

## ◁规范指南▷

DOI:10.13437/j.cnki.jcr.2025.07.030

## 盆腔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学专业委员会介入放射技术工作组

## 1 共识形成背景

近年来,随着各级医疗机构对精准化介入诊疗技术的广泛应用,介入治疗在盆腔疾病的治疗中表现出显著的疗效<sup>[1-3]</sup>。与此同时,介入影像技术迅速发展,且临床需求不断攀升,介入影像技师在盆腔疾病介入治疗中,如精准定位病变、实时监控手术进程等发挥关键作用。然而,在相关介入诊疗团队的建设过程中,介入影像技师的操作水平存在较大差异,因此,规范介入影像技术从业者的操作标准已成为当务之急。

经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学专业委员会介入放射技术工作组组织相关专家讨论,编写此规范。本篇是盆腔数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)技师操作规范,包括:盆腔介入治疗适用疾病种类和范围;盆腔介入手术规划、体位设计及手术流程;DSA设备参数设定;高压注射器参数设定;盆腔介入图像处理技术规范;盆腔介入影像新技术应用规范。

## 2 盆腔介入治疗适用疾病种类和范围

DSA作为诊断和评估各种血管疾病的“金标准”,在盆腔疾病的诊断和治疗中也起着重要作用<sup>[4,5]</sup>。二维DSA(2D-DSA)能帮助确定血管病变的大小、位置和形状,并借助软件对血管狭窄程度和长度等进行分析。三维DSA(3D-DSA)成像则可以清晰显示血管立体结构,包括血管走向、狭窄、闭塞和畸形等<sup>[6-8]</sup>,为下一步介入治疗或外科手术的评估提供了关键信息。常见的盆腔血管疾病如下。

## 2.1 动脉系统疾病

## 2.1.1 髂内(外)动脉破裂出血(rupture of internal/external

iliac artery)

髂内或髂外动脉破裂出血是由外伤、手术或肿瘤侵蚀等病理因素引起的动脉破裂,导致大量内出血<sup>[9-11]</sup>。这种类型的出血通常表现为急性且迅速的血液流失,可能导致患者休克甚至死亡。通过DSA可以明确出血的部位和程度,并实时监控出血情况,从而进行介入性栓塞治疗以快速止血。

## 2.1.2 髂动脉闭塞或扩张性疾病(iliac artery occlusion or dilation disease)

髂动脉闭塞是指髂动脉发生狭窄或完全闭塞,导致下肢供血不足,从而引发一系列症状。DSA可用于明确闭塞部位,并指导髂动脉吸栓或支架植入的介入治疗<sup>[12-14]</sup>。髂动脉扩张性疾病,尤其是髂动脉瘤,是指髂动脉明显异常扩张和膨出,直径明显大于正常动脉。其成因可能包括动脉粥样硬化、感染性病变、外伤或遗传因素等。通过DSA指导经皮置管和覆膜支架植入术等介入治疗可以有效应对<sup>[15]</sup>。

## 2.1.3 盆腔肿瘤(pelvic tumors)

盆腔肿瘤包括子宫肿瘤、卵巢肿瘤和前列腺肿瘤等。DSA在评估盆腔肿瘤的血供方面发挥了重要作用,能够显示肿瘤供血动脉的粗细、走行和分布情况。精准的血供评估有助于制定介入治疗方案,例如肿瘤栓塞治疗,以减少肿瘤血供,从而抑制其生长。

## 2.1.4 前列腺动脉异常增大(abnormal enlargement of prostatic artery)

前列腺动脉异常增大常见于良性前列腺增生(benign prostatic hyperplasia, BPH)患者,可能引发下尿路症状<sup>[16-19]</sup>。DSA可以用于评估前列腺动脉的形态和血流情况,了解动脉扩张的程度和供血模式,为介入治疗,如前列腺动脉栓塞术,提供重要影像学依据,从而帮助减少前列腺的血供,缓解症状。

## 2.1.5 子宫动脉破裂出血(rupture of uterine artery)

子宫动脉破裂多见于产后出血、瘢痕妊娠出血或因子宫病变(如子宫肌瘤、子宫腺肌症)引发的大出血<sup>[20-26]</sup>。急性子宫动脉出血可导致严重失血和休克。通过DSA可以准确定位出血点,并进行介入性栓塞治疗以迅速止血,从而降低患者的死亡率。

## 2.2 静脉系统疾病

## 2.2.1 髂静脉血栓(iliac vein thrombosis)

髂静脉血栓是指髂静脉内形成的血栓,可能引起下肢和盆腔的静脉回流障碍,主要临床表现包括下肢肿胀、疼痛和

本研究系北京医学奖励基金会资助项目(编号:YXJL-2023-0227-0093);河北省医学科学研究课题项目(编号:20211227)

执笔单位:271000 泰安市中心医院介入放射科(孟庆民);石家庄,河北医科大学第四医院放射科(王红光);济南,山东第一医科大学附属省立医院影像中心(马新武);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);成都,四川大学华西医院放射科(李真林);首都医科大学附属北京友谊医院放射科(牛延涛);共同第一执笔人:孟庆民、王红光、马新武;通讯执笔人:雷子乔、李真林、牛延涛

静脉曲张<sup>[27-29]</sup>。DSA可用于明确血栓的位置和范围,评估血管阻塞程度,为溶栓治疗或介入治疗(如机械取栓、静脉支架植入)提供详细的影像信息。

### 2.2.2 盆腔静脉淤血综合征(pelvic congestion syndrome)

盆腔静脉淤血综合征又称卵巢静脉曲张综合征,是由于盆腔静脉扩张和血液淤积引起的慢性盆腔疼痛,常见于育龄女性。症状包括慢性盆腔疼痛、痛经、性交痛和下腹部沉重感<sup>[30-32]</sup>。通过DSA造影可以评估静脉扩张的严重程度和影响范围,并检测静脉瓣膜功能是否健全,这些信息对于指导治疗,如盆腔静脉栓塞术,至关重要。

### 2.2.3 盆腔静脉闭塞(pelvic venous occlusion)

盆腔静脉闭塞是指盆腔静脉部分或完全闭塞,导致盆腔区域血液回流受阻。主要症状包括下肢和盆腔的肿胀、疼痛以及静脉曲张<sup>[33-36]</sup>。DSA造影能够清晰显示静脉闭塞的位置和严重程度,为介入治疗(如植入静脉支架)提供详细的影像资料,从而指导治疗过程、优化手术方案以及促进静脉血流的恢复。

## 2.3 盆腔疾病介入诊疗禁忌症

### 2.3.1 绝对禁忌症

包括对碘对比剂有严重过敏史(如喉头水肿、过敏性休克)、妊娠(尤其是早孕期需避免辐射和对比剂)、未控制的甲状腺功能亢进(可能引发甲状腺危象)以及严重肾功能不全。

### 2.3.2 相对禁忌症

相对禁忌症则涵盖轻度肾功能不全、哮喘或过敏体质(过敏反应风险增加)、心力衰竭或血流动力学不稳定(对比剂加重心脏负荷),以及多发性骨髓瘤(可能诱发肾小管阻塞),此类情况需谨慎权衡后决策。

## 3 盆腔介入手术规划、体位设计及手术流程

在盆腔疾病的介入治疗中,精确的影像引导对手术成功起着至关重要的作用。此过程不仅涉及复杂的临床决策,更需要术者与介入影像技师之间的高度协同。介入手术流程始于详尽的术前规划,期间术者依靠介入影像技师提供的高质量血管影像,以便准确评估病变情况并制定最佳的治疗策略<sup>[37,38]</sup>。

### 3.1 介入手术规划概览

在盆腔介入手术的整体规划中,需统筹考虑术前准备、术中实施和术后评估3个关键阶段。首先,在术前阶段,必须对患者进行详尽的病史采集、全面的体格检查以及必要的实验室检测。结合术前影像学资料(如盆腔CT、MRI或超声),对盆腔血管病变进行综合评估,制定最佳的手术路径和治疗策略。其次,在术中实施过程中,患者通常取仰卧位,以获得最佳的操作和影像视角。C臂可选择头侧位或左侧位,常规投照体位为正位;根据手术需求增加斜位投照(如左前斜位或右前斜位),确保目标血管区域清晰可视化。术者依靠介入影像技师提供的实时、精确影像来精细操作介入器械,精准治疗病变部位。介入影像技师通过调整摄影体位和技术参数来支持这一治疗过程。完成盆腔介入手术后,采用C臂CT扫描、三维减影成像或多角度造影等影像技术进行全面评

估,以确保病变得到有效控制并优化后续治疗策略。

### 3.2 体位设计及应用

在整个介入手术过程中,介入影像技师应与术者密切合作。从术前的病变评估与治疗规划,到术中的实时影像导航,再到术后的效果评估,每一步都需要高质量的影像支持。因此,选择合适的摄影体位对获取高质量、诊断性强的图像至关重要。体位选择应根据目标血管的位置、走向及病变情况进行调整,主要包括前后位、侧位、斜位、头位和足位等。

前后位:用于观察盆腔主要血管的总体布局,如髂动脉、子宫动脉、前列腺动脉的起始部。该体位提供直观的血管走向概览,有助于初步评估和定位,适用于髂内动脉、子宫动脉、前列腺动脉的整体结构观察。

侧位:适用于评估特定血管的走行及病变(如动脉瘤、狭窄),尤其在前后位中血管重叠时。该体位清晰展现血管的前后走向,有助于识别病变部位,适用于髂动脉、髂静脉、前列腺动脉的详细观察。

斜位:介于前后位和侧位之间,可更好地展示某些血管结构,尤其在其他平面上显示不清晰时,提高诊断准确性。根据检查目的和病变部位,可选择左前斜位或右前斜位,角度一般在15°~45°之间,具体角度依血管走行和病变部位而定。该体位可减少血管重叠,提供更清晰的血管分支图像,适用于复杂的盆腔血管结构,如髂动脉分叉、盆腔静脉曲张区域。

头位和足位:通过调整X线投照角度(向头部或足部倾斜),可更好地显示某些血管结构,特别是在传统平面显示不佳时。针对复杂血管疾病,通过头位或足位投照角度的调整,能够更好地展示血管结构,适用于髂动脉和髂静脉的走行评估及深部盆腔血管结构观察。

### 3.3 DSA设备参数设定

在我国,DSA设备的参数命名和设定因品牌而异,但大多数设备配有自动剂量控制系统,能够自动校准曝光参数,如管电压和管电流。在进行盆腔疾病的介入手术时,正确的设备参数设定是确保影像质量、诊疗质量和降低射线剂量的关键。以下将详细介绍DSA设备在盆腔介入手术中的参数设定。

#### 3.3.1 透视参数设定

透视模式选择:根据盆腔的解剖特点和临床需求选择适合的透视模式。通常情况下,标准透视模式足以满足大多数盆腔介入操作的需求。

帧率选择:透视帧率一般在6~15帧/s(fast packet switching, fps)之间。低帧率(如6 fps)适用于一般的检查和定位,高帧率(如15 fps)适用于需要动态评估血流情况的场合,如观察血管内介入器材的移动情况。

管电压和管电流:现代DSA设备通常具有自动调节功能,可以根据不同的人体部位和体位自动调整管电压和管电流,以确保最佳的图像质量。对于盆腔介入手术,管电压通常设定在60~80 kVp之间,而管电流会根据患者的具体情况进行自动调整。

#### 3.3.2 采集参数设定

**采集模式选择:**根据检查要求选择合适的采集模式,包括常规采集模式、低剂量采集模式和3D-DSA采集模式等。对于常规的血管评估,选择常规采集模式即可;对于减少射线剂量的需求,可选择低剂量模式;而3D-DSA模式则适用于复杂的血管结构评估。

**帧率选择:**采集帧率可以在4~12 fps之间进行选择。较高的帧率(如8~12 fps)适用于需要高细节分辨率的血管病变评估,而较低的帧率(如4~6 fps)则适用于一般的评估和较少移动的部位,如盆腔区域。

**采集时间:**采集时间应根据手术需求进行设定,一般在3~6 s之间。采集时间的长短取决于检查部位和目标血管的特点。

### 3.3.3 照射野设定

**照射野选择:**照射野的大小和位置应根据病变部位和影像需求进行选择。通常情况下,盆腔介入手术需要覆盖整个盆腔区域的照射野,以确保全面评估相关血管结构。

**照射野大小:**通过调整照射野大小减少不必要的辐射暴露。根据具体的检查需求,可以对照射野进行适当的裁剪和限制,确保只对感兴趣的区域进行照射。

### 3.3.4 基本图像处理参数设定与修改

**图像处理参数:**根据不同的检查需求,可调整图像的对比度、亮度和边缘增强等参数,以优化图像的视觉效果。图像处理的调整应以最大限度提高病变部位的可视化和识别度为目标。

**自动曝光控制:**自动曝光控制系统在维持图像质量一致性的同时,减少了手动调整的需要,有助于减少操作复杂性和提高检查效率。

## 4 手术流程 (图1、2)

在盆腔介入手术过程中,介入影像技师应遵循以下步骤操作,以确保手术的顺利进行和患者的安全。

**核对患者信息:**仔细核实患者的基本信息,了解是否有对比剂过敏史。

**准备影像资料:**搜集并审阅患者的术前和既往影像学资料,为手术规划提供重要参考。

**录入信息与模式选择:**在设备系统中录入患者信息,选择适当的器官程序。

**设备与器材准备:**根据手术需求,准备好高压注射器和其他必要器材,确保设备运行正常。

**检查防护措施:**核实防护用品的完好性,确保辐射防护

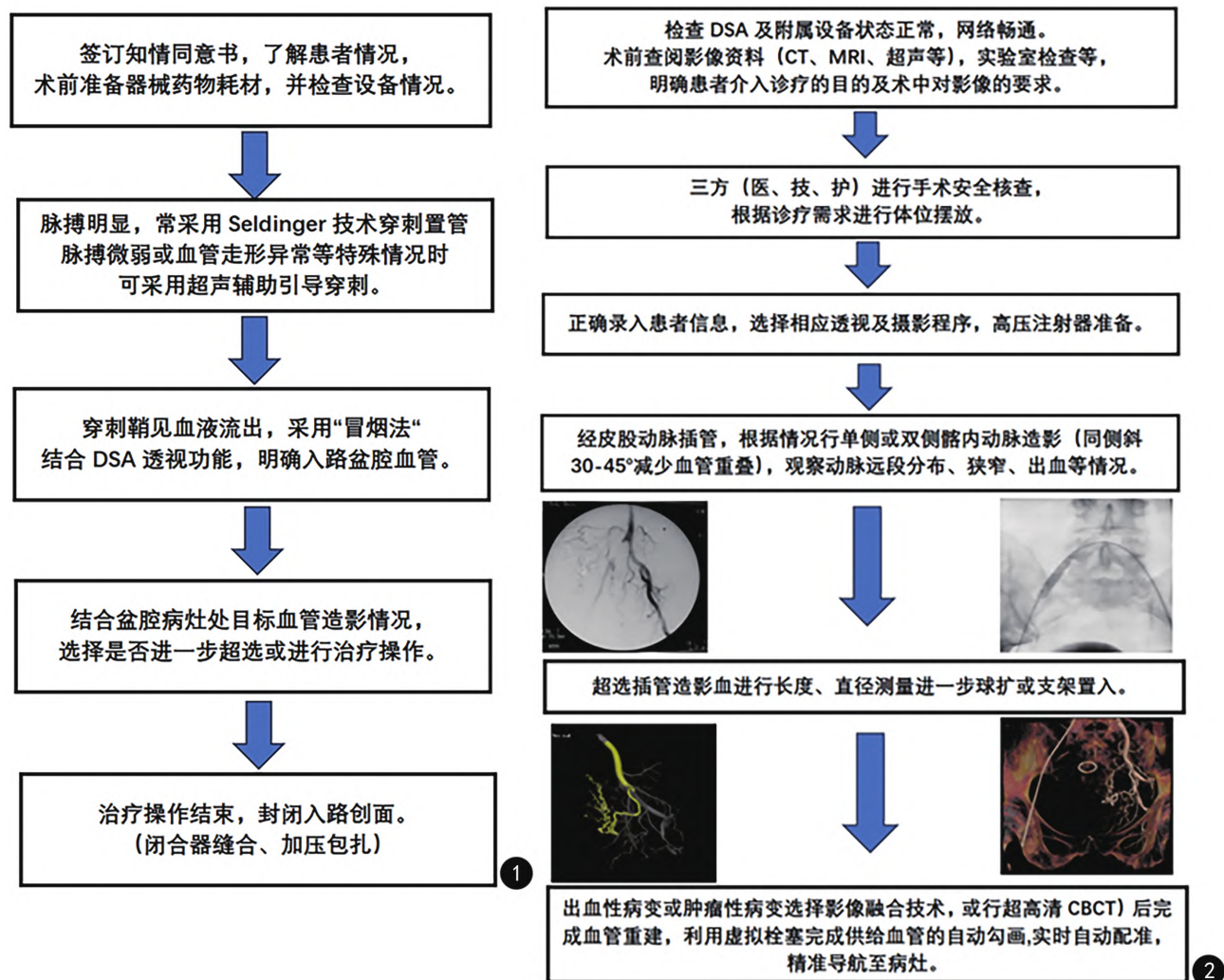


图1 盆腔疾病介入操作流程 图2 盆腔疾病介入影像技术流程

表1 盆腔介入诊疗中血管造影参数设定

| 血管         | 流速(ml/s) | 总量(ml) | 压力(psi) | 图像帧率(帧/s) |
|------------|----------|--------|---------|-----------|
| 髂总动脉       | 8~10     | 16~20  | 350~450 | 4~7.5     |
| 髂内动脉       | 3~5      | 6~10   | 250~350 | 4~7.5     |
| 髂外动脉       | 6~8      | 12~16  | 350~450 | 4~7.5     |
| 子宫动脉       | 3~6      | 8~12   | 200~450 | 4~7.5     |
| 子宫动脉(微导管)  | 0.5~2    | 3~8    | 150~350 | 4~7.5     |
| 前列腺动脉      | 3~5      | 6~8    | 150~300 | 4~7.5     |
| 前列腺动脉(微导管) | 0.5~2    | 2~6    | 100~250 | 4~7.5     |
| 盆腔静脉       | 4~8      | 10~20  | 200~600 | 4~7.5     |

符合规范要求。

协助穿刺操作:术者穿刺,选用5~6 F的导管鞘,穿刺股动脉,部位选择在腹股沟韧带下方3~4 cm处,穿刺角度为30°~45°。必要时,可使用透视或联合超声对相关动、静脉进行定位。

初步造影与导管置入:一般先进行腹主动脉造影,要求患者屏气,适当延长曝光时间,观察供血情况,选择最佳充盈影像并保存。髂动脉和子宫动脉造影通常采用前后位、侧位和斜位图像进行动态透视导航。术者根据动态影像,将导丝送入目标血管(如髂内动脉或子宫动脉),沿导丝置入导管。介入影像技师应取消透视导航,并根据患者血管情况和导管位置,调整高压注射器的参数。

特殊造影操作:在需要进行特殊造影(如3D-DSA、C臂CT)时,介入影像技师应根据术者的要求激活相应功能,提醒术者调整视野,将目标血管置于视野中心。透视下,将目标区域调整至正位、侧位进行测试,确保设备运行安全,并同步调整高压注射器参数。

图像后处理:完成特殊检查后,介入影像技师在后处理工作站进行必要的图像处理,如功能图像传输、图像测量和图像融合等。

图像存储与输出:造影结束后,选择性地将图像上传至医院的影像归档和通信系统(picture archiving and communication system, PACS),打印所需照片,其包含目标血管的动脉期、静脉期和毛细血管期影像,必要时刻盘保存。

设备关机与维护:手术结束后,至少等待20 min后方可按照程序关机,一般情况下不关闭主电源,以保持探测器的温度。

5 辐射防护与剂量管理

在盆腔介入手术中,合理的剂量管理和辐射防护对保障患者和医务人员的安全至关重要。介入影像技师应严格遵循正当化、最优化和剂量限值三大放射防护原则,确保所有介入放射学检查和治疗具有明确的临床指征,避免不必要的辐射暴露,特别是对生殖系统的过度照射。优化设备参数、缩小照射野、采用脉冲透视模式及屏蔽防护材料,是降低患者辐射剂量的有效手段。医务人员则需正确穿戴铅衣、铅围脖等防护用品,保持与射线源的距离,减少停留时间,并佩戴个人剂量计监测辐射暴露,确保不超过职业暴露限值,同时关注长期辐射对生殖健康的影响。

6 对比剂参数设定

在进行盆腔血管的DSA时,正确设置高压注射器对比剂的参数对于确保图像质量和患者安全至关重要。注射对比剂参数包括流速、总量和压力,这些参数可能因设备、对比剂类型、导管类型、患者的具体情况(如体重、年龄、肾功能)以及术者的偏好而有所不同。因此,实际操作中应根据患者的个体情况进行调整,以获得最佳的影像效果并保障患者的安全。造影时对比剂参数的设定范围及每种造影方式所解决的临床问题见表1。

6.1 造影参数设定

6.1.1 髂动脉造影

临床应用及解决的问题:髂动脉造影主要用于评估髂动脉的解剖结构和病变情况,如髂动脉狭窄、闭塞、动脉瘤以及外伤导致的出血等。通过髂动脉造影,可以明确病变的位置、程度和范围,为介入治疗(如支架植入、血管成形术、栓塞止血)提供重要的影像学依据。

在髂总动脉造影中,流速一般设定为8~10 ml/s,总注射量为16~20 ml,压力限制范围在300~600 psi。髂内动脉造影的流速为3~5 ml/s,总量6~10 ml,压力250~350 psi。髂外动脉造影的流速为6~8 ml/s,总量12~16 ml,压力350~450 psi。以上均采用注射延迟方式,获得清晰的影像。适当的流速和总量有助于清晰显示髂总以及髂内、外动脉的细节。髂外动脉造影的参数设定与髂内动脉相似,需确保对比剂充分充盈髂外动脉,提供准确的影像信息。

6.1.2 子宫动脉造影

临床应用及解决的问题:子宫动脉造影主要用于诊断和评估子宫相关病变,如子宫肌瘤、子宫腺肌症、子宫动静脉畸形以及产后出血等。通过此项造影,可以明确子宫动脉的解剖特点和供血情况,为介入治疗(如子宫动脉栓塞术)提供影像学支持,帮助控制出血和改善症状。

在子宫动脉造影中,流速通常设定为3~6 ml/s,总量为8~12 ml,压力限制范围在200~450 psi。由于子宫动脉相对较细,需避免过高的压力可能导致的血管损伤。在使用微导管进行造影时,要进行相应调整,流速通常设定为0.5~2 ml/s,总量为3~8 ml,压力限制范围在150~350 psi。对于有子宫病变的患者,注射参数需要更加谨慎地调整,通常根据患者的血管特点和病变情况来设定。

6.1.3 前列腺动脉造影

临床应用及解决的问题:前列腺动脉造影用于评估前列腺增生、前列腺癌等疾病的血供情况。通过此项造影,可以清晰显示前列腺动脉的解剖走行和供血特点,为介入治疗(如前列腺动脉栓塞术)提供重要的影像依据,帮助缓解下尿路症状,改善患者生活质量。

在前列腺动脉造影中,流速一般设定为3~5 ml/s,总量为6~8 ml,压力限制范围在150~300 psi。由于前列腺动脉较细,需采用较低的流速和总量以避免对血管造成损伤。在使用微导管进行造影时,要进行相应调整,流速通常设定为0.5~2 ml/s,总量为2~6 ml,压力限制范围在100~250 psi。特别是对于前列腺增生患者,注射压力的控制尤为重要,以

防止血管破裂或栓塞剂误入非目标血管。

#### 6.1.4 盆腔静脉造影

临床应用及解决的问题:盆腔静脉造影主要用于诊断盆腔静脉疾病,如盆腔静脉曲张综合征、髂静脉压迫综合征、深静脉血栓形成等。通过此项造影,可以评估静脉解剖结构和血流动力学变化,为介入治疗(如静脉支架植入、血栓溶解治疗)提供依据,帮助缓解患者的疼痛和肿胀症状。

在盆腔静脉造影中,流速通常设定为4~8 ml/s,总量为10~20 ml,压力限制范围在200~600 psi。需确保对比剂充分充盈整个静脉系统,但应避免过高的压力,防止静脉破裂或对比剂渗漏。

#### 6.2 参数调整建议

首先,根据患者的具体情况进行调整。对于较细小或存在病变的血管,应适当降低流速和总量,以降低损伤风险。对于肾功能不全的患者,建议减少对比剂的总量或选择对肾毒性较低的对比剂,以保护肾功能。

其次,对比剂的类型和浓度也会影响注射参数和图像质量。在进行DSA操作前,应详细评估患者的健康状况和过敏史,根据评估结果选择合适的对比剂类型和浓度。

最后,在注射过程中,应实时监控患者的临床反应和影像质量。必要时,调整注射参数以适应实时情况的变化。实时监控有助于及时发现并处理可能出现的问题,如过敏反应、对比剂外渗或血管痉挛,确保患者的安全。

通过合理设定和实时调整高压注射器的参数,可以确保在盆腔介入手术中获得高质量的影像支持,同时保障患者的安全。针对每位患者进行个体化的参数设定和管理,是成功实施盆腔介入治疗的关键。介入影像技师应与临床医师密切合作,根据具体的临床需求和患者状况,优化注射方案,提高诊疗效果。

#### 6.3 对比剂过敏反应以及并发症分级处理

轻度(皮疹、瘙痒):立即停止检查,协助医师给予抗组胺药(如苯海拉明20 mg肌注)和吸氧,密切观察症状变化。

中度(荨麻疹、支气管痉挛):除上述协助医师处理外,可静脉注射地塞米松5~10 mg,必要时使用沙丁胺醇吸入缓解气道痉挛。

重度(喉头水肿、过敏性休克):协助医师立即肌注肾上腺素(成人0.3~0.5 mg,儿童0.01 mg/kg),协助医师建立静脉通道扩容(如生理盐水500~1000 ml快速输注),维持气道通畅(必要时气管插管),并呼叫急诊团队协作抢救。

### 7 盆腔介入图像处理技术应用

在盆腔介入手术中,涉及的器官和血管包括子宫、卵巢、

前列腺、膀胱、直肠,以及髂动脉、髂静脉等重要结构。针对这些解剖结构的特殊性,DSA的图像处理技术在提高影像质量、诊断准确性和治疗安全性方面起着至关重要的作用。

#### 7.1 图像减影

图像减影技术用于突出显示盆腔区域的血管结构,消除背景干扰,特别适用于显示子宫动脉、卵巢动脉、前列腺动脉、髂动脉和髂静脉等血管。减影技术包括时间减影、能量减影和混合减影。时间减影是在对比剂进入目标血管区域之前,拍摄并保存掩模图像(mask),然后将其与含有对比剂的图像相减,突出显示血管结构,是临床常用的减影技术。

在应用过程中,应确保患者体位稳定,减少运动伪影,尤其是在长时间曝光或受呼吸影响较大的情况下。根据目标血管的位置和病变性质,选择合适的减影技术,调整减影强度,以获得最佳的血管与背景对比度。

#### 7.2 边缘增强

边缘增强技术用于细化血管边缘,增强小血管和病变部位的显示,如卵巢静脉曲张、前列腺动脉细小分支等。通过选择目标区域,应用边缘增强算法处理图像,调整窗宽、窗位,突出血管边缘,提高图像清晰度。

应用时应避免过度增强,以防产生伪影或掩盖重要解剖细节。根据临床需要,适度调整增强参数,确保诊断的准确性。

#### 7.3 图像处理

针对盆腔复杂的解剖结构,利用图像处理技术可以全面展示血管的空间走向和与周围器官的关系,如髂动脉分叉、子宫动脉走行等,为介入手术提供重要参考。

二维处理是选择多张二维图像,使用图像处理软件调整图像方向或叠加图像,保存处理后的图像进行分析。三维重建则利用多角度的二维图像,生成血管的三维模型,直观展示血管解剖结构。

应用时,应确保原始图像的质量和一致性,为处理提供可靠的数据支持。在三维模型中,可进行旋转、切割等操作,深入观察病变部位,协助术者制定手术规划。

#### 7.4 动态血流分析

动态血流分析用于评估盆腔血管的血流动力学特性,如子宫肌瘤供血动脉的血流速度、前列腺动脉的灌注情况等。通过连续采集对比剂通过血管的图像序列,使用动态分析软件计算血流速度和方向,评估血管充盈情况。

应确保图像采集的时间分辨率足够高,以捕捉快速血流变化。生成的血流动力学参数应结合临床实际,指导介入治疗策略的制定。

#### 7.5 血管分析

血管计量学分析对精确测量血管的直径、长度和狭窄程度具有重要意义,如评估髂动脉狭窄的严重程度、子宫动脉的直径以选择合适的微导管。通过在图像上选取感兴趣的血管段,使用测量工具进行量化分析,记录测量结果,为手术器械的选择和操作提供

表2 C臂CT采集参数

| 应用区域  | 流速(ml/s) | 总量(ml) | 扫描时间(s) | X线曝光延迟时间(s) | 图像放大倍数 |
|-------|----------|--------|---------|-------------|--------|
| 髂内动脉  | 2~3      | 20~36  | 7~12    | 1.5         | 1      |
| 前列腺动脉 | 0.5~1    | 2~10   | 7~10    | 0.5         | 2      |
| 子宫动脉  | 1~3      | 2~12   | 7~10    | 0.5         | 1      |

注:X线曝光延迟时间:为了病灶区域显影清晰,根据造影导管头端距离目标血管选择的提前注射对比剂时间

依据。

应使用校准工具(如已知尺寸的导管)进行图像校准,确保测量的准确性。注意由于血管扭曲或斜行导致的测量误差,必要时进行多角度测量。

## 7.6 图像融合

图像融合技术将 DSA 图像与其他影像模态(如 CT、MRI)融合,提供更全面的解剖和病变信息,如在子宫肌瘤栓塞术中,结合 MRI 明确肌瘤的位置。应用时,应选取需要融合的图像,使用软件进行精确配准和叠加。在融合图像中,辨识关键解剖结构和病变,指导介入操作。

应确保不同模态图像的配准精确,避免因错位导致的误判。注意不同影像模态的成像特点,合理解读融合后的图像。

## 8 盆腔介入影像新技术应用

随着影像技术的发展,新技术在盆腔介入手术中得到了广泛应用。这些技术针对盆腔特定的器官和血管,如子宫、前列腺、膀胱、髂动脉和髂静脉等,满足了复杂手术的需求,提高了诊断和治疗的精确性。

### 8.1 三维数字减影血管造影(3D-DSA)

3D-DSA 适用于需要立体展示血管解剖的手术,如子宫动脉栓塞术、髂动脉支架植入术等。通过旋转 C 臂,获取覆盖 180° 或以上的图像数据,捕捉盆腔血管的全貌。重建后,可清晰观察子宫动脉、卵巢动脉、前列腺动脉等血管的空间走行和与周围器官的关系,帮助术者准确定位病变血管,规划介入路径,减少手术时间和并发症。

### 8.2 三维路径图

在复杂血管介入手术中,如处理髂动脉多处狭窄、子宫动脉变异等,三维路径图可用于规划器械的进入路径和操作方案。利用三维重建的血管模型,模拟微导管、导丝在血管内的运行,提高操作的准确性。在手术过程中,将规划的路径与实时透视图像融合,为术者提供导航,减少误入非目标血管的风险,提升手术的安全性。

### 8.3 C 臂 CT

当需要术中获取高分辨率的三维影像时,如评估栓塞效果、检测术后并发症等,C 臂 CT 发挥了重要作用。通过调整扫描参数,获取盆腔器官和血管的详细影像。在子宫动脉栓塞术中,可利用 C 臂 CT 评估栓塞剂的分布情况,确保治疗效果。在前列腺动脉介入治疗中,可准确定位前列腺动脉,避免损伤周围组织(表 2)。

### 8.4 仿真支架植入技术

在髂动脉狭窄、闭塞等需要植入支架的手术中,仿真支架植入分析可预先评估支架的适用性。通过构建患者的血管模型,模拟支架在血管内的展开和贴壁情况,评估不同类型、尺寸的支架对血流的影响,选择最佳方案。

### 8.5 仿真栓塞区域路径技术

在子宫肌瘤、前列腺增生等需要栓塞治疗的疾病中,仿真栓塞区域路径分析可预先模拟栓塞剂的分布。通过模拟栓塞剂在血管网络中的流动,预测其在目标区域的聚集情

况,评估可能的侧支循环,避免非目标器官的损伤。

通过结合盆腔介入手术涉及的器官和血管,合理应用图像处理技术和新影像技术,可以满足手术的特殊需求,提高诊断和治疗的精确性,保障患者的安全。介入影像技师应熟练掌握这些技术,根据具体手术需求,灵活运用,协助术者完成高质量的介入治疗。

## 9 小结

盆腔介入治疗在盆腔疾病治疗领域的重要性日益凸显。本文全面探讨了盆腔介入影像技术的关键要素,涵盖了疾病类型、体位设计、图像后处理技术,以及 DSA 设备功能和高压注射器参数的优化选择。从多个角度详细描述了介入影像技师的操作流程,并强调了操作中需注意的关键点,从而确立了一套标准化的操作。此外,与临床科室的密切合作对于提高成像质量、保障介入诊断和治疗的安全性及有效性至关重要。

编写专家组成员(按照姓氏拼音排序):

安 涛:珠海市人民医院(北京理工大学附属医院、暨南大学珠海临床医学院)

董 方:河北中医药大学第一附属医院/河北省中医院

丁永杰:河北省望都县医院

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

高之振:蚌埠医科大学第一附属医院

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

霍 然:首都医科大学附属北京同仁医院

黄育铭:广东省人民医院

荆 晶:解放军总医院第一医学中心

康一鹤:河北医科大学第四医院

雷子乔:华中科技大学同济医学院附属协和医院

李国昭:东南大学附属中大医院

李真林:四川大学华西医院

李 忠:武汉大学人民医院

李 博:河北医科大学第四医院

刘昌盛:武汉大学人民医院

刘伯山:北京大学第一医院

刘战胜:南方医科大学南方医院

罗来树:南昌大学第二附属医院

林 颖:空军军医大学第一附属医院

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

马新武:山东第一医科大学附属省立医院

冒晓文:邵阳市中心医院

牛延涛:首都医科大学附属北京友谊医院

秦 璇:湖北省武汉市第五医院

任 宏:浙江大学医学院附属邵逸夫医院

宋鹏伟:哈尔滨医科大学附属第一医院

沙俊诚:徐州医科大学附属医院  
王 雷:首都医科大学附属北京同仁医院  
王红光:河北医科大学第四医院  
王全玉:华北石油总医院  
文自祥:中山市人民医院  
吴欣燕:北京和睦家医院有限公司  
向伟楚:中国人民解放军中部战区总医院  
许美珍:南昌大学第二附属医院  
郝 鹏:首都医科大学附属北京同仁医院  
杨 硕:中国人民解放军火箭军特色医学中心  
杨全山:河北省定州市人民医院  
殷风华:河北医科大学第四医院  
尹 姬:宁夏医科大学总医院  
于 淮:哈尔滨医科大学附属第二医院  
余顺强:孝感市第一人民医院  
钟 晶:山东第一医科大学附属省立医院  
张世龙:首都医科大学附属北京朝阳医院  
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  
周新华:厦门大学附属中山医院  
周发军:中国医学科学院阜外医院  
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  
赵 军:海南省人民医院  
翟彦龙:北京清华长庚医院

## 参考文献:

- 王艳丽,张凯,詹腾辉,等.女性盆腔源性静脉疾病介入诊治技术规范中国专家共识[J].介入放射学杂志,2024,33:821-828.
- 王庆,欧阳尚,向华.创伤性盆腔出血介入治疗专家共识[J].介入放射学杂志,2021,30:1197-1204.
- He D, Sun Z, Guo J, et al. Characteristics of Chinese patients with advanced prostate cancer: a multicentre, non-interventional, observational, prospective, registry study of docetaxel[J]. J Clin Oncol, 2016, 34:328-328.
- 王红光,郁鹏,高丽敏,等.介入影像技师操作规范专家共识总论[J].临床放射学杂志,2024,43:1436.
- Schott P, Katoh M, Fischer N, et al. Radiation dose in prostatic artery embolization using cone-beam CT and 3D roadmap software[J]. J Vasc Interv Radiol, 2019, 30:1452-1458.
- şerbănoiu A, Nechifor R, Marinescu AN, et al. Prostatic artery origin variability: five steps to improve identification during percutaneous embolization[J]. Medicina-Lithuania, 2023, 59.
- 金钊,郑国,高辉玲,等.数字减影血管造影三维导航技术在UAE患者中的应用效果及对并发症的影响[J].中国计划生育和妇产科,2024,16:83-86.
- 曾威,蒋清华,唐艳妮,等.放射介入联合清宫术在剖宫产术后子宫瘢痕妊娠中的临床价值[J].中国性科学,2023,32:106-109.
- 李书有,周雪勤,兰景尤,等.数字减影血管造影引导下聚乙醇栓塞颗粒联合弹簧圈行髂内动脉及其分支主干栓塞在妇产科大出血救治中的应用[J].中国医学装备,2021,18:87-91.
- 卢占兴.髂动脉破裂出血的急诊治疗[J].医药论坛杂志,2006, 27:106.
- 李麟荪,王杰,冯耀良,等.盆腔及股部外伤性大出血的介入性处理[J].中华放射学杂志,1993,27:310.
- 包俊敏,刘广钦.主髂动脉闭塞腔内治疗策略与技术[J].中华血管外科杂志,2023,8:9-12.
- 冯海,徐伯栋.主髂动脉闭塞腔内治疗的支架选择及置入策略[J].国际外科学杂志,2022,49:730-734.
- 王振峰,杨笑非,余宏,等.髂动脉硬化闭塞性病疗效分析[J].中国药物与临床,2018,18:101-102.
- 韩济南,侯艳秋.腹主动脉瘤合并髂内动脉瘤患者中应用腔内治疗的效果[J].临床医药文献电子杂志,2019,6:48.
- 楚世魁,孙政育,吕文竹.前列腺动脉栓塞术治疗良性前列腺增生的分析[J].中外医疗,2021,40:45-47,54.
- Abrams P, Cardozo L, Fall M, et al. The standardisation of terminology of lower urinary tract function: report from the standardisation sub-committee of the international continence society[J]. Neurourol Urodyn, 2002, 21:167-178.
- Martin S, Lange K, Haren MT, et al. Members of the florey adelaide male ageing study. risk factors for progression or improvement of lower urinary tract symptoms in a prospective cohort of men[J]. J Urol, 2014, 191:130-137.
- 周素军,乐涛,徐国斌,等.盆腔动脉数字减影血管造影的技术因素探讨[J].实用医志,2007,23:227-228.
- 陈伟君,梅海炳,何忠威,等.髂内动脉栓塞术治疗产后大出血[J].介入放射学杂志,2001,10:11-12.
- 孟令乾,曹耿飞,宛红娥,等.经导管子宫动脉介入治疗联合妊娠囊清除术治疗剖宫产术后子宫瘢痕妊娠现状[J].中国介入影像与治疗学,2023,20:630-633.
- Wagaarachchi PT, Fernando L. Fertility following ligation of internal iliac arteries for life-threatening obstetric haemorrhage[J]. Hum Reprod, 2000, 15:1311-1313.
- Nandanwar YS, Jhalam L. Ligation of internal iliac arteries for control of pelvic haemorrhage[J]. J Postgrad Med, 1993, 39:194-196.
- Flint LM. Definitive control of bleeding from civil pelvic fracture[J]. Ann Surg, 1979, 189:709.
- Riemer BL, Butterfield SL, Diamond DL, et al. Acute mortality associated with injuries to the pelvic ring: the role of early patient mobilization and external fixation[J]. Trauma, 1993, 35:671-677.
- 方佳平,邵华平,沈晓波.骨盆骨折合并腹膜后大出血急诊行介入治疗的临床价值[J].浙江创伤外科,2022,27:738-739.
- 贺烨,张庆桥,祖茂衡,等.彩色多普勒超声对左髂静脉血栓合并Cockett综合征的诊断价值[J].当代医学,2011,17:28-30.
- 江旭东,李晓强,孙莉莉,等.非血栓性髂静脉压迫综合征的诊断及介入治疗[J].中华普通外科杂志,2020,35:510-512.
- 苗超峰,曹海峡,李萌,等.先天性下腔静脉畸形10例临床诊断及治疗研究[J].中华实验外科杂志,2019,36:1274-1275.
- 陈剑峰,高洁,吴英锋.盆腔淤血综合征的分类及治疗评估[J].中华妇产科杂志,2024,59:332-336.
- 焦伟,施国伟.慢性盆腔疼痛综合征的治疗进展[J].国际泌尿系统杂志,2019,39:556-558.
- 张慧玲,李妍.子宫动静脉瘘1例报道及相关文献复习[J].中国现代手术学杂志,2020,24:146-150.

## 基于多种机器学习算法的影像组学模型预测胶质瘤 IDH 突变状态的对比分析

杨日辉, 杨颖思, 林志萍, 范伟雄, 江桂华, 熊小丽, 张裕辉\*

**【摘要】 目的** 探讨基于T<sub>1</sub>WI增强(T<sub>1</sub>WI CE)的影像组学特征构建多种机器学习模型预测胶质瘤异柠檬酸脱氢酶(IDH)突变状态的对比分析研究。**方法** 回顾性搜集122例经病理确诊胶质瘤且行MRI增强扫描的患者资料,其中IDH突变型胶质瘤35例,IDH野生型胶质瘤87例。以7:3分层随机抽样分为训练组和测试组。采用ITK-SNAP软件分割T<sub>1</sub>WI CE序列的肿瘤区域作为感兴趣容积,然后导入A.K.软件提取影像组学特征;通过单因素逻辑回归降维并筛选出10个最优特征。基于显著特征,分别构建7种机器学习算法模型,分别为可解释模型(EBM)、支持向量模型(SVM)、k最邻近(KNN)、逻辑回归(LR)、决策树(DT)、极度梯度提升(XGB)、多层感知机(MLP)模型。采用受试者工作特征曲线评价预测模型效能并以决策曲线分析(DCA)评估临床实用性。**结果** EBM、SVM、KNN、LR、XGB、DT、MLP 7种算法构建影像组学模型对胶质瘤IDH突变诊断效能在训练集预测胶质瘤IDH突变的曲线下面积分别为1.000、0.966、0.943、0.925、0.927、0.879、0.908;在测试集分别为0.946、0.912、0.910、0.908、0.896、0.850、0.823,其中EBM模型的曲线下面积(0.946)最高,敏感度为90.0%、特异度80.8%,且DCA显示其临床实用性较高。**结论** 基于T<sub>1</sub>WI CE的影像组学特征构建不同机器学习模型可用于预测IDH突变状态,EBM模型诊断价值优于其他机器学习模型,且DCA表明临床实用性高。

**【关键词】** 胶质瘤 机器学习模型 异柠檬酸脱氢酶突变 磁共振成像

## Comparative Analysis of Radiomics Models Based on Multiple Machine Learning Algorithms for Predicting IDH Mutation Status in Gliomas

YANG Rihui, YANG Yingsi, LIN Zhiping, et al.

Magnetic Resonance Department, Meizhou People's Hospital, Meizhou,  
Guangdong Province 514031, P.R.China

**【Abstract】 Objective** Comparative analysis of different multi machine learning algorithm models based on T1 weighted imaging enhanced (T<sub>1</sub>WI CE) radiomics features for predicting IDH mutation status in gliomas. **Methods** Retrospective collection of data from 122 patients diagnosed with glioblastoma through pathology and undergoing magnetic resonance en-

本研究系广东省医学科学技术研究基金项目(编号:A2024768);梅州市人民医院科研培育项目(编号:PY-C20210022)

作者单位:514031 梅州市人民医院磁共振科(杨日辉、杨颖思、范伟雄、熊小丽、张裕辉);510317 广州,广东省第二人民医院影像科(江桂华);200135 通用电气药业(上海)有限公司(林志萍);\*通讯作者

33 Clements W. Inferior vena cava filters in the asymptomatic chronically occluded cava: to remove or not remove? [J]. Cardiovasc Inter Rad, 2018, 42: 165-168.

34 蒋俊, 杨帆. 介入治疗在左髂静脉受压综合征并发左下肢深静脉血栓形成中的疗效观察[J]. 血栓与止血学, 2022, 28: 1024-1026.

35 李林, 赵玉明, 杨琴, 等. 盆腔静脉疾病血管腔内治疗: 单中心短期随访研究[J]. 中国血管外科杂志, 2024, 16: 180-182.

36 Loffroy R, Chevallier O, Mazit A, et al. Amplatzer™ vascular plugs

for embolisation: a 10-year single-centre retrospective study [J]. J Clin Med, 2023, 12.

37 高丽敏, 王红光, 李博, 等. 神经介入影像技师操作规范专家共识[J]. 临床放射学杂志, 2024, 43: 1437-1442.

38 李博, 王红光, 高丽敏, 等. 腹部介入影像技师操作规范专家共识[J]. 临床放射学杂志, 2024, 43: 1842-1848.

(收稿: 2025-02-20 修回: 2025-03-27)

(本文编辑: 袁燕平)