

腹部介入影像技师操作规范专家共识

中华医学会影像技术分会介入影像学组

中国医师协会医学技师专业委员会

中国医药教育协会医学影像技术专业委员会介入放射技术工作组

1 共识形成背景

腹部介入诊疗范围较广,疾病种类繁多,常见的有血管性疾病及肿瘤性疾病,其中消化道恶性肿瘤均位居我国恶性肿瘤发病率及病死率的前十位^[1-3]。随着各级医疗机构近年来介入诊疗技术的广泛开展,介入医学已成为与内科学、外科学并立的三大治疗手段之一^[4,5]。然而,在相关诊疗团队的建设中介入影像技师操作水平参差不齐,因此相关影像技术从业者的操作规范化势在必行。本文是腹部介入影像技师操作规范,内容包括:腹部介入治疗适用疾病种类,腹部介入手术规划、体位设计及手术流程、DSA 设备参数设定,剂量管理与防护措施,高压注射器参数设定,腹部介入图像处理及新技术应用。

2 腹部介入治疗适用疾病种类

数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)作为诊断和评估各种血管疾病的“金标准”^[6-8]。二维 DSA(2D-DSA)可以帮助确定腹部血管的解剖、变异和位置,同时可显示腹部肿瘤性病变的染色和肿瘤数量,明确肿瘤血供丰富程度^[9,10]。三维 DSA(3D-DSA)能够更加清晰地显示腹部血管的内部结构,包括血管的走行、狭窄及闭塞等情况^[11]。脉冲采集或连续采集可提供腹部非血管病变的图像信息。

2.1 腹主动脉系统疾病

腹主动脉瘤:是一种严重的血管疾病,指主动脉壁永久性的局限性扩张超过正常直径的 50% 或直径超过 3 cm。

腹主动脉夹层:是各种原因引起的主动脉壁分离的血管性疾病。介入治疗主要包括腔内修复(thoracic endovascular aortic repair, TEVAR)和支架置入术,是传统外科手术的微创

替代方案^[12]。

腹主动脉粥样硬化和假性动脉瘤:是动脉粥样硬化性病变的一种表现,通常发生在主动脉壁的内层,由于动脉粥样硬化斑块破裂,导致血液渗入到动脉壁的中层,形成溃疡。溃疡可引起主动脉壁的穿透性损伤,增加动脉瘤和主动脉破裂的风险。

假性动脉瘤是动脉壁的某一部分受到损伤后,血液渗出动脉壁而形成的局部血肿,这种血肿被周围组织包围,并未形成真正的动脉瘤壁。假性动脉瘤常见于外伤、手术或感染后。由于其壁薄且不规则,假性动脉瘤较容易破裂,导致严重出血^[13]。

2.2 肝脏系统疾病

肝癌:是一种发生于肝细胞或肝内胆管细胞的恶性肿瘤,具有高度的侵袭性和转移性。肝癌是全球范围内常见的癌症之一,肝癌的症状通常不明显,易被忽视,因此往往在晚期才被发现,给治疗带来一定的困难。

肝血管瘤:是一种较为常见的肝脏良性肿瘤,主要由肝脏内的血管异常增生形成。

肝囊肿:是肝脏内充满液体的囊状病变,通常为良性,多为先天性,常见类型包括单纯性肝囊肿和多囊肝。肝囊肿一般无症状,偶然在影像检查中发现,但当囊肿较大或发生感染、出血等并发症时,可能引起腹痛、腹胀等症状。

肝硬化:是肝组织弥漫性纤维化、假小叶形成和再生结节为组织学特征的慢性进行性肝病终末阶段。失代偿期以门静脉高压和肝功能异常为特征。

2.3 胆道系统疾病

恶性梗阻性黄疸:通常在恶性肿瘤晚期,如胰腺癌、胆管癌、胆囊癌等。由于肿瘤阻塞胆管,导致胆汁无法正常排出,进而引发黄疸。

胆管结石:是一种胆囊或胆管内形成的硬结石,通常由胆固醇、胆色素或钙盐堆积而成。这种结石可能会导致胆管阻塞,胆囊炎或其他严重的并发症,因此需要及时介入治疗。

2.4 胰腺疾病系统

胰腺癌:是一组主要起源于胰腺导管上皮及腺泡细胞的恶性肿瘤,恶性程度极高,起病隐匿,早期诊断困难,进展迅速,生存时间短,是预后最差的恶性肿瘤之一,在 2030 年将会成为年死亡率第一的癌症^[14]。

2.5 肾脏疾病系统

本研究系河北省医学科学研究课题项目(编号:20211231);北京医学奖励基金会资助项目(编号:YHJL-2022-0665-0186);中国红十字基金会医学赋能公益专项基金 2022 年领航菁英临床科研项目(编号:XM-LHJY2022_05_26)

执笔单位:050011 石家庄,河北医科大学第四医院放射科(李博、王红光);050032 石家庄,河北省中医院导管室(高丽敏);430022 武汉,华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科(雷子乔);610044 成都,四川大学华西医院放射科(李真林);100730 北京,首都医科大学附属同仁医院放射科(牛延涛);共同第一执笔人:李博、王红光、高丽敏;通讯执笔人:雷子乔、李真林、牛延涛

肾癌:是肾脏的恶性肿瘤,也是泌尿系统最常见的肿瘤之一,肾癌是起源于肾实质泌尿小管上皮系统的恶性肿瘤,又称肾腺癌,占肾脏恶性肿瘤的 80%~90%。包括起源于泌尿小管不同部位的各种肾细胞癌亚型,但不包括来源于肾间质以及肾盂上皮系统的各种肿瘤。

肾动脉狭窄:是肾动脉的病变导致其管腔狭窄,通常由动脉粥样硬化或纤维肌性发育不良引起^[15]。

肾盂积水:是尿液在肾盂和肾盏内积聚,导致肾脏扩张。这种情况通常由尿路梗阻引起,常见原因包括结石、肿瘤、先天性异常等。

2.6 胃肠道疾病系统

消化道出血:即发生于从口腔至肛门消化道任何部位的出血,是临床常见疾病,临床表现多样。按出血部位可分为上消化道出血和下消化道出血。

胃肠道狭窄或梗阻:是由多种良性或恶性病因引起的,其中包括炎症、肿瘤、先天性异常等。

3 腹部介入手术规划、体位设计及手术流程

在腹部血管的介入诊疗过程中,精准的影像引导是实现介入治疗成功的关键^[16]。这一过程不仅涉及到复杂的临床决策,还高度依赖于术者与介入影像技师之间的紧密合作。介入手术的流程通常开始于详细的术前规划,术者依靠介入影像技师提供清晰、准确的血管图像,以评估病变情况并规划治疗策略^[17,18]。

3.1 介入手术规划概览

术前规划:术者根据 CT、MRI 和消化道造影等影像资料对腹部病变进行评估和手术路径规划等。

术中实施:(1)体位选择与影像获取:腹部介入手术患者一般采用仰卧位,投照体位选择正位,个别情况可根据患者病变血管或病变部位的显示情况采取斜位或侧位等。(2)实时影像引导:手术过程中,术者依靠介入影像技师实时提供精确的腹部血管或非血管腔的影像支持,通过多种介入诊疗技术(图像融合、术中 C 臂 CT、术中造影),精细操作介入器械,以实现病变的精准治疗^[19]。(3)术后评估:手术完成后,术者根据介入影像技师获取术后影像(术后 C 臂 CT、术后造影复查),评估治疗效果,确保病变得到有效控制^[20,21]。

3.2 体位设计与参数设定

在整个介入手术流程中,术者对介入影像技师的可靠性体现在每一个环节。从术前的病变评估、治疗规划,到术中的实时导航,再到术后效果评估,每一步都需要高质量的影像支持^[22,23]。因此,选择合适的摄影体位对于确保获得高质量、诊断性强的图像至关重要。体位的选择取决于目标血管的位置、走行以及是否存在病变。

由于目前国内使用的 DSA 设备品牌各不相同,对于参数名称的命名及器官程序的设计各有不同,且多具有自动剂量控制系统,曝光采集自动设定管电压、管电流、剂量及曝光序列。腹部器官程序的设定(透视、采集),包括电离室选

择、照射野及滤过组合的设定、采集帧率及基本图像处理参数的设定与修改等。因此在参数设定时,应根据摄影部位脏器血管的选择、设定采集程序(曝光模式),一般设备都有腹部血管模式 DSA、单帧采集、多帧采集、小儿腹部 DSA 等模式。透视帧率可在 6~15 帧/秒之间选择,尽量使用低透视帧数,降低辐射剂量。

造影程序:采集帧率 3~12 帧/秒,注射延迟 0.5 s,屏气状态曝光至动脉末期或实质期。腹腔动脉或肠系膜上动脉造影,间接观察门静脉者,曝光持续 15~20 s,直至门静脉显示清晰。采集时间的设定与调整,以血管管径与病变染色程度作为参考,以提供满足诊疗要求的术中血管及病变影像,保证诊疗质量为前提,降低射线辐射剂量。在进行超选择性插管造影时,可适当使用图像放大技术和路径图功能。对于昏迷及不配合的患者,DSA 曝光采集期间不能屏气,腹式呼吸和肠蠕动明显不能保证清晰成像,此时应选用 DSA 的超脉冲方式,采集帧率为 25~50 帧/秒。非血管腔可选择造影模式,一般采用脉冲方式采集图像帧率为 3~6 帧/秒。

除了上面所描述的定速采集以外,大多数 DSA 采集还可以分时段进行变速采集。动脉期、静脉期、实质期分别采用不同的采集时间和采集帧率。变速采集在满足临床诊断和治疗需求的同时,可通过减少相同时间内的图像采集帧数。有效降低患者辐射剂量^[24]。

3D-DSA 模式、C 臂 CT 模式需注意移除设备运行轨道上的人体及物品,根据对比剂及感兴趣部位显影时间不同,可选择 X 线延迟 0~2 s。特别需要注意的是由于腹部胃肠道的蠕动和呼吸运动的影响,必要时可对患者进行呼吸训练和注射抑制胃肠道蠕动的药物。

3.3 手术流程(图 1、2)

(1)仔细核对患者基本信息,了解对比剂过敏史。

(2)准备并查看患者术前影像资料。

(3)录入患者信息,选择合适器官程序。

(4)做好高压注射器测试和准备。

(5)备齐防护用品。

(6)术者穿刺,选择 5 F/6 F 鞘,穿刺部位桡动脉、肱动脉、股动脉(穿刺部位腹股沟韧带下方 3~4 cm,穿刺夹角(30°~45°)必要时透视检查。

(7)进行腹腔动脉造影,嘱患者平静呼吸下屏气曝光,曝光时间可适当延长,需观察动脉期、实质期、门静脉期影像,选择动脉期血管充盈最佳影像作为参考图。

(8)肝总动脉、肝固有动脉造影,选择性插管进入肝总动脉或肝固有动脉,嘱患者平静呼吸下屏气,曝光包括动脉期、实质期、门静脉期,观察肝区肿块显影特点、位置、血供来源,如肿块显示不清或血管走行杂乱,需进行 C 臂 CT 扫描。

(9)C 臂 CT 操作:根据临床医师需要,激活 C 臂 CT 程序,提醒术者正侧位透视放大视野,包括整个肝区,进行 3D 旋转测试,避免碰撞,同时调整高压注射器参数。嘱患者平静呼吸下屏气,按住曝光按钮操控 C 臂旋转完成采集,数据导入工作站重组图像。

(10) C 臂 CT 成像经后处理可以显示肝内血管走行, 显示肿块位置, 便于超选择性插管。

(11) 超选择性插管: 微导管超选择性插管进入肝左动脉、肝右动脉及远端分支进行造影, 观察到肿瘤染色, 可进行栓塞治疗。对于染色不明显又高度可疑的供血血管可进行 C 臂 CT 扫描, 确认肿瘤滋养血管。如扫描后发现超选血管非病变区血管, 排除可疑性, 另行超选其他血管。

(12) 肝区血管稀少、缺乏肿瘤染色, 需行肠系膜上动脉、胃左动脉、肾动脉、膈动脉等动脉造影, 排查其他动脉血供来源。

(13) 造影结束后, 传图到医院 PACS 系统, 选择图像打印胶片。照片要求包括靶血管的动脉期、实质期、静脉期。特殊病例存盘保存。

4 剂量管理与防护措施

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的原则, 辐射照射做到在可以合理达到诊断治疗水平时, 采用尽可能低的剂量。将辐射实践正当化、放射防护水平达到最优化。腹部介入诊疗剂量包括透视剂量和曝光剂量。介入术后应将包含辐射剂量的信息上传至医院信息化系统中, 以便后续查阅及分析, 如需要可在患者手术病历中记录辐射剂量信息。

腹部模式的透视帧率可在 6 ~ 15 帧/秒之间选择, 在保证诊疗质量的同时, 尽量使用低透视帧率, 降低辐射剂量。另外应使用防护用品对患者的敏感器官进行遮盖防护。术中操作时, 使患者尽量靠近平板探测器。在减少辐射剂量的前提下, 尽可能缩小视野 (field of view, FOV), 尽最大可能减少透视时间。

以上诸多因素, 都是不确定的变量, 在实际检查治疗过程中很难规定一个固定技术条件, 良好的操作习惯和熟练的操作经验能有效地减少医患受照辐射剂量。

5 高压注射器参数设定

在进行腹部血管的 DSA 采集时, 高压注射器注射参数, 包括注射流率、总量和压力, 延时注射 0.3 ~ 0.5 s 对于确保图像质量和患者安全都非常重要 (表 1)。需要注意的是, 这些参数可能因设备、对比剂种类、导管类型、患者的具体情况 (如体重、年龄、肾功能等) 以及术者的习惯而有所不同。术中具体参数需与术者进行核对。进行非血管性管腔造影时, 一般采用手推造影的方式, 具体参数以患者情况及术者的实际判断为准。

表中参数仅作为参考, 实际操作中, 应根据每例患者的具体情况调整注射参数, 以获得最佳的影像效果并保证患者安全。例如对于较细小或可能存在病变的血管, 可调节注射流率和总量以降低造成损伤的风险。对于有肾功能不全的患者, 可减少对比剂的总量。此外, 使用不同类型和浓度的对比剂也会影响到具体的注射参数。在进行 DSA 造影操作前, 应详细评估患者的基本状况, 并进行适当的调整。

表 1 介入诊疗中腹部血管参数设定

血管名称	流率 (ml/s)	总量 (ml)	压力 (PSI)
腹主动脉 (AO)	15 ~ 20	25 ~ 30	600 ~ 900
腹腔动脉 (CA)	5 ~ 7	15 ~ 20	300 ~ 500
肝总动脉 (CHA)	4 ~ 6	15 ~ 20	250 ~ 350
肝固有动脉 (PHA)	4 ~ 6	15 ~ 20	250 ~ 350
膈动脉 (IPA)	2 ~ 4	6 ~ 8	250 ~ 350
脾动脉 (SPA)	5 ~ 7	15 ~ 20	250 ~ 350
胃十二指肠动脉 (GDA)	3 ~ 4	6 ~ 8	100 ~ 200
肠系膜上动脉 (SMA)	4 ~ 6	15 ~ 20	250 ~ 350
肠系膜下动脉 (IMA)	2 ~ 4	8 ~ 12	200 ~ 300
肾动脉 (RA)	4 ~ 6	10 ~ 15	200 ~ 300
门静脉 (PV) (间接法)	5 ~ 8	25 ~ 35	200 ~ 300
门静脉 (PV) (直接法)	7 ~ 8	10 ~ 15	200 ~ 300
下腔静脉 (IVC)	12 ~ 15	20 ~ 30	400 ~ 600

6 腹部介入图像处理技术应用

因腹部器官的特殊性, 观察患者屏气状态进行采集对腹部 DSA 图像质量的影响尤为明显。除了患者屏气状态外, 在腹部 DSA 的图像采集、显示及特殊处理中, 遵循技术规范是确保图像质量、提高诊断准确性和治疗安全性的关键。常规的二维图像处理方式包括图像减影、边缘增强、图像叠加、血管计量学分析等; 常规的三维图像处理方式包括三维采集、三维路径图等, 无论二维图像处理还是三维图像处理, 都离不开图像的重组环节; 另外, 腹部介入手术中 DSA 设备高级功能的应用趋于常态, 比如动态血流分析、栓塞导航、穿刺导航等。鉴于各 DSA 品牌功能命名不同, 以下是对上述技术操作的概述。

6.1 图像减影

方式: 在注射对比剂前, 获取一幅或多幅背景图像作为参照。注射对比剂后, 获得血管充盈的图像。计算机自动减去背景图像, 得到血管图像。

注意事项: 在腹部应用时要考虑呼吸动度的影响, 确保背景图像与血管充盈图像在相同的位置和姿态, 以减少配准误差。调整减影程度, 以达到最佳化血管与背景的对比如。

6.2 边缘增强

方式: 选择需要增强边缘的图像区域。应用边缘增强算法, 如梯度增强或拉普拉斯算法。调整窗宽窗位, 调整增强参数, 直到血管边缘清晰可见。

注意事项: 避免过度增强尤其是在胸腹部相邻的区域, 以免造成伪影或掩盖细小的血管结构。

6.3 图像叠加

方式: 选择需要叠加的血管期相, 从首幅图像开始依次叠加, 直至需要观察的血管显影良好为止, 可结合窗宽窗位的调整, 直到血管清晰可见。

注意事项: 确保图像未受呼吸伪影的影响, 且血管全期相显影完整。

6.4 血管计量学分析

方式: 在 DSA 图像中标定感兴趣的血管段。使用血管

测量工具测量血管的直径、长度和狭窄程度。对测量结果进行记录和分析。

注意事项:确保测量的准确性,可能需要校正图像的放大倍率或使用已知尺寸参照物(导管、钢球、标尺)进行图像定标。

6.5 三维路径图

软件工具:血管机的 3D 路径规划软件可以实现在 3D 模型上直观地规划和模拟介入治疗器械的路径,包括可能的进入点、路径方向和目标区域,并将 3D 影像与实时二维透视影像叠加。

实时应用:在实际介入手术中,3D 路径图可以与实时影像融合技术结合采用术中 DSA 和(或)术前 CTA、MRA 作为数据源使用,例如利用透视图像与预先规划的 3D 路径图叠加,同时会随着血管机 C 臂的运动自动匹配图像,并同时放大或者缩小。为操作者提供实时的血管路径导航、辅助导丝导管行进、弹簧圈或栓塞颗粒栓塞等。

6.6 C 臂 CT

扫描参数优化:根据特定的诊疗需求,如解剖区域的大小和位置,选择合适的 C 臂 CT 的扫描程序,C 臂 CT 扫描过程中还可依据不同需求进行对比剂的注射,从而得到强化的 C 臂 CT 图像。

技术要点:(1)三维重组与分析:C 臂 CT 图像的三维重组不仅提供了高分辨率的立体视图,还允许通过多平面重组(MPR)、容积再现(VR)等后处理技术进行深入分析。(2)流率:对比剂注入血管的速度。在 C 臂 CT 检查中,适中的流率有助于对比剂均匀分布,同时避免过快注射导致的患者不适或对比剂浪费。(3)总量:整个检查过程中注入的对比剂总量。总量的设定需要确保在整个扫描期间血管充分显影,但也要注意避免过量以减少患者的肾脏负担。(4)稀释比例:对比剂与生理盐水的混合比例。稀释对比剂可以减少对患者的副作用,同时保证足够的对比度。稀释比例 1:2。(5)图像放大倍数:影像放大倍数的选择取决于需要观察的血管区域的大小及其重要性,适当的放大可以帮助更好地观察细节(表 2)。

注意事项:(1)个体化调整:上述参数应根据患者的具体情况个性化调整,包括患者对对比剂的敏感度、肾功能状况以及具体的血管区域等。(2)设备设置:确保 C 臂 CT 设备的设置(如扫描角度、扫描时间等)与对比剂的使用参数相匹配,以获得最佳的图像质量。(3)预防对策:在注射对比剂前,评估患者对比剂的过敏史,必要时进行预防性措施。并在注射过程中密切监测患者的生命体征和反应。

表 2 C 臂 CT 采集参数

血管区域	流率 (ml/s)	总量 (ml)	压力 (PSI)	扫描时间 (s)	延时时间 (s)	图像放大 倍数
肝总动脉(CHA)	3~4	18~24	20~300	6~8	3~5	不放大
肝动脉分支(HA)	1~2	8~16	300~500	6~8	2~4	1~2 倍
经脾动脉-门静脉成像(VA)	5~8	25~35	200~300	6~8	10~15	不放大

上述参数和注意事项仅供参考。实际操作时应遵循医院的实际情况和医疗标准,同时考虑到患者的特殊需求和设备的具体性能等。

6.7 图像重组

二维重组:(1)方式:选择一系列二维图像。使用图像处理软件调整图像的方向或合并图像。保存调整后的图像以供分析。(2)注意事项:确保每一幅图像的方向和位置准确对应,以保证重组的准确性。

三维重建:(1)方式:搜集一系列沿不同角度获取的二维图像。应用三维重组软件进行处理,生成三维模型,可进行多角度观察。(2)注意事项:保证二维图像的质量和完整性,以便获得高质量的三维重组结果。

6.8 动态血流分析

方式:在 DSA 检查过程中,连续捕获一系列图像。使用动态分析软件跟踪对比剂通过血管的路径。分析血流速度、方向和血管充盈情况。

注意事项:确保连续图像的时间间隔足够短,以准确捕捉血流动态,生成分析可视化影像如:热力图、梯度图、直方图等。

6.9 穿刺导航

方式:根据特定的诊疗需求进行 C 臂 CT 扫描,采集后的图像通过窗宽窗位调整、层厚选择、MPR、最大密度投影(MIP)等后处理技术使感兴趣区(穿刺部位)显示清晰,并从三个方向(冠状位、矢状位、轴位)联合精准定位,利用 DSA 设备自带的穿刺软件生成穿刺路径和“牛眼位”,并在体表进行标记以保证进针的精准。

注意事项:确保 C 臂 CT 图像采集及重组质量,分别从冠状位、矢状位、轴位定位穿刺部位,以确保其位置精准,进针过程中要多角度实时观察穿刺路线以防止穿刺偏差。

7 腹部介入影像新技术应用

7.1 腹部 DSA 图像融合新技术

腹部 DSA 图像融合技术是将 DSA 图像与 CT、MRI 等图像相融合的技术手段,它为医师提供了更加精确和详细的腹部血管信息。

图像融合技术:是将来自不同成像模式(如 CT、MRI、DSA 等)的图像信息融合成一个综合的动态的图像,从而提供更全面、更准确的诊断信息。在腹部 DSA 图像融合中,该技术通常与 CT 血管造影(CTA)、磁共振血管成像(MRA)、磁共振胰胆管造影(MRCP)等成像技术结合使用,以获取更全面的血管、胆管等结构和解剖信息。

腹部 DSA 图像融合技术的优势:(1)提供三维可视化引导:通过图像融合,医师可以获得腹部血管、胆管等的三维结构,从而更准确地引导手术或治疗。(2)提高诊断准确性:融合图像可以

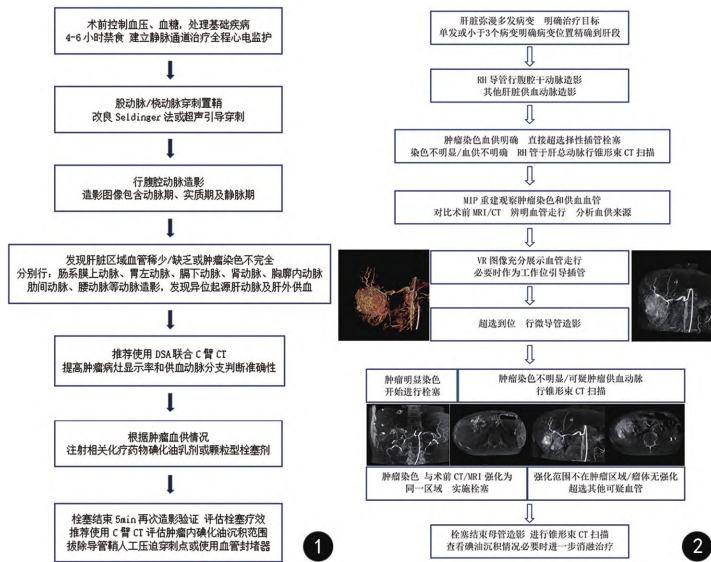


图 1 TACE 手术介入手术流程 图 2 TACE 介入影像技术流程 图 3 图像融合技术实时引导腹主动脉瘤腔内隔绝术

腹部旋转 DSA 技术原理: 旋转 DSA 是一种通过使用数字减影技术来观察血管的影像诊断方法。其原理是通过同步旋转和快速拍摄的方式生成一系列的血管影像, 再通过计算机对这些影像进行处理, 得到最终的血管结构信息。

在腹部旋转 DSA 中, C 形臂支架围绕受检者做旋转运动, 对采集区域内血管及其分布作 180° 或以上的数据采集, 人体保持静止, X 线管组件与探测器做同步运动, 从而获得

提供更丰富的血管和解剖信息, 帮助医师更准确地诊断血管疾病。(3) 减少患者手术风险: 通过精确的图像引导, 可以减少手术或治疗过程中的风险, 减少医患所受辐射剂量, 减少对对比剂使用, 提高患者的安全性。

应用步骤: (1) 将 CT、MRI 等原始 DICOM 数据通过 U 盘、网络、刻录光盘等方式导入 DSA 三维后处理工作站。(2) 利用三维后处理工作站对数据进行重组根据手术的不同提取相对应的动脉(如腹主动脉瘤腔内隔绝术)、静脉(经颈静脉肝内门体分流术)和胆管(经皮肝穿胆道引流术)从而去除不相关区域和骨相互干扰。(3) 对提取重组后的三维模型利用测量、标记等工具进行血管大小的测量及对穿刺点、支架放置位置进行规划标记以便手术更加顺利的进行。(4) 对提取重组后的三维模型利用三维后处理工作站中的匹配工具进行配准以便术中 3D 影像融合做三维可视化引导。

应用实例: 在某些情况下, 如腹主动脉瘤腔内隔绝术(图 3), 将 CTA 原始数据导入 DSA 工作站进行三维重组, 去除不相关区域和骨相干扰, 标注感兴趣区血管以及夹层或破口, 医师可以使用腹部 DSA 图像融合技术来精确测量病变大小及累及的血管, 选择合适的覆膜支架, 并在术中将 3D 影像融合作三维可视化引导^[25-27]。

局限性和注意事项: (1) DSA 技术需要注入放射性物质或使用较大剂量 X 线照射, 可能会对人体造成一定的辐射损伤。(2) DSA 检查通常需要住院或手术室环境, 需要麻醉或镇静剂等干预措施, 存在一定的风险和并发症。(3) 在使用图像融合技术时, 需要注意不同成像模式之间的图像配准和融合质量, 以确保融合图像的准确性和可靠性。

7.2 腹部旋转 DSA 与 3D-DSA 技术

腹部旋转 DSA 与 3D-DSA 技术是两种在血管成像领域具有重要应用的技术, 它们为医师提供了更详细、更准确的腹部血管结构信息, 从而帮助医师更好地进行诊断和治疗。以下是对这两种技术的详细介绍。

系列三维图像。

腹部旋转 DSA 技术优势: (1) 高分辨率: 旋转 DSA 可以提供高分辨率的血管影像, 有助于医师准确诊断血管病变。(2) 低辐射剂量: 相比于传统的 DSA 技术, 旋转 DSA 的辐射剂量更低, 对患者的 X 线伤害较小。(3) 可观察动态三维血管图像: 通过一次注药所成影像便可观察正、侧及任一侧斜位, 在了解血管病变和周围组织之间的关系及准确定位方面有重要的意义。

临床应用: (1) 血管疾病的诊断: 如肾动脉瘤、肠系膜上动脉狭窄等, 旋转 DSA 可以帮助医师准确评估血管的狭窄程度和血流速度, 从而指导治疗方案的制定^[28]。(2) 血管介入治疗: 在血管狭窄、血管瘤等疾病的治疗中, 旋转 DSA 可以提供准确的血管结构信息, 帮助医师选择合适的治疗位置和方法, 避免操作风险^[29]。

3D-DSA 技术原理: 3D-DSA 技术是对旋转 DSA 采集的轴位的投影图像进行三维数据重组的一项技术。利用采集到的旋转 DSA 图像进行重组, 得到三维立体的血管图像。

3D-DSA 技术优势: 可以生成三维立体的血管图像, 使医师能够更形象、更立体地了解病变情况, 可多角度观察血管图像。

腹部旋转 DSA 与 3D-DSA 技术都为医师提供了更加准确、详细的腹部血管结构信息, 帮助术者更好地进行手术规划。

7.3 栓塞导航

技术原理: 栓塞导航是将 C 臂 CT 图像和三维路径图相结合的一种复合技术, 可实时引导术者进行手术操作, 使操作简单快捷。

技术优势: 利用腹部的 C 臂 CT 技术进行感兴趣区域的 CT 扫描, 图像重组后介入影像技师使用栓塞导航软件利用肿瘤的染色自动识别肿瘤滋养血管并标记路径^[30], 利用透视图像与预先规划的 3D 路径图叠加, 同时会随着血管机 C

臂的运动自动匹配图像,并同时放大或者缩小。帮助术者在繁杂的血管中选择最有可能的肿瘤滋养血管,快速高效地完成手术,减少了手术时间和对比剂的用量。

注意事项:确保 C 臂 CT 图像采集及重组质量,以确保软件能正确识别肿瘤滋养血管并正确生成路径图。

8 总结

介入诊疗在腹部系统疾病中占据着重要的地位,腹部介入技术规范从腹部系统常见疾病诊疗、体位设计、图像的后处理技术到 DSA 设备参数和高压注射器参数的选择和优化等多方面、多角度阐述了腹部介入影像技师操作流程以及注意事项,规范了腹部介入诊疗要求、标准和手术流程,通过与临床科室密切协作,提高了图像质量,使腹部介入诊疗手术更加规范。

编写专家组成员(按照姓氏拼音排序):

安 涛:珠海市人民医院(暨南大学珠海临床医学院)
方 亮:天津市胸科医院
高丽敏:河北中医药大学第一附属医院/河北省中医院
郭钊雄:广州医科大学附属第二医院
洪 泳:复旦大学附属华山医院
胡 波:新疆石河子大学第一附属医院
李 博:河北医科大学第四医院
李国昭:东南大学附属中大医院
李真林:四川大学华西医院
罗来树:南昌大学第二附属医院
雷子乔:华中科技大学同济医学院附属协和医院
孟庆民:泰安市中心医院
马金强:华中科技大学同济医学院附属协和医院
冒晓文:邵阳市中心医院
荆 晶:解放军总医院第一医学中心
牛廷涛:首都医科大学附属北京同仁医院
宋鹏伟:哈尔滨医科大学附属第一医院
童玉云:昆明医科大学第二附属医院
王红光:河北医科大学第四医院
王兴宏:华北石油总医院
吴欣燕:北京和睦家医院有限公司
徐 海:中山大学附属第一医院
许美珍:南昌大学第二附属医院
殷风华:河北医科大学第四医院
于 淮:哈尔滨医科大学附属第二医院
郝 鹏:首都医科大学附属北京同仁医院
张玉林:哈尔滨医科大学附属第二医院
朱栋梁:广州市第一人民医院
周发军:中国医学科学院阜外医院
卓 军:济宁医学院附属医院
周学军:南通大学附属医院
赵雁鸣:哈尔滨医科大学附属第二医院

参考文献

- 何家缪,朱永敬,范习康,等. 消化道肿瘤发病风险的系统流行病学研究进展[J]. 中国肿瘤,2024,33:871-878
- 王巨威,王静,马丽君,等. 基于 JoinPoint 回归模型的 2009 - 2019 年我国肝癌发病与死亡变化趋势[J]. 中国癌症防治杂志,2024,16:180-185.
- Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality World-wide for 36 Cancers in 185 Countries[J]. CA Cancer J Clin,2021,71:209-249.
- 郑传胜,吕维富,李智岗. 介入治疗学[M]. 第 1 版. 北京:科学出版社,2021:1-3.
- 余建明,胡鹏志. 中华医学影像技术学数字 X 线成像技术卷[M]. 第 2 版. 北京:人民卫生出版社,2023:424-432
- Report on Stroke Prevention and Treatment in China Writing Group. 《中国脑卒中防治报告 2021》概要[J]. 中国脑血管病杂志,2023,20:783-793.
- Unlu E, Temizoz O, Albayram S, et al. Contrast-enhanced MR 3D angiography in the assessment of brain AVMs[J]. European Journal of Radiology,2006,60:367-378.
- Kuszyk BS, Beauchamp NJ JR, Fishman EK, et al. Neurovascular applications of CT angiography[J]. Seminars in Ultrasound, CT and MRI,1998,19:394-404.
- Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography;a new technique[J]. Acta Radiologica,1953,39:368-376.
- 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政司. 原发性肝癌诊疗指南(2024 年版)[J]. 中国普通外科杂志,2024,33:475-530.
- 林拥华,章宝燕,李新丰,等. 肝癌介入治疗中旋转数字减影血管造影三维重建技术的应用价值[J]. 中国医学物理杂志,2015,32:851-854.
- 周旻,符伟国. Stanford B 型主动脉夹层诊断和治疗中国专家共识(2022 版)[J]. 中国血管外科杂志(电子版),2022,14:119-130.
- Mohseni A, Mansour W. Post-Traumatic Abdominal Aortic Pseudoaneurysm[J]. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery,2024,1:137.
- Rahib L, Smith BD, Aizenberg R, et al. Projecting cancer incidence and deaths to 2030: The unexpected burden of thyroid, liver, and pancreas cancers in the United States[J]. Cancer Res,2014,74:2913-2921.
- 石秋月,常静,毛敏. 肾动脉粥样硬化性狭窄患者肾动脉支架植入术的研究进展[J]. 心血管病学进展,2023,44:406-411.
- 邱金霞,尹永波,鲁北,等. 实时影像融合介入导航系统在小肝癌微波消融中应用评价[J]. 介入放射学杂志,2023,32:663-667.
- 安涛,阮娜,李文怡,等. CTA 融合导航技术在腹主动脉瘤腔内修复及保留髂内动脉治疗中的应用[J]. 介入放射学杂志,2022,32:1093-1096.
- 林宇佳,曾国斌,廖政贤,等. C 臂类 CT 血管成像技术在前列腺动脉栓塞术中的应用价值[J]. 放射学实践,2021,36:541-545.
- 李茂全. 晚期胰腺癌介入治疗临床操作指南(试行)(第六版)[J]. 临床放射学杂志,2022,41:594-607.
- 李青群,操炎炎,宋松林. 脾动脉瘤的介入治疗方法及疗效分析[J]. 临床放射学杂志,2021,40:140-145.
- 徐苏玲,张耀纲,徐士伟,等. X 射线血管造影在肝癌介入 TACE 术后复发、疗效及肝脏肿瘤灌注减少的评估价值[J]. 中国医学

◁神经放射学▷

基于杏仁核亚区体积特征影像组学模型在
癫痫分类中的应用价值研究

常一凡, 罕迦尔别克·库昆, 赵伟, 帕哈提·吐逊江, 徐蕊, 王云玲*

【摘要】 目的 采用表面结构分割技术获得杏仁核亚区体积,对比 MRI 阴性颞叶癫痫(TLEneg)和海马硬化(HS)型颞叶癫痫(TLE)杏仁核亚区体积差异,构筑基于体积特征的影像组学模型来评估体积特征在癫痫分类中的价值。**方法** 基于新疆医科大学第一附属医院癫痫数据库开展,根据纳入和排除标准筛选出受试者的临床资料以及图像,共计纳入 HS 颞叶癫痫(TLE-HS 组)患者 88 例、MRI 阴性颞叶癫痫(TLEneg-MRI 组)患者 104 例、健康对照组(HC 组)志愿者 96 名,使用 FreeSurfer 7.4.1 对图像进行杏仁核亚区分割处理,搜集所有亚区体积,对比三组的杏仁核亚区体积差异,最后将数据分组后导入至数坤科技平台训练和评估基于体积特征的影像组学分类模型效能。**结果** 对比 HC 组,TLE-HS 组和 TLEneg-MRI 组的部分杏仁核亚区体积显示为缩小($P < 0.05$),以 TLEneg-MRI 组体积减小更为显著;TLEneg-MRI 和 TLE-HS 组比较,两组杏仁核亚区体积没有发现明显统计学差异,且两组杏仁核亚区改变都出现在癫痫病灶的同侧。构建各组之间的杏仁核亚区体积的影像组学模型,其中 HC 组和 TLEneg-MRI 组的效能分析中,训练集曲线下面积(AUC)为 0.9596,敏感度为 0.9016,特异度为 0.8806,测试集 AUC 为 0.6092,敏感度为 0.6296,特异度为 0.4483;而其中 HS 组和 TLEneg-MRI 组的效能分析中,训练集 AUC 为 0.9312,敏感度为 0.7869,特异度为 0.9589,测试集 AUC 为 0.7437,敏感度为 0.6667,特异度为 0.8065。**结论** 不同类型的颞叶内侧癫痫能对杏仁核及其亚区体积产生不同影响,影像组学构建的模型结果提示,杏仁核的基底外侧复合体和内侧核分别有助于区分 TLE 伴 HS 和 TLEneg。

【关键词】 颞叶癫痫 杏仁核 杏仁核亚区 表面结构分析 磁共振成像

The Value of an Imaging Histology Model Based on Volumetric Features
of the Amygdala Subregion in the Classification of Epilepsy

CHANG Yifan, KUKUN · Hanjiaerbieke, ZHAO Wei, et al.

The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi,
Xinjiang Uyghur Autonomous Region 830054, P. R. China

【Abstract】 Objective To obtain the amygdala subregion volume using surface structure segmentation technique, to compare the difference in amygdala subregion volume between two types of temporal lobe epilepsy, magnetic resonance nega-

本研究系科技部中央引导地方科技专项项目(编号:ZYDD2023D02);新疆维吾尔自治区科技厅“天山英才”科技创新领军人才项目(编号:2023TSYCLJ0027);新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(编号:2022D01C774)

作者单位:830054 乌鲁木齐,新疆医科大学第一附属医院; * 通讯作者

- 装备,2024,21:48-53.
- 22 李娜,贺建安,陈阳,等. 计算机辅助血管介入技术进展综述[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2022,34:985-1010.
- 23 王红光,武中林,郭庆军,等. DSA 变速采集在肝癌介入治疗中的应用[J]. 河北医科大学学报,2012,33:1200-1203.
- 24 鲍乐,王友彬,李鹏飞,等. 肝血管瘤及不同肝癌病灶的能谱 CT 参数差异分析[J]. 影像科学与光化学,2022,40:1284-1288.
- 25 李良学,陈铭,俞瀚林,等. 3D 打印联合彩超引导辅助 DSA 在腹主动脉瘤腔内介入手术中的临床应用[J]. 中南医学科学杂志,2024,52:79-82.
- 26 张弛,陈忠. 容积再现影像融合技术在腹主动脉瘤腔内修复术中应用价值研究[J]. 中国实用外科杂志,2023,43:1402-1406.
- 27 Schwein A, Chinnadurai P, Behler G, et al. Computed tomography angiography-fluoroscopy image fusion allows visceral vessel cannulation without angiography during fenestrated endovascular aneurysm repair[J]. J Vasc Surg,2018,68:2-11.
- 28 李忠,胡红耀,饶珉,等. 旋转 DSA 及三维重组在移植肾动脉造影中的应用[J]. 临床放射学杂志,2023,42:1328-1331.
- 29 杨秀伟,罗杰,尹雄英. 旋转 DSA 在肝肿瘤介入治疗中的价值[J]. 中西医结合心血管病电子杂志,2019,7:182.
- 30 李娜,贺建安,陈阳,等. 计算机辅助血管介入技术进展综述[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2022,34:985-1010.

(收稿:2024-08-22 修回:2024-10-16)

(本文编辑:李祥)