆流入浅静脉。左髂总静脉异常,主要表现为左髂总静脉压迹,左髂总静脉狭窄、增宽、腔内充盈缺损及侧枝形成。

较G4图像相比,DSA图像能去除骨和软组织

伪影,因此下肢静脉曲张及血栓以DSA造影或手术治疗为诊断金标准。所有经G4或(和)超声诊断为或者可疑为静脉血栓、髂静脉异常的病例均行DSA血管造影,包括行DSA造影联合治疗备滤器置入+深静脉导管溶栓术、髂静脉球囊扩张联合支架置入术等,一并计入DSA造影进行统计。浅静脉手术治疗包括:下肢大隐静脉高位结扎术、激光腔内闭合术、各大隐静脉分段剥脱、曲张浅静脉点状剥脱等,术中观察静脉曲张及血栓剥离情况。

1.3 统计学方法

以DSA或者手术结果为金标准,采用SPSS17.0软件分析,正态分布指标用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较应用独立样本t检验进行分析,每种病变的检出符合率分别进行四格表卡方检验,并用Kappa检验判断两种方法检测的一致性。 $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

150例下肢顺行静脉造影中,共摄片1 656幅。评价为甲级的124例(1 364幅),能清晰显示深、浅静脉,交通支,髂静脉及静脉瓣;乙级23例(253幅),能大部分显示上述静脉及分支;丙级3例(39幅),图像质量一般,静脉结构显示欠清;无丁级病例。甲、乙级病例数占98%(147/150),能满足诊断需求。其中甲、乙级片的平均辐射量(总剂量面积乘积、总空气比势动能)及平均透视时间差异均没有统计学意义(表1)。

经DSA血管造影证实为下肢静脉曲张107例,深静脉血栓82例,浅静脉血栓11例。经浅静脉手术证实为下肢静脉曲张43例,浅静脉血栓28例。总计下肢静脉曲张150例,血栓121例。左髂总静脉异常59例,其中单纯狭窄17例,狭窄伴侧枝形成27例,超声外压改变10例,扩张2例,腔内异常密度影3例。G4及超声两种检查方法对下肢静脉曲张,浅、深静脉血栓及髂静脉异常诊断的符合率见表2。

两种检查在下肢静脉曲张的检出与曲张程度评估中,差异有统计学意义($P < 0.001$)。G4对左髂总静脉异常的检出能力与超声检查相比,差异有统

表1 大平板探测器G4在下肢静脉顺行造影中的质量控制表

分级	病例数	总剂量面积乘积(dGy·cm ²)	总空气比势动能(mGy)	曝光次数(次)	透视时间(s)
甲级	124	164.57 ± 51.99	44.74 ± 13.61	11.00 ± 2.95	138.78 ± 38.33
乙级	23	158.13 ± 68.10	42.68 ± 17.64	11.82 ± 3.61	128.76 ± 63.21
P值		0.743	0.681	0.438	0.537

计学意义($P=0.035$)。在 DSA 证实的 59 例左髂总静脉异常中,超声显示了 44 例,其中 15 例因患者肥胖或者体位问题超声无法显示左髂总静脉的,运用 G4 均可以准确显影诊断(图 1,2)。在下肢静脉血栓的诊断中,两种检测方法对浅静脉和深静脉血栓的检出差异均有统计学意义($P=0.021, P=0.013$),G4 对深静脉血栓的检测能力较超声低,对部分深静脉内的可疑充盈缺损影进行断层融合时可以显著提高血栓的检出能力(图 3)。G4 和超声对深静脉曲张和深静

脉瓣膜反流检测方面具有较好一致性($Kappa=0.701, 0.531$)。

3 讨论

3.1 下肢静脉疾病的临床特征

下肢静脉疾病以下肢静脉曲张为多见,临床上表现为下肢酸胀不适、沉重感,病程长者可出现色素沉着、瘙痒甚至溃疡,肉眼可见下肢静脉走行区扩张迂曲,呈蚯蚓样外观,女性发病率略高于男

表 2 两种检查方法对下肢静脉病变的诊断价值

诊断方法	下肢静脉曲张	浅静脉血栓	深静脉曲张	深静脉血栓	深静脉瓣膜反流	左髂总静脉异常
超声(例)	112	34	15	76	79	44
G4(例)	147	26	17	65	86	53
超声符合率(%)	74.7	87.3	78.9	92.7	81.4	74.6
G4符合率(%)	98.0	66.7	89.5	79.3	88.7	89.8
P值	<0.001	0.021	0.374	0.013	0.065	0.035
Kappa值	0.233	0.318	0.705	0.171	0.531	0.164

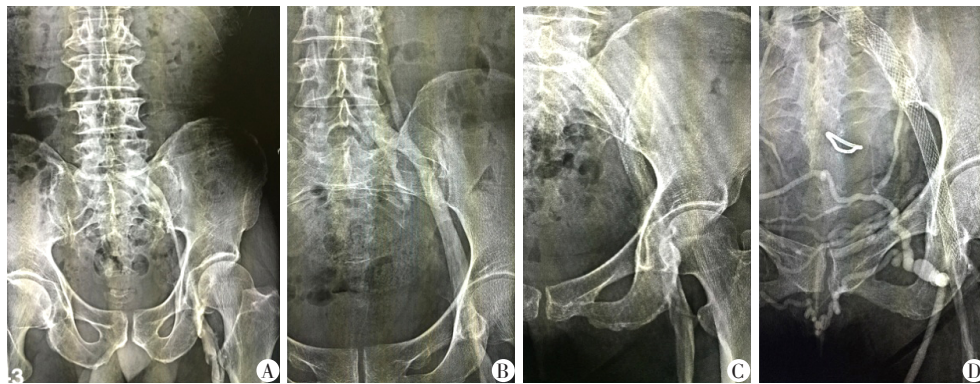


图 1 G4显示左髂静脉及评估支架置入
A:髂静脉受压,未见侧枝形成;B:左髂静脉侧枝循环形成;C:髂静脉支架置入,血流通畅;D:左髂静脉支架内未见血流,血栓伴侧枝循环形成。

图 1 G4显示左髂静脉及评估支架置入



图 2 G4显示深静脉瓣膜及深静脉血栓
A:正常深静脉瓣膜,呈“竹节”状(白色箭头),未见反流;B:深静脉瓣膜关闭不全,“竹节”样外观消失,瓣膜下方透亮区消失;C:深静脉未见显示(白色箭头),考虑血栓形成;D:髂静脉压迫综合征(短箭头),大量侧枝循环形成(白色箭头)。

图 2 G4显示深静脉瓣膜及深静脉血栓

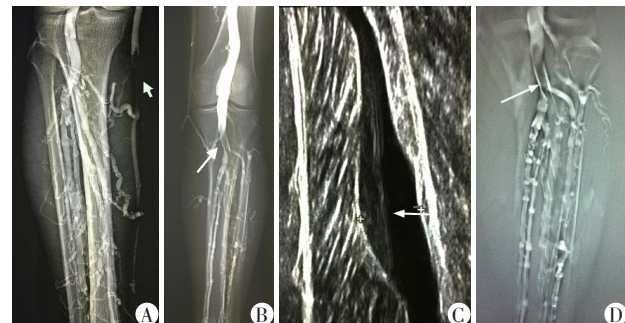


图 3 G4显示下肢静脉血栓
A:大隐静脉内充盈缺损,血栓形成(白箭头);B:G4示左下肢深静脉内多发充盈缺损影(白箭头),边缘清楚,腘静脉局部扩张;C:彩色多普勒超声示胫后静脉内实性低回区,部分节段实性回声填满管腔,未见或仅见少量血流信号;D:行断层融合后见清晰的低密度充盈缺损影(白箭头),造影剂分流呈“双轨征”。

图 3 G4显示下肢静脉血栓

性。其发病原因复杂,静脉瓣膜关闭不全和先天性静脉壁薄弱是下肢静脉曲张的重要原因^[3-4]。此外,肥胖、长期站立和腹腔压力等可引起静脉压力增加的因素会加速静脉曲张的发展。正常下肢静脉通畅,瓣膜影清晰,可见竹节样外观,无造影剂逆流征象。下肢静脉曲张伴发异常的静脉病变有深静脉或交通瓣膜关闭不全、深静脉压迫综合征、深静脉血栓形成等。因此了解静脉通畅情况,观察有无瓣膜反流及其他异常情况,能够为临床医生提供静脉血管功能和结构改变的证据,为治疗方法的选择提供参考依据^[5-6]。

3.2 彩色多普勒超声检查

彩色多普勒超声探查下肢静脉简便、无辐射,其高频探头对下肢静脉血栓的检出能力高,对下肢静脉疾病的灵敏度高^[7]。本研究发现超声对血栓检测较敏感,具有分辨出急性和陈旧性血栓的能力,对治疗方案的选择提供有力证据,这也证实了大部分学者的研究观点。但由于下肢静脉主干及分支众多,分节段查看静脉病变情况往往耗时较长。另有报道认为超声对位于小腿部的静脉血栓的诊断灵敏度为75%,且超声对下肢静脉病变的诊断准确性还受到操作者的技术水平、下肢软组织病变程度等影响,并且位于深部的静脉血管显示欠满意,受患者肥胖、血管位置、机器灵敏度等影响较大,对髂静脉压迫综合征的诊断灵敏度差,本研究也发现超声对左髂总静脉异常的诊断符合率为74.6%,明显低于G4对左髂总静脉异常的检出能力。且超声视野范围有限、主观性强,往往会漏掉视野以外的病灶。

3.3 其他下肢静脉血管成像临床运用价值

磁共振下肢静脉血管成像具有无创、无辐射、清晰的周围组织对比的特点,可评估血管狭窄程度、血管管壁和周围组织情况,并可通过DWI序列推断血栓形成时间。无需对比剂的飞行时间磁共振血管造影(time-of-flight MR angiography, TOF MRA)能双侧下肢同时显影,尤其适用于血管穿刺困难者。动脉增强磁共振具有更高的图像质量,有报道其检出盆腔、大腿及小腿的血栓较超声敏感^[8]。但下肢曲张患者通常伴有复杂的血管环境,其缓慢的静脉血流、运动伪影、扫描层与血管垂直时往往得不到清晰可靠的图像,且人为估算造影剂到达靶静脉血管的时间不易控制,以及含钆对比剂有可能造成肾功能异常患者发生肾源性纤维化危害,目前主要用于髂、股及腘静脉血管。

多层螺旋CT静脉造影术(multislice spiral CT venography, MSCTV)扫描时间快、范围广、多角度成像,其强大的图像后处理功能检出深静脉血栓的灵敏度和特异度分别可达100%、97%^[9],并可联合肺动脉造影行间接法下肢静脉血管成像。MSCTV依据血栓CT值对判断血栓急慢性期具有一定价值,目前主要缺点是辐射剂量高、费用贵、对比剂的不良反应以及间接造影时不易评估静脉血管充盈的峰值时间,且不能评估瓣膜反流情况。

DSA检查被普遍认为是诊断下肢静脉疾病的金标准。它能提供实时的血管动态信息,显示血栓、瓣膜及血流情况,并可行介入治疗;步进式DSA检查可动态观察下肢完整的血管状况,图像更具整体性。另外DSA的细小血管分辨率高,有报道其检出小腿大于0.5 cm血栓的灵敏度可达100%^[10]。但DSA属于有创性检查,疑有血栓病例行逆行深静脉造影需有腔静脉滤器保护,大量对比剂可能引起下肢静脉炎以及高辐射环境等缺点使其未列为临床常规检查。

3.4 大平板运用于下肢静脉造影的诊断价值

大平板由于搭载直接转换式平板探测器,对比度和分辨率较高,因此能够获得分辨率更高的图像,在有效视野尺寸方面,纵向和横向均为17 in (1 in=25.4 mm),画面上无失真、无晕影,动态范围宽,相较于基于普通胃肠机的下肢静脉造影,其显示视野更大,提供更直观更大范围内的静脉通畅情况,亦可根据需求移动球管行透视摄影,对感兴趣区进行点片后能获得高清的大范围下肢血管图像,能清晰显示静脉的通畅情况,利用大平板机的透视功能,可以动态观察静脉血流动力学改变,有无瓣膜关闭不全及评估瓣膜反流程度,并可定位静脉瓣功能异常的部位,为手术方式的选择提供重要依据,这些优点都与DSA检查相仿。大平板机的大视野及多方位成像可以提供类似立体三维的血管信息,这一点明显优于超声的小视野局部成像。本研究发现G4对下肢静脉曲张的程度判别明显高于超声检查,并且可以清晰显示最小直径为1 mm的细小分支静脉及大范围的侧枝循环网。与CT、MRI相比,G4受金属植入物及血管环境影响小,可以根据需要适时调整体位重复观察。此外,其特有的数字断层融合技术,一次低剂量的X线曝光,通过数字化重建可以获得任意冠状层面影像,避开组织重叠问题,提高对细小病症的检出能力。笔者对部分深静

(下转第441页)

- [26] 梁淑娟,魏海明,孙安源,等. IL-15通过ERK1/2信号途径对NK细胞活性的调节[J]. 中华微生物学和免疫学杂志,2003,2(23):132-135
- [27] Hardy MY, Kassianos AJ, Vulink A, et al. NK cells enhance the induction of CTL responses by IL-15 monocyte-derived dendritic cells [J]. Immunol Cell Biol, 2009, 87(8):606-614
- [28] Oh S, Berzofsky JA, Burke DS, et al. Co-administration of HIV vaccine vectors with vaccinia viruses expressing IL-15 but not IL-2 induces long-lasting cellular immunity [J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2003, 100(6):3392-3397
- [29] Sun YY, Peng SW, Han LP, et al. Local HPV recombinant vaccinia boost following priming with an HPV DNA vaccine enhances local HPV-specific CD8(+)T-cell-mediated tumor control in the genital tract [J]. Clin Cancer Res, 2016, 22(3):657-669
- [30] Rubinstein MP, Kadima AN, Salem ML, et al. Systemic administration of IL-15 augments the antigen-specific primary CD8⁺ T cell response following vaccination with peptide-pulsed dendritic cells [J]. J Immunol, 2002, 169(9):4928-4935
- [31] Cuburu N, Graham BS, Buck CB, et al. Intravaginal immunization with HPV vectors induces tissue-resident CD8(+) T cell responses [J]. J Clin Invest, 2012, 122(12):4606-4620

[收稿日期] 2017-04-22

(上接第421页)

脉管壁毛糙或者静脉内疑似有充盈缺损的患者进行断层融合检查,发现管腔内清晰的低密度充盈缺损影,造影剂分流呈“轨道征”,有力增加了临床医生诊断信心。由于断层检查病例较少,未纳入本文中进行数据统计描述。

大平板机1次曝光辐射剂量为1.60~3.84 mGY,完成1次下肢静脉造影,系统自动提供本次造影辐射总剂量,其有效剂量远小于完成1次DSA造影受到的辐射量^[24]。另外大平板机的敞开式设计,患者体位舒适,肌肉放松,利于静脉显影。大平板的局限性在于其软组织密度分辨力较低,对血栓的显示能力稍逊于超声检查,通过对感兴趣区进行断层融合处理,可以获得较为满意的效果。另外本研究部分病例因回流到髂静脉的造影剂少,髂静脉显影稍淡,导致4例髂静脉压迫综合征和部分深静脉血栓的漏诊,下一步将利用下肢局部包扎法增加回流的造影剂量,尝试用高压注射器自动注入方式提高瞬时动态观察的能力。

总之,G4型多功能X射线R/F系统用于下肢静脉造影可行,与彩色多普勒超声联合检查可以大大增加病变检出率,减少患者及医生的受辐射量。

[参考文献]

- [1] 李敏,郑理华,姚祥雄,等. 数字断层融合技术影像诊断效果的分析评价[J]. 医疗卫生装备,2016,37(4):120-122
- [2] Langer SG, Graner BD, Schueler BA, et al. Sensitivity of thoracic digital tomosynthesis (DTS) for the identification

of lung nodules [J]. J Digit Imaging, 2016, 29(1):141-147

- [3] Laser A, Elfline M, Luke C, et al. Deletion of cysteine cysteine receptor-7 promotes fibrotic injury in experimental post thrombotic vein wall remodeling [J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2014, 34(2):377-385
- [4] Xu J, Shi GP. Vascular wall extracellular matrix proteins and vascular diseases [J]. Biochim Biophys Acta, 2014, 1842(11):2106-2119
- [5] 邹君杰,章希炜,杨宏宇,等. 腔镜下交通支离断术治疗下肢静脉溃疡的中期疗效[J]. 南京医科大学学报(自然科学版),2015,35(1):102-104
- [6] 吴清华,姜建威,顾琛,等. 激光腔内闭塞联合泡沫硬化杂交手术治疗下肢静脉曲张240例并发症分析[J]. 南京医科大学学报(自然科学版),2015,35(11):1611-1614
- [7] Needleman L, Cronan JJ, Lilly M, et al. Ultrasound for lower extremity deep venous thrombosis: multidisciplinary recommendations from the society of radiologists in ultrasound consensus conference [J]. Circulation, 2018, 137(14),1505-1515
- [8] Arnoldussen C, Strijkers R, Lambregts D, et al. Feasibility of identifying deep vein thrombosis characteristics with contrast enhanced MR-venography [J]. Phlebology, 2014, 29(1 suppl):119
- [9] Baldt MM, Zontsich T, Stümpflen A, et al. Deep venous thrombosis of the lower extremity: efficacy of spiral CT venography compared with conventional venography in diagnosis [J]. Radiology, 1996, 200(2):423-428
- [10] Gaitini D. Multimodality imaging of the peripheral venous system [J]. Int J Biomed Imaging, 2007, 2007:54616

[收稿日期] 2018-04-09