

· 论著 · 头颈 ·

动态增强磁共振成像参数评估鼻咽癌放疗患者临床疗效的价值观察

罗娜^{1,*} 张亭亭¹ 张闯伟²

1.驻马店市第一人民医院放射科(河南 驻马店 463000)

2.驻马店市中医院放射科(河南 驻马店 463000)

【摘要】目的 分析动态增强磁共振成像参数在鼻咽癌放疗患者疗效评估中的应用价值。**方法** 选择驻马店市第一人民医院2021年4月至2023年4月67例鼻咽癌放疗患者,进行动态增强磁共振成像检查,收集记录相关参数,放疗治疗后评估患者疗效并分为有效组、无效组,比较两组动态增强磁共振成像参数,分析动态增强磁共振成像参数在鼻咽癌放疗患者疗效评估中的应用价值。**结果** 67例鼻咽癌放疗患者,26例完全缓解,22例部分缓解,14例疾病控制,5例疾病进展,治疗无效占61.19%(41/67)。两组 V_e 、 V_p 比较,差异无统计学意义($P>0.05$),治疗无效组 K^{trans} 、 K_{ep} 低于治疗有效组,差异有统计学意义($P<0.05$)。绘制ROC曲线图,结果显示,动态增强磁共振成像参数 K^{trans} 、 K_{ep} 在鼻咽癌放疗患者疗效评估中的AUC分别为0.924、0.904,均有一定预测价值。**结论** 动态增强磁共振成像参数 K^{trans} 和 K_{ep} 在鼻咽癌放疗患者疗效评估中具有一定的预测价值,因此在临床实践中具有较高的应用潜力。

【关键词】 鼻咽癌; 放疗; 动态增强磁共振成像**【中图分类号】** R739.6**【文献标识码】** A**DOI:**10.3969/j.issn.1009-3257.2026.4.021

Observation of the Value of Dynamic Enhanced Magnetic Resonance Imaging Parameters in Evaluating the Clinical Efficacy of Radiotherapy for Nasopharyngeal Carcinoma Patients

LUO Na^{1,*}, ZHANG Ting-ting¹, ZHANG Chuang-wei².

1.Department of Radiology, The First People's Hospital of Zhumadian, Zhumadian 463000, Henan Province, China

2.Department of Radiology, Zhumadian Traditional Chinese Medicine Hospital, Zhumadian 463000, Henan Province, China

Abstract: Objective To analyze the application value of dynamic enhanced magnetic resonance imaging parameters in the efficacy evaluation of nasopharyngeal carcinoma radiotherapy patients. **Methods** 67 patients with nasopharyngeal carcinoma undergoing radiotherapy at The First People's Hospital of Zhumadian from April 2021 to April 2023 were selected for dynamic enhanced magnetic resonance imaging examination. Relevant parameters were collected and recorded. After radiotherapy treatment, the efficacy of the patients was evaluated and divided into an effective group and an ineffective group. The dynamic enhanced magnetic resonance imaging parameters of the two groups were compared to analyze the application value of dynamic enhanced magnetic resonance imaging parameters in the efficacy evaluation of nasopharyngeal carcinoma radiotherapy patients. **Results** Out of 67 patients with nasopharyngeal carcinoma who underwent radiotherapy, 26 achieved complete remission, 22 achieved partial remission, 14 were under disease control, and 5 experienced disease progression. Treatment failure accounted for 61.19% (41/67). There was no statistically significant difference in V_e and V_p between the two groups ($P>0.05$). K^{trans} and K_{ep} were lower in the ineffective treatment group than in the effective treatment group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). Draw ROC curves, and the results show that the AUC values of K^{trans} and K_{ep} parameters in the efficacy evaluation of nasopharyngeal carcinoma radiotherapy patients are 0.924 and 0.904, respectively, both of which have certain predictive value. **Conclusion** The dynamic enhanced magnetic resonance imaging parameters K^{trans} and K_{ep} have certain predictive value in the efficacy evaluation of nasopharyngeal carcinoma radiotherapy patients, and therefore have high potential for application in clinical practice.

Keywords: Nasopharyngeal Carcinoma; Radiotherapy; Dynamic Enhanced Magnetic Resonance Imaging

鼻咽癌是头颈部最常见的恶性肿瘤之一,其发病率逐年上升,给患者的生存和生活质量带来了巨大影响^[1]。目前,放疗是治疗鼻咽癌的主要手段之一,然而如何准确评估放疗的疗效以及及时调整治疗方案仍然是一个亟待解决的问题^[2]。传统的成像技术如CT和MRI在鼻咽癌的诊断和评估中发挥着重要作用,但是这些技术存在着一定的局限性,无法提供关于肿瘤组织微血管灌注、灌注和排泄的详细信息^[3]。动态增强磁共振成像(DCE-MRI)作为一种新兴的成像技术,通过观察组织内的对比剂在时间和空间上的传播变化,可以提供更加丰富的组织学

和功能学信息,有望为放疗后鼻咽癌患者的疗效评估提供更加全面和准确的参考^[4]。近年来,随着医学成像技术的不断发展和进步,DCE-MRI在肿瘤研究中的应用越来越广泛。研究表明,DCE-MRI可以有效地评估肿瘤组织的灌注情况、血管生成和通透性,并且与肿瘤的生长、转移和预后密切相关^[5]。本研究旨在探讨动态增强磁共振成像参数在鼻咽癌放疗患者疗效评估中的应用价值,并通过对一定数量的患者进行实验观察和数据分析,验证DCE-MRI在该领域的可行性和有效性。

【第一作者】罗娜,女,主治医师,主要研究方向:放射方面。E-mail:luo1981nana@163.com

【通讯作者】罗娜

1 资料与方法

1.1 一般资料 经医院医学伦理委员会审核通过,选择驻马店市第一人民医院2021年4月至2023年4月67例鼻咽癌放疗患者,放疗治疗后评估患者疗效并分为有效组、无效组,有效组26例,男15例,女11例;年龄22~78岁,平均年龄(54.76 ± 6.29)岁;病理类型:鳞癌23例,腺癌3例;原发病灶大小:超腔1例,全腔10例,半腔15例。无效组41例,男25例,女16例;年龄22~78岁,平均年龄(55.12 ± 6.33)岁;病理类型:鳞癌37例,腺癌4例;原发病灶大小:超腔3例,全腔19例,半腔19例。

纳入标准:符合《中国临床肿瘤学会(CSCO)头颈部肿瘤诊疗指南2019》^[6]诊断标准;病理学诊断确诊为鼻咽癌;放疗治疗适应证;初诊患者;资料完整。排除标准:头颈部放疗史;放疗过敏反应;MRI操作禁忌证;其他恶性肿瘤;未控制的感染。

1.2 方法

1.2.1 动态增强磁共振成像检查方法 使用来自德国西门子的3.0 Skyra MRI扫描仪,在此过程中应用了Turbo FLASH序列技术体系,并以横断面的T2加权成像作为参考,针对肿瘤体积最大的中心切面进行了详细检查。扫描参数作如下配置:重复时间(TR)/回波时间(TE)定为99ms/1.05ms;经调整,纵向弛豫时间(T1)为100ms,扫描设定:矩阵设定为 128×96 ;视野(FOV)设定为 $260\text{mm} \times 210\text{mm}$;层数设定为10;层间距设定为1.2mm;层厚设定为6mm;时间分辨率设定为4s;累计成像时长为6min,在此期间共分90个时间节点进行数据捕获。在完成第五个时间节点的数据采集后,通过肘前静脉给药,以4mL/s的流量,对患者进行注射,注射的造影药物是二乙烯三胺五乙酸钆(Gd-DTPA),按每公斤体重0.2mmol/kg的剂量计算。注射完毕之后,依次对横断面、冠状面和矢状面进行标准T1强化扫描成像,增强扫描用脂肪抑制T1WI扫描。采用 nordic ICE 软件处理动态增强磁共振成像的数据,输入含有多种翻转角度的成像序列后,标定出位于颅内的血管脑段,勾画出符合动脉输入功能(AIF)的圆型感兴趣区(ROI),提取该区域随时间变化的浓度曲线。后续,依据血液流变学 Extended Tofts Linear 双室模型,于患处最大横截面绘制感兴趣区域(ROI),进而根据此区域得出表示血管通透性与血管内外间隙容积的定量指标,即 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 和 V_p 。重新于西门子作业平台上进行表观扩散系数(ADC)的测量,并在描绘感兴趣区域(ROI)时对照先前动态成像确定的ROI为标准,由三位医师分别独自进行此过程,最后以他们测量的均值作为最终结果。

1.2.2 疗效评估及分组方法 临床效果:根据《中国头颈部肿瘤放射治疗指南(2021年版)》^[7]评估,将完全缓解的患者纳入有效组,其余为无效。

1.3 统计学方法 采用SPSS 24.0软件进行数据处理,计量资料以表示,用t检验,计数资料用百分比表示,采用 χ^2 检验,绘制ROC曲线,并计算AUC值,检验动态增强磁共振成像参数在鼻咽癌放疗患者疗效评估中的应用价值, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 疗效 67例鼻咽癌放疗患者,26例完全缓解,22例部分缓解,14例疾病控制,5例疾病进展,治疗无效占61.19%(41/67)。

2.2 动态增强磁共振成像参数比较 两组 V_e 、 V_p 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),治疗无效组 K^{trans} 、 K_{ep} 低于治疗有效组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表1。

2.3 动态增强磁共振成像参数在鼻咽癌放疗患者疗效评估中的应用价值 将鼻咽癌放疗患者疗效为状态变量(1=无效,0=有效),将动态增强磁共振成像参数作为检验变量,绘制ROC曲线图,结果显示,动态增强磁共振成像参数 K^{trans} 、 K_{ep} 在鼻咽癌放疗患者疗效评估中的AUC分别为0.924、0.904,均有一定预测价值,见表2、图1。

表1 动态增强磁共振成像参数比较

组别	$K^{\text{trans}}(\text{min})$	K_{ep}	V_e	V_p
无效组(n=41)	0.19 ± 0.03	0.61 ± 0.10	0.51 ± 0.07	0.90 ± 0.08
有效组(n=26)	0.27 ± 0.05	0.83 ± 0.14	0.49 ± 0.06	0.88 ± 0.07
t	9.064	7.212	1.203	1.045
P	<0.001	<0.001	0.234	0.300

表2 动态增强磁共振成像参数在鼻咽癌放疗患者疗效评估中的应用价值

指标	AUC	标准误差	P值	95%CI	特异度	灵敏度
K^{trans}	0.924	0.034	<0.001	0.857~0.990	0.923	0.707
K_{ep}	0.904	0.041	<0.001	0.824~0.984	0.846	0.854

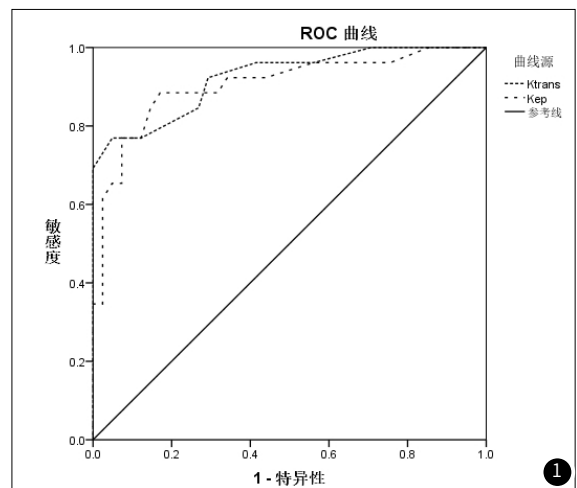


图1 动态增强磁共振成像参数在鼻咽癌放疗患者疗效评估中的ROC曲线图。

3 讨论

鼻咽癌是一种比较罕见但危害性很大的恶性肿瘤,多发生在鼻咽部位,常常由于其隐藏性强而被晚期发现^[8]。对于鼻咽癌患者而言,放疗是常规的治疗手段之一,然而放疗也可能会给患者带来一系列的副作用和并发症,在部分患者中,放疗治疗效果并不理想,导致治疗无效。通过评估鼻咽癌放疗患者的疗效,可以及时观察病情的变化,了解肿瘤的缩小情况以及症状的改善程度,从而调整治疗方案,提高治疗效果^[9]。

动态增强磁共振成像作为一种无创性的影像学检查方法,可以提供丰富的功能性信息,对于癌症患者的疗效评估具有重要的应用价值^[10]。在治疗过程中,及时准确地评估肿瘤的生物特征和组织血管灌注情况,对于制定个性化治疗方案、监测治疗反应以及预测疗效具有至关重要的意义。动态增强磁共振成像能够提供详细的血管灌注信息,通过分析病灶区域的灌注参数可以客观地反映肿瘤内部的血流动力学变化,同时可以反映肿瘤的血供情况、微血管密度及通透性等,有助于评估肿瘤的血管生成情况,从而为治疗效果的预测提供参考依据^[11]。动态增强磁共振成像还可以帮助区分炎症与恶性肿瘤组织,在鼻咽癌放疗患者中,由于放疗本身会引起炎症反应,因此需要及时准确地区分放射性炎症和残存肿瘤组织。DCE-MRI可以通过分析不同组织的强化模式,结合解剖形态特征,帮助诊断医生准确判断病变性质,指导后续治疗方案的选择。通过在放疗前、中、后期进行DCE-MRI检查,可以动态监测肿瘤的生长及血流动力学的变化,为调整放疗计划提供科学依据。同时,DCE-MRI还可以评估放疗后的局部复发风险,指导随访策略的制定。本研究结果显示,67例鼻咽癌放疗患者,26例完全缓解,22例部分缓解,14例疾病控制,5例疾病进展,治疗无效占61.19%(41/67)。两组 V_e 、 V_p 比较无明显差异,治疗无效组 K^{trans} 、 K_{ep} 低于治疗有效组。分析原因为: K^{trans} 和 K_{ep} 作为DCE-MRI的重要参数,可以反映肿瘤微血管通透性和灌注情况^[12]。在治疗无效的鼻咽癌放疗患者中,肿瘤组织可能存在较为严重的缺血情况,导致血管通透性降低,相比之下,治疗有效的患者往往具有较好的肿瘤灌注情况, K^{trans} 和 K_{ep} 数值相对较高^[13]。因此, K^{trans} 和 K_{ep} 低于正常水平可能提示肿瘤处于一种较为缺血状态,从而影响了放疗的疗效。同时,放疗对肿瘤的治疗效果主要通过破坏肿瘤血管造成缺血和缺氧,最终导致肿瘤细胞凋亡。然而,在治疗无效的患者中,由于肿瘤血管通透性较低,放疗难以充分破坏肿瘤内部的血管结构,使得肿瘤细胞对放疗的抗性增加^[14]。与此同时, K^{trans} 和 K_{ep} 的降低也可能意味着肿瘤细胞代谢活性降低,细胞增殖速度减慢,从而减少了对放疗的敏感性^[15]。此外,肿瘤组织的微环境对肿瘤的生长和转移起着至关重要的作用。在治疗无效的鼻咽癌放疗患者中,肿瘤微环境可能受到不同程度的破坏,导致肿瘤细胞间的相互作用减弱,肿瘤细胞生长受到限制。因此, K^{trans} 和 K_{ep} 的降低可能反映了肿瘤微环境的改变,使得肿瘤对放疗的反应性降低,最终导致治疗无效。总的来说,治疗无效的鼻咽癌放疗患者的DCE-MRI参数 K^{trans} 和 K_{ep} 低于治疗有效的患者可能是多种因素共同作用的结果。这些因素既包括肿瘤自身的特点,也包括治疗方式的影响以及肿瘤微环境的改变等多方面因素。因此,针对这些因素进行综合分析,调整治疗方案,选择合适的治疗方

法是提高治疗效果的关键。此外,本研究绘制ROC曲线图,结果显示,动态增强磁共振成像参数 K^{trans} 、 K_{ep} 在鼻咽癌放疗患者疗效评估中的AUC分别为0.924、0.904,均有一定预测价值。

综上所述,动态增强磁共振成像参数 K^{trans} 和 K_{ep} 在鼻咽癌放疗患者疗效评估中具有一定的预测价值,因此在临床实践中具有较高的应用潜力。

参考文献

- [1] 李莹,汪小华,陈霖. DCE-MRI联合3D-pCASL参数对鼻咽癌放疗近期疗效的评估价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(12): 45-47.
- [2] 宋晓涵,王丽君,吕秀鹏. 基于静息态功能MRI的鼻咽癌患者放疗后远期脑功能连接变化的研究[J]. 实用放射学杂志, 2023, 39(7): 1067-1070.
- [3] 王卓,刘世莉,张少茹,等. 基于多参数MRI影像组学联合临床影像特征预测鼻咽癌肿瘤细胞增殖活性[J]. 磁共振成像, 2022, 13(11): 30-3641.
- [4] 韩滨泽,吴晓宏,刘梦然,等. IVIM-DWI与DCE-MRI定量参数对鼻咽癌近期疗效的评价[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(11): 1971-1975.
- [5] Liu L, Hu L, Zeng Q, et al. Dynamic contrast-enhanced MRI of nasopharyngeal carcinoma: correlation of quantitative dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) parameters with hypoxia-inducible factor 1 α expression and tumor grade/stage[J]. Ann Palliat Med, 2021, 10(2): 2238-2253.
- [6] 中国临床肿瘤学会指南工作委员会. 中国临床肿瘤学会(CSCO)头颈部肿瘤诊疗指南2019[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2019: 42.
- [7] 中国医师协会放射肿瘤治疗医师分会, 中华医学会放射肿瘤治疗学分会, 中国抗癌协会肿瘤放射治疗专业委员会, 等. 中国头颈部肿瘤放射治疗指南(2021年版)[J]. 国际肿瘤学杂志, 2022, 49(2): 65-72.
- [8] Mui AWL, Lee AWM, Lee VHF, et al. Prognostic and therapeutic evaluation of nasopharyngeal carcinoma by dynamic contrast-enhanced (DCE), diffusion-weighted (DW) magnetic resonance imaging (MRI) and magnetic resonance spectroscopy (MRS) [J]. Magn Reson Imaging, 2021, 83: 50-56.
- [9] 周凯,王延辉,秦晓雯,等. CT灌注成像在反映鼻咽癌放疗效果及预后评估中的可行性分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(11): 29-31.
- [10] 孟彬彬,张蕾,吴锋,等. 动态增强磁共振成像对初诊鼻咽癌患者调强放疗预后的评估价值[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(17): 14-20.
- [11] 李昊东,巩贯忠,苏亚,等. 应用DCE-MRI量化调强放疗鼻咽癌靶区及周围组织血流灌注变化研究[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2022, 29(21): 1542-1548.
- [12] 杨勤顺,白雪冰,梁久平,等. 基于MRI及临床参数的鼻咽癌远处转移风险评估函数构建与评价[J]. 重庆医学, 2022, 51(7): 1127-1130.
- [13] 方楠,张俊安,孙俊旗,等. 鼻咽癌原发肿瘤MRI DWI联合体积预测鼻咽部放疗近期疗效[J]. 实用医学杂志, 2021, 37(8): 1037-1040, 1045.
- [14] 周燕飞,陈琦,杨立状,等. 磁共振成像增强扫描判定鼻咽癌根治性放疗治疗后的疗效研究[J]. 中国医学装备, 2023, 20(8): 53-56.
- [15] 刘腾,廖丽萍,廖海,等. IVIM-DWI及3D-pCASL在局部晚期鼻咽癌诱导化疗近期疗效预测中的应用研究[J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(4): 564-569.

(收稿日期: 2024-05-30)

(校对编辑: 翁佳鸿)

(排版编辑: 刘淮嘉)