

体素内不相干运动成像在评估直肠癌局部淋巴结转移中的应用价值

戴鑫¹, 田为中¹, 杜芳^{2*}

(1. 扬州大学医学院附属泰州市人民医院, 江苏 泰州 225300; 2. 扬州大学附属医院, 江苏 扬州 225000)

摘要: **目的** 评价体素内不相干运动成像在评估直肠癌局部淋巴结转移中的应用价值。**方法** 收集患例资料设计回顾性研究思路, 研究用资料为我院直肠癌患者MRI图像(共包含145例, 经手术、病理检查确诊), 筛选出136枚淋巴结(46枚转移淋巴结与90枚非转移淋巴结), 计算淋巴结扩散系数D、灌注系数D*、灌注分数f值, 对D、D*、f值分别进行独立样本t检验。**结果** 转移淋巴结组的D值明显高于非转移淋巴结组($0.878 \pm 0.209 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ vs. $0.706 \pm 0.219 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 两组数据对比, 差异有统计学意义($P < 0.001$)。**结论** IVIM在评价直肠癌局部淋巴结转移中有一定的应用价值, 较高的D值更加提示淋巴结发生转移, 可以在临床中进一步推广。

关键词: 直肠癌; 淋巴结; 体素不相干运动; 弥散加权成像; 磁共振

中图分类号: R574.63

文献标识码: B

DOI: 10.3969/j.issn.1671-3141.2022.40.024

0 引言

直肠癌在近年来消化内科、肿瘤科疾病诊断中较为常见, 发病率、死亡率上升表现明显, 即使及时进行手术治疗, 患者仍具有一定的术后局部复发率。近年来, 随着外科手术技术的进步以及全直肠系膜切除术的改善、术前辅助的优化, 有效提高了疾病控制效率。积极做好影像学评估, 找到肿瘤原发病灶, 检查肠壁的浸润度、肠周的情况、了解是否存在转移机转移具体情况, 有利于治疗方案的制定。主要是在患者开展手术治疗之前, 对于患者直肠癌的淋巴结转移相关情况进行评估, 有助于针对患者疾病症状制定有效的治疗方案, 减少术后局部复发影响^[1]。MRI是直肠癌术前常用并且有效的检查方法, 主要是为了更加全面的通过观察区域淋巴结大小、边界、信号等形态学特征, 为临床诊断转移淋巴结提供依据, 然而其在淋巴结转移检出方面, 参考价值受限^[2-3]。扩散加权成像采用单指数模型计算表观扩散系数, 能够通过系统性的检查, 显示活体组织

的内部结构, 主要是内水分子的微观运动, 由于其检查的优势, 现阶段已经广泛应用于临床患者检查诊断治疗中, 当然在检查的过程中, ADC值不仅仅只是能够全面的反映活体组织内水分子扩散运动的情况, 还能够更加全面的反应患者毛细血管组织的整体灌注表现, 因此在一般临床检查的过程中, 真实的扩散数值要相对低于ADC检出值。现阶段体素内不相干运动成像(IVIM)技术也被应用于临床诊断治疗中, 当然也受到了很大的关注, 主要是比较适用于腹部、头颈部等领域。探究体素内不相干运动成像(IVIM)技术, 是在1986年被提出, 在Le Bihan^[4]等人的研究中对发现该技术与传统DWI技术相比, 具有一定的优势, 主要体现在真实地反映组织水分子的扩散情况, 能够更好展示两种运动成分。现阶段, IVIM目前还处于研究阶段, 其中头颈部肿瘤研究资料较多, 或是肝脏、乳腺、肾脏等, 但对于纵膈、肺部等疾病的诊疗方面报道并不多^[5]。为此, 本研究探讨IVIM参数在直肠癌淋巴结良恶性鉴别中的价值, 旨在提高淋巴结良恶性判断效能。

作者简介: 戴鑫(1992-), 男, 汉族, 江苏泰州, 本科, 研究方向: 消化道。

* **通信作者:** 杜芳(1964-), 女, 汉族, 江苏扬州, 主任医师, 本科, 研究方向: 神经系统影像诊断。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集本院2018年12月-2020年5月经手术治疗并经病理证实的145例直肠癌患者的临床资料，纳入标准：①手术前未行新辅助放化疗（接受新辅助治疗的患者被排除在外，因为新辅助治疗可能改变淋巴结的病理结果）；②术前接受MR常规及IVIM扫描；③图像清晰；④病理证实为直肠腺癌（黏液腺癌或肿瘤含粘液成分的患者被排除在外）。90例患者纳入研究，其中男52例，女38例，年龄22~85岁，平均（60.12±12.68）岁。

1.2 设备与扫描参数

采用Siemens MAGNETOM Avanto 3.0T超导型MR设备，采用16通道体部相控阵线圈，常规T1WI轴位（TR设置722 ms，TE设置11 ms），T2WI轴位（TR 4550 ms，TE 99ms），T2WI冠状位（TR 4030 ms，TE 129 ms），T2WI矢状位（TR 4000 ms，TE 99 ms），矩阵320×224，层厚设置3 mm，层间距设置0.6mm，FOV设置220×220 mm。IVIM扫描采用SE平面回波（echo planar imaging, EPI）序列，b值分别选取0, 50, 100, 150, 200, 300 and 1000 s/mm²，TR 6600ms，TE 91ms，激励次数3次，FOV 250×210 mm，矩阵172×117，层厚5 mm，层间距0.5 mm。增强扫描，经肘静脉注射Gd-DTPA，剂量0.2 mL/kg，流率3.0 mL/s。扫描时间约为24 min。

1.3 IVIM技术及参数值计算

在IVIM理论中，图像信号强度与所有b值的关系如下述公式： $S_b/S_0 = (1-f)e^{-bD} + f e^{-bD^*}$ ，其中S为信号强度，S₀是b值为0时的信号强度，而S_b是b值不为0的信号强度；f为灌注分数，反映了体素内微循环灌注相关信号在所有扩散信号中所占比例；D代表单纯水分子扩散系数，D*为灌注扩散系数，取决于血流速度及

毛细血管形态。

上述IVIM信号强度公式可分为两步来获得相关参数。第一步，因为D*值明显大于D值，当b值>200 s/mm²，假灌注对信号衰减的影响可忽略，因此D值得计算公式可简化为以下线性公式： $S_b/S_0 = e^{-bD}$ 。第二步，通过第一步得到的D值计算f及D*值。

所有拟合算法都是使用软件FireVoxel（CAI2R, New York University, NY）完成。

1.4 图像分析

MRI图像获取后均有2名或以上阅片师进行评估分析，2名阅片师独立分析，意见相左则请第3名进行评断，评断标准有淋巴结的短径、检出信号、淋巴结边界。将T1WI及T2WI平扫图像作为参照，通过手动勾画的方式，避开坏死区域，在IVIM图像上绘制感兴趣区。

1.5 淋巴结筛选

与病理科、手术科室合作，将淋巴结按解剖位置进行分组：直肠旁淋巴结（251组），肠系膜下动脉远端、乙状结肠淋巴结（241组），直肠上淋巴结（252组），肠系膜下淋巴结（253组）。术后接受病理检查，医师结合患者淋巴结转移情况进行组别归类，不确定患者予以剔除。

1.6 统计学分析

采用SPSS 22.0进行统计学分析，对淋巴结IVIM参数D，D*，f值采用t检验。P≤0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 组织病理学结果和形态学特征

根据术后病理，最终共136枚淋巴结纳入分析，转移淋巴结46枚，非转移淋巴结90枚。转移淋巴结的平均短径为（5.8±0.9）mm，范围为3.2~16.9 mm，非转移淋巴结的平均短径为（4.8±0.8）mm，范围为3.1~5.6 mm。

2.2 淋巴结IVIM参数与转移的相关性

转移淋巴结及非转移淋巴结IVIM参数的比较见表1, 转移组的D值 ($P < 0.001$) 明显高于非转移组。转移组淋巴结与非转移组的D*值和f值没有明显差异 ($P > 0.05$)。

表1 转移淋巴结与非转移的淋巴结的IVIM参数值

参数	转移组 (n=46)	非转移组 (n=90)	P
D ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	0.878 \pm 0.209	0.706 \pm 0.219	<0.001
D* ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	24.187 \pm 56.850	38.329 \pm 63.163	0.204
f	0.147 \pm 0.062	0.156 \pm 0.080	0.503

3 讨论

对于行直肠癌患者, 在术前做好患者检查评估其TNM具体分期情况, 了解是否出现转移, 更易于提高治疗方案准确性, 科学控制患者复发风险。以往对转移淋巴结的诊断主要依据大小、边缘、信号特点, 但这些指标在转移淋巴结和非转移淋巴结中有很多重叠, 敏感性和特异性不高^[6]。有研究分析, 这与形态学诊断标准易受检查人员主观因素影响有关, 相应降低了检查特异性。DWI检测原理来自于收集水分子自由扩散所发出的组织内信号, 参考结果相对更客观, 在过往研究中, 指出DWI可被纳入淋巴结转移判断标准中, 但其诊断效能亦有争议^[7-8]。

现阶段依照万方、知网等数据库的资料检索分析, 发现大部分淋巴结转移研究文献都会将淋巴结形态学、DWI图像作为判断参考指标, 关于IVIM参数的研究较少, 本研究将IVIM作为新的评价指标引入, 比较了直肠癌转移淋巴结与非转移淋巴结的IVIM参数。研究发现D值水平在检查诊断中具有较大参考意义, 推论其可能成为移淋巴结转移的一个重要诊断指标。笔者认为转移淋巴结D值更高可能是由于转移淋巴结与非转移淋巴结微结构的差异, 转移淋巴结较非转移淋巴结更不均匀, 有更多的微血管生成^[9]。

依照IVIM技术研究假设, 其认为人体血液微循环运动系统具有非一致性、随意性的无条理运动特点, 所以血液组织会受磁化矢量产生影响发生位移, 导致检查过程中信号发生衰减改变趋势^[10]。ADC系数主要通过非线性最小二乘法得出。随着近代物理学与生物学的研究理论积累, IVIM技术研究认为生物体在进行微观运动存在两项运动假设, 第一为缓慢移动, 即布朗运动, 从物质宏观角度展开分析, 在人体循环网络中因布朗运动运动随机分布的血液, 可成为一种伪扩散系统 (D*), 即灌注^[11]。另一种为快速移动, 即扩散运动, 其运动状态主要受压力梯度影响, 借助扩散系数 (D) 展开描述, 认为液体在血管外产生的自旋式运动即细胞间液的运动, 为扩散运动。而IVIM技术始于一种无创影像技术, 其在水分子扩散以及毛细血管灌注检测方面均具有较好的敏感性, 可通过相应处理获取参数值, 如f值、D*值、D值, 阅图人员可结合参考数值计算患者体素毛细血管容积与整个组织容积间的比值, 并分析毛细血管网络微循环内灌注情况, 以及患者组织内水分子扩散情况。另外该方案检测主要从分子层面展开, 捕捉组织内形态学变化过程, 检测过程中, 无需用到各种外源性对比剂, 有效提高和检查安全性, 真正实现临床的早诊断、早治疗愿景^[12]。

D为扩散系数, 可对水分子在组织中的扩散情况有效反映, 研究表明, D值与细胞结构、核浆比呈负相关, 即细胞数量越多、核浆比值越高, 同时细胞外空间越小, 水分子扩散运动受限, D值随之降低^[13]。研究发现, D值水平与机体细胞结构组织形态, 以及核浆比之间存在负相关联系, 即细胞数量越多, 其所呈现的核浆比值越高, 因此会导致细胞外空间被缩小, 限制了组织内水分子扩散过程, 影响了D值水平。伪扩散系数D*, 与血液流速以及患者毛细血管区段长度平均值之间呈比例联系, 对于存在转移性淋巴结患者, D*与患者肿瘤血

管灌注状态、微循环灌注状态相关。本次结果中,转移性淋巴结组D*低于非转移性淋巴结的D*值,结果无差异。除了D*值,f值也是IVMI序列中一个重要指标,用于表现灌注状态,并对每个体素中的毛细血管血流量有效反映。或是可说通过检测f值,可了解患者MRI扫描资料中水分子在毛细血管中的比例占据情况,因此印证f与组织灌注呈正相关关系^[14-15]。本结果中,转移性淋巴结组的f值高于非转移性淋巴结组,但无差异($P>0.05$)。但在他类疾病的研究结果中,转移性淋巴结组的f值高于非转移性淋巴结组,而良性病灶f值是高于恶性病灶的,例如前列腺炎、鼻咽部恶性肿瘤等,造成这样结果的原因可能患者病灶类型存在差异相关,会影响f值结果,同时也可能是因MRI扫描组织在磁场中的特性、弛豫时间等因素会对f值产生较大影响。

本研究有一定的局限性。首先,本研究样本量较小,仅有46枚转移淋巴结纳入了研究。其次,因为在IVIM图像上分析小淋巴结较困难,我们未纳入小于3 mm的淋巴结,但小的淋巴结也会发生转移,所以本研究的结论可能不适合小的淋巴结。同时,我们并未深入探讨转移淋巴结D值增高的病理机制,这有待我们进一步研究。

综上所述,IVIM对鉴别直肠癌良恶性淋巴结有一定价值,较高的D值更加提示淋巴结发生转移。

参考文献

- [1] 中国直肠癌侧方淋巴结转移诊疗专家共识(2019版)[J].中华胃肠外科杂志,2019(10):901-912.
- [2] 刘丹,张菁,杨岚清,伍兵.MRI评估直肠癌淋巴结转移的价值[J].国际医学放射学杂志,2019,42(3):326-330.
- [3] 田连芬,赖少侣,王铮.影像学预测直肠癌转移淋巴结的研究进展[J].临床放射学杂志,2020,39(3):623-626.
- [4] Bihan D L,Breton E,,Lallemant D,,et al.Separation of diffusion and perfusion in intravoxel incoherent motion MR imaging[J].Radiology,2006,1988年168卷2期(2):497-505.
- [5] 许梅海,尹家瑜,申炜,等.单、双指数模型扩散加权成像对直肠癌转移性淋巴结诊断价值[J].放射学实践,2020,35(8):1042-1047.
- [6] 骆玉辉,滕录霞,张远鸿,等.MRI-DWI技术对直肠癌及术前分期的诊断价值分析[J].医学影像学杂志,2018,28(1):121-123.
- [7] 刘利荣,李燕,聂敏.术前MRI诊断直肠癌分期与术后病理检查结果的比较分析[J].中国CT和MRI杂志,2019,17(12):107-109.
- [8] 张朝赫,于韬,董越,等.磁共振成像在进展期直肠癌淋巴结转移以及新辅助治疗后淋巴结再分期中的应用[J].现代肿瘤医学,2021,29(6):1067-1070.
- [9] 库雷志,马明平,包强,等.直肠癌高分辨MRI临床研究相关进展[J].放射学实践,2015,30(5):603-606.
- [10] 叶鑫,游宾,苗劲柏,等.磁共振体素内不相干运动成像技术(IVIM)在肺癌术前判断纵隔淋巴结转移的作用初探[J].中华胸心血管外科杂志,2017,33(4):216-221.
- [11] 马元,彭琴,黄遥,等.体素内不相干运动联合扩散加权成像对肺癌疗效的评估价值[J].中国肿瘤临床与康复,2021,28(2):129-133.
- [12] 陈媛媛,朱绍成,韩倩,等.磁共振体素内不相干运动扩散加权成像在肺癌所致肺不张影像诊断中的初步应用[J].现代生物医学进展,2016,16(4):734-737.
- [13] 雷永霞,李新春,万齐,等.周围型肺癌的磁共振体素内不相干运动扩散加权成像[J].中国医学影像技术,2015,31(1):57-61.
- [14] 江建芹,蔡荣芳,崔磊,等.肺癌短期重复扫描ADC值和IVIM参数值的测量可重复性[J].放射学实践,2017,32(11):1141-1147.
- [15] 迟洪新,卢德武,赵士英.肺癌的磁共振成像诊断分析[J].世界最新医学信息文摘,2015,15(99):156-157.