

基于CT、MRI、超声的腔静脉肿瘤性病变诊断体系构建与临床应用

张海滨 朱攀宇

宝鸡市妇幼保健院 陕西 宝鸡 721000

摘要：腔静脉肿瘤性病变临床表现隐匿，早期诊断困难，而影像学检查是制定治疗方案的基础。单独使用CT、MRI或者超声都有其局限性，不能完全胜任定位、定性、分期以及可切除性的判断工作。本文对这三种影像学方法用于腔静脉肿瘤性病变的优势与劣势进行总结，在此基础上提出一种分层次、分阶段的综合诊断模式：首先采用超声作为筛查工具，然后用CT血管成像展示整个结构情况并确定病变范围，再用MRI多种不同成像方式进行组织识别和功能分析，最后根据评分结果及多学科讨论得出最终结论。并且介绍了这种方法在术前评估、鉴别诊断以及随访方面所起的作用以及目前存在的问题和发展趋势，希望能给临床实践带来一定帮助。

关键词：腔静脉肿瘤；体层摄影术，X线计算机；磁共振成像；超声检查

引言

腔静脉肿瘤虽然少见，但由于其位置重要以及血液流动特点，常常引起严重的回流障碍（如上腔静脉综合征、腹水、下肢水肿）或者致命性的肺栓塞。原发性肿瘤以平滑肌肉瘤为主，而继发性肿瘤则多为肾癌、肝癌等邻近肿瘤形成的静脉内瘤栓。早期无特异性表现，在出现症状时往往已是中晚期。影像学检查是主要诊断方法：超声方便快捷，可以即时观察血流情况，但是对较深部位显示不佳；CT空间分辨率高、范围大，能够清楚显示充盈缺损以及侧支循环，但是软组织差别小并且有辐射和肾脏毒性；MRI软组织差别大，有利于区分瘤栓和血栓以及判断管壁受侵情况，但是耗时较长而且容易受到伪影影响，而且不是所有患者都适合使用。一种方法不能解决所有问题，因此需要建立结合超声、CT以及MRI优点的多层次、分期的多模态影像学诊断方案来提高诊断准确性，制定个性化治疗方法从而改善患者的生存率。以下就这一方案的基础、依据、步骤以及实施进行详细论述。

1 腔静脉肿瘤的病理与临床概述

腔静脉肿瘤性病变分为原发性和继发性两类。原发性以平滑肌肉瘤为主，大多来自下腔静脉中段（第一至第二腰椎处）中膜平滑肌，女性较多见，常为腔内型或混合型，易发生坏死囊变；而血管肉瘤来自内皮细胞，呈浸润性生长，易早期侵犯全层并蔓延到邻近组织。继发性瘤栓常见于肾细胞癌等通过血液循环转移到腔静脉内，在血流剪切力作用下贴附在静脉壁上或者成为漂浮的栓子顺血流向移动，大约4%-10%的肾细胞癌患者伴

有下腔静脉瘤栓，可延伸至上腹部甚至右心房。其临床表现根据堵塞位置不同而有所差异：上腔静脉受累会出现面部、上肢肿胀、颈静脉怒张、胸壁静脉显露以及颅内压增高等现象（上腔静脉综合征）；下腔静脉堵塞会导致两下肢肿胀、腹水、腰背部疼痛以及腹部静脉扩张（血液从下往上流动）^[1]。如果肾静脉口被堵塞，则会出现肾病综合征或者急性肾衰竭等症状。肿瘤性病变一般发展缓慢，而血栓通常是突然发病并且伴有局部疼痛的症状，但是二者区分难度大，需要借助影像学检查来判断。病理类型、浸润程度、分级以及是否有远处转移都会影响治疗方法的选择，因此作为放射科医生要针对生物学特性进行合理检查及观察。

2 CT 评估技术与关键征象

CT是首选方法，分辨率高、视野大、扫描快。建议用64排以上螺旋CT平扫+多期增强（动脉期15~20s，静脉期60~70s，延迟期180~240s），对比剂速率3.0~4.0ml/s，剂量1.5~2.0ml/kg。范围：上腔静脉自颈部至膈顶，下腔静脉自膈顶至骨盆入口。重建MPR、CPR及VR，CPR可追踪血管并精确测量瘤栓长度。平扫示腔静脉增宽、腔内等/稍高密度影，可伴钙化或坏死低密度区。增强特征：平滑肌肉瘤不均匀明显强化，坏死区无强化；肾癌瘤栓呈“快进快出”；肝癌瘤栓动脉期显著强化，门脉及延迟期快速减退。关键征象：①腔内不规则分叶或贴壁充盈缺损；②管壁增厚强化（提示受侵）；③瘤栓顶端形态及是否达右心房；④远端静脉扩张及侧支开放（奇静脉、腰升静脉等）；⑤原发灶或淋巴结肿大。可测量肿瘤大小、体积及距分支距离辅助手术，但对血栓

鉴别有限,需结合强化方式及临床。

3 MRI 评估技术与关键征象

MRI软组织对比佳,兼具功能成像,利于定性。推荐1.5T或3.0T,体部相控阵线圈,扫描包括T1WI、脂肪抑制T2WI、DWI($b = 0/400/800 \text{ s/mm}^2$)、动态增强MRA及TrueFISP(显示流空)。黑血技术(双/三反转恢复)可消除血流信号以清晰显示管壁。嘱患者屏气,必要时腹带或导航辅助。信号特征:T1WI等/稍低信号,T2WI不均匀高信号(坏死/出血区更高);DWI呈高信号,ADC值常 $< 1.2 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,血栓ADC值较高,有助鉴别。动态增强多呈“速升速降”或“速升平台”型,血栓无或轻微缓慢强化^[2]。CE-MRA清晰显示血管走向、直径及充盈缺损。关键征象:①腔内实性肿块伴流空消失;②T2WI信号不均提示坏死/出血;③管壁不规则增厚强化(侵犯);④DWI高信号+低ADC提示恶性;⑤肿瘤与管壁界限不清提示壁内侵犯。虽耗时较长、易受运动影响且肾功能严重障碍者禁用造影剂,但在鉴别瘤栓/血栓、判断管壁侵犯及肝静脉受累方面优势显著。

4 超声评估技术与关键征象

超声是便捷廉价的初筛手段,适用于床旁急诊及随访。常用2~5MHz凸阵/相控阵探头经腹扫查,联合锁骨上窝、胸骨旁切面或经食管超声心动图(TEE)观察上腔静脉远端及右心房瘤栓。二维超声示腔静脉大小、管壁及腔内团块:肿瘤多呈等/低回声,边界不清,内部回声不均,可见坏死无回声或钙化强回声。彩色多普勒(CDFI)是关键鉴别点:肿瘤因新生血管丰富,内部/周围常探及点条状血流信号,频谱呈动脉样搏动($RI > 0.6$);血栓多无血流信号。CDFI还可评估狭窄处流速及侧支循环。超声造影(CEUS):肿瘤动脉期快速不均匀强化,门脉/延迟期消退;血栓全程无强化,鉴别价值高^[3]。TEE可明确瘤栓是否达右心房并评估心功能。弹性成像示恶性肿瘤质地更硬。但超声易受肥胖、肠气干扰,操作依赖性强,对腹膜后显示差且标准化难,临床最佳定位为筛查及活检引导,不宜单独确诊。

5 多模态诊断体系的构建策略与量化标准

根据这三种方法各自优势,在此基础上本文提出一种“分层递进、多模态整合”的诊断方案,分为四个层次。

5.1 第一层:临床初筛与超声评估

对于所有疑似腔静脉肿瘤性病变患者,首选床旁经腹部超声(必要时TEE)进行筛查。超声报告应包含以下内容:①腔静脉管径以及有无占位;②占位大小、形状、边缘、回声以及内部结构;③CDFI血流信号程度(用Adler分类法表示:0-3级);④频谱多普勒参数(峰

值速度、阻力指数);⑤有无侧支循环以及是否合并腹水、肝淤血等相关表现。如果超声提示可疑占位但无法确定其性质或者占位超出超声观察范围时进行下一步工作。

5.2 第二层:精确定位与定性——CT联合MRI同步检查

建议在3个工作日内完成CT增强以及MRI增强检查。CT用于观察整个腹部或者胸部情况,确定瘤栓上下缘、大小、距离肾静脉/肝静脉/右心房距离,有无管壁钙化、坏死以及侧支循环存在等;而MRI主要用于DWI、动态增强以及时间-信号曲线分析,区分肿瘤与血栓,判断管壁侵犯程度以及有无卫星灶等。两份报告均需采用标准格式,在其中必须填写规定内容,即:肿瘤部位(根据解剖分区,例如肝下段、肝段、心房段),形状(腔内、壁内、腔外),管壁受累情况(无、可疑、确定),强化程度(无、轻度、明显、不均匀)以及DWI信号等级。

5.3 第三层:综合量化评分与危险分层

以上这些重要发现转换为半定量评分,采用如下八个方面:①大小($< 3 \text{ cm} = 0$ 分, $3-6 \text{ cm} = 1$ 分, $> 6 \text{ cm} = 2$ 分);②形态(光滑=0分,分叶/不规则=1分);③管壁侵犯征象(无=0分,可疑=1分,明确=2分);④强化程度(无或轻度=0分,明显=1分,不均匀伴坏死=2分);⑤DWI信号(等或低=0分,高=1分,极高伴ADC低=2分);⑥CDFI/CEUS血流分级(0~1级=0分,2级=1分,3级=2分);⑦有无侧支循环(无=0分,有=1分);⑧有无远处转移或原发灶(无=0分,有=1分)。总分为0~14分,其中0-4分为低危(考虑为良性血栓或者低度恶性肿瘤),5-9分为中危(怀疑恶性,需要活检),10-14分为高危(高度恶性,可行手术切除或者全身治疗)。此评分公司内部验证后再进行推广使用。

5.4 第四层:多学科整合与最终诊断

将评估的结果以及所有的影像学资料提供给一个包括放射科、超声科、肿瘤内科、肝胆外科/胸外科和病理科医生组成的多学科团队(MDT)进行讨论,在考虑患者的年龄、身体状况、肝功能情况以及治疗意愿的基础上做出最后的结论并且提出个性化的治疗方案^[4]。同时建立影像与病理对比数据库,定期总结误诊病例,不断修改评分标准以及扫描方式等。这一过程需要有良好的操作流程、人员培训以及质量控制等,因此建议各个医院都应有相应的工作流程(SOP)。

6 临床应用价值与实施路径

6.1 术前可切除性评估与手术规划

外科手术是腔静脉肿瘤(特别是原发性)最佳治疗

方法,但是能否完全切除与瘤栓上界、管壁侵犯程度以及侧支代偿有关。CT能够清楚看到瘤栓位置,MRI能判断有无管壁侵犯,两者相结合可以确定T分期(如局限于腔内为T1,侵犯管壁为T2,侵犯周围组织为T3),进而选择合适的患者进行瘤栓取出术或者腔静脉节段切除术。此外,丰富的侧支循环意味着可以承受手术过程中的暂时性静脉闭塞,有利于制定血管重建计划。

6.2 鉴别肿瘤与血栓,避免误诊误治

腔静脉内占位约50%为良性血栓,但也有一部分恶性肿瘤患者早期并不强化,在使用DWI以及CEUS时,肿瘤表现为弥散受限及血流灌注,而血栓则正好相反,二者鉴别率可达到90%以上,可以减少误将血栓当作肿瘤进行手术切除或者错失对肿瘤的最佳治疗时机。

6.3 疗效监测和随访管理

对于接受了靶向治疗、放疗或者新辅助化疗患者,每3~6个月复查超声以观察瘤栓体积以及血流情况的变化,每6~12个月复查CT或MRI以观察是否存在解剖学上的进展。而体系中的量化评分也可用于监测疗效,看是否有缓解,从而指导治疗。

6.4 实施路径建议

临床可疑患者→24小时内进行超声筛查→阳性者开展CT+MRI“一站式”检查(不超过72小时)→由放射科医生盲法独立阅片并填写结构化报告→计算风险分值→MDT会诊(不超过5天)→出具最终诊断及治疗意见→进入数据库。对于术后患者,在出院一个月后做一次超声基线复查,此后定期随访。而对于不能耐受手术的晚期患者,也可以使用此方案来进行其介入治疗(例如支

架置入)定位以及疗效观察等。

7 结语

腔静脉肿瘤性病变诊治困难,影像学在其中扮演着不可替代的角色。本文综合分析CT、MRI和超声三种技术在显示解剖结构、组织定性和血流动力学评估方面的不同优势,构建了从初筛、精确定位、定性定量到多学科整合的分层诊断体系,并提出了可操作的量化评分标准和临床应用路径。该体系的建立有望减少漏诊和误诊,优化手术决策,改善患者预后。然而,目前该体系尚属理论框架,各指标的权重和阈值仍需大样本多中心前瞻性研究加以验证。未来,随着影像组学、深度学习和多模态融合建模技术的引入,可进一步提升诊断的自动化与精准度,并有望实现个体化风险预测。同时,应加快建立全国性腔静脉肿瘤影像数据库,推动诊断标准化的实施和推广,最终惠及更多患者。

参考文献

- [1]王德生,李明辉,张建国.下腔静脉平滑肌肉瘤的多排CT表现与病理对照研究.中华放射学杂志,2021,55(7):678-683.
- [2]陈雅静,刘洋,赵敏.MRI弥散加权成像在鉴别静脉内瘤栓与血栓中的价值.磁共振成像,2022,13(2):45-50.
- [3]孙大鹏,周丽华,吴刚.超声造影定量参数对下腔静脉占位恶性风险的预测.中国超声医学杂志,2022,38(9):1012-1016.
- [4]刘慧,郑淑梅,高翔.多模态影像在静脉系统肿瘤诊断中的应用进展.国际医学放射学杂志,2023,46(6):689-695.