

论 著 · 胸部

MR 3D-ASL灌注成像联合血清miR-375预测肺癌调强放疗后脑转移的研究*

魏俊明¹ 徐翠霞¹ 张云萍¹
杨丽娟^{2,*}

1.邢台医学院第二附属医院CT-MRI科
2.邢台医学院护理系 (河北 邢台 054000)

【摘要】目的 分析MR 3D-ASL灌注成像联合血清miR-375对肺癌调强放疗后脑转移的预测价值。方法 选取2020年12月至2023年12月在我院治疗的88例肺癌患者为研究对象,对患者进行调强放疗,后根据患者治疗脑转移情况,将其分为未转移组51例,脑转移37例。观察患者调强放疗前后MR 3D-ASL灌注成像参数,检测血清miR-375水平,分析ROC曲线分析MR 3D-ASL灌注成像、miR-375对肺癌调强放疗后脑转移的预测价值。结果 与治疗前相比,治疗后CBF实性区、△CBF实性区、rCBF实性区、血清miR-375水平较高,CBF水肿区、rCBF水肿区水平较低($P<0.05$)。脑转移后,患者CBF实性区、CBF水肿区、△CBF实性区、rCBF实性区、rCBF水肿区水平为 44.05 ± 5.19 、 21.54 ± 3.15 、 0.75 ± 0.08 、 1.28 ± 0.21 、 0.55 ± 0.06 。与未转移患者相比,脑转移患者血清miR-375水平较低($P<0.05$)。Spearman相关性显示CBF实性区、△CBF实性区、rCBF实性区、miR-375与脑转移呈负相关,CBF水肿区、rCBF水肿区与脑转移呈正相关($P<0.05$)。CBF实性区、△CBF实性区、rCBF实性区与miR-375呈正相关,CBF水肿区、rCBF水肿区与miR-375呈负相关($P<0.05$)。ROC曲线显示,与CBF实性区、CBF水肿区、△CBF实性区、rCBF实性区、rCBF水肿区、miR-375单项预测相比,联合检测对肺癌调强放疗后脑转移的预测价值较高($P<0.05$)。结论 miR-375在肺癌患者体内表达水平降低,对调强放疗后肺癌患者进行MR 3D-ASL灌注成像与miR-375的联合检测,可显示出脑血流灌注情况,用于肺癌调强放疗后脑转移的预测。

【关键词】肺癌;脑转移;
MR 三维动脉自旋标记;微小RNA-375
【中图分类号】R734.2
【文献标识码】A
【基金项目】邢台市重点研发计划自筹项目
(2023ZC141)
河北省卫生健康委科研基金项目
(20241818)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.10.014

Study on the Prediction of Brain Metastasis after Intensity Modulated Radiotherapy in Lung Cancer Using MR 3D-ASL Perfusion Imaging Combined with Serum miR-375*

WEI Jun-ming¹, XU Cui-xia¹, ZHANG Yun-ping¹, YANG Li-juan^{2,*}.
1.Department of CT-MRI, the Second Affiliated Hospital of Xingtai Medical College, Xingtai 054000, Hebei Province, China
2.Department of Nursing, Xingtai Medical College, Xingtai 054000, Hebei Province, China

ABSTRACT
Objective To analyze the predictive value of MR 3D-ASL perfusion imaging combined with serum miR-375 for brain metastasis after intensity modulated radiotherapy in lung cancer. **Methods** 88 lung cancer patients who were treated in our hospital from December 2020 to December 2023 were selected as the research subjects. Intensity modulated radiotherapy was performed on the patients, and they were divided into a non metastatic group of 51 cases and a brain metastasis group of 37 cases based on their treatment of brain metastasis. Observe the MR 3D-ASL perfusion imaging parameters before and after intensity modulated radiation therapy in patients, detect serum miR-375 levels, analyze ROC curves, and evaluate the predictive value of MR 3D-ASL perfusion imaging and miR-375 for brain metastasis in lung cancer after intensity modulated radiation therapy. **Results** Compared with before treatment, after treatment, the solid areas of CBF, △ CBF, rCBF, and serum miR-375 levels were higher in the solid areas of CBF, while the levels in the edema areas of CBF and rCBF were lower ($P<0.05$). After brain metastasis, the levels of CBF solid area, CBF edema area, △ CBF solid area, rCBF solid area, and rCBF edema area in patients were 44.05 ± 5.19 , 21.54 ± 3.15 , 0.75 ± 0.08 , 1.28 ± 0.21 , and 0.55 ± 0.06 , respectively. Compared with non metastatic patients, patients with brain metastases had lower serum miR-375 levels ($P<0.05$).Spearman correlation showed a negative correlation between CBF solid area, △ CBF solid area, rCBF solid area, and miR-375 with brain metastasis, while CBF edema area and rCBF edema area were positively correlated with brain metastasis ($P<0.05$). The solid areas of CBF, △ CBF, and rCBF are positively correlated with miR-375, while the edema areas of CBF and rCBF are negatively correlated with miR-375 ($P<0.05$).The ROC curve shows that compared with the single prediction of CBF solid area, CBF edema area, △ CBF solid area, rCBF solid area, rCBF edema area, and miR-375, the combined detection has a higher predictive value for brain metastasis after intensity modulated radiotherapy in lung cancer ($P<0.05$). **Conclusion** The expression level of miR-375 is reduced in lung cancer patients. The combined detection of MR 3D-ASL perfusion imaging and miR-375 in lung cancer patients after intensity modulated radiation therapy can display cerebral blood flow perfusion, which is used for predicting brain metastasis in lung cancer patients after intensity modulated radiation therapy.
Keywords: Lung Cancer; Brain Metastasis; MR Three-dimensional Arterial Spin Labeling; Micro RNA-375

肺癌为临床常见恶性肿瘤,具有较高的致死率,肺癌患者病情进入中晚期后,多发生脑部转移,使其生存时间缩短^[1]。肺癌为脑转移的常见原发灶,15%肺癌患者初诊时已产生脑转移,对患者生活质量、预后影响较大^[2-3]。临床对肺癌化疗后脑转移进行预测,早期对患者治疗干预,可使患者预后得到改善,延长生存时间。临床对于脑转移的诊治,主要使用MRI检查,且增强MRI对于脑转移 $\geq 6\text{mm}$ 的患者检出率较高,对患者脑血流灌注成像进行检查,可反映出肿瘤的血流灌注情况,用于脑转移的判断^[4]。miR-375为肿瘤标志物,可用于多种恶性肿瘤的判断,参与肿瘤的发生、发展、侵袭^[5]。基于此,本文分析MR 3D-ASL灌注成像联合血清miR-375对肺癌调强放疗后脑转移的预测价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年12月至2023年12月在我院治疗的88例肺癌患者为研究对象,对患者进行调强放疗,后根据患者治疗脑转移情况,将其分为未转移组51例,脑转移37例。该研究经本院伦理委员会审核批准,患者及家属均签署知情同意书。
纳入标准:组织学活检显示为肺癌;年龄为55-75岁;临床资料完整;认知功能良好,精神状态正常,可正常沟通;患者生命体征处于平稳状态;生存期 >6 个月。排除标准:合并心肝肾功能障碍;长期服用免疫抑制剂、皮质类固醇激素;发生全身转移,病情极度恶化;血液系统存在异常;处于妊娠与哺乳期;患有肺癌以外其他肿瘤;临床依从性差,无法配合研究。

1.2 方法

1.2.1 调强放疗 患者均进行强调放疗,使用胸部CT进行定位扫描,对患者原发灶位置的大体肿瘤靶区进行确定,后将大体肿瘤靶区外扩6~8mm,确定临床靶区,后观察患者呼吸过程中肺部病灶活动幅度,确定出计划靶区,勾画肺部组织。使用5野调强激素,覆盖95%以上计划靶区,使用动态优化设计方案,将放射剂量设置为2Gy/次,1次/d,5

【第一作者】魏俊明,男,主治医师,主要研究方向:影像诊断。E-mail: 867333633@qq.com
【通讯作者】杨丽娟,女,讲师,硕士研究生,主要研究方向:神经病学。E-mail: lijuan1270902@126.com

次/周,连续治疗6周,照射总量为50-60Gy。

1.2.2 MR 3D-ASL灌注成像检查 采用西门子skyra3T超导型MR扫描仪进行扫描,使用标准8通道头颅相控阵线圈,使用快速自旋回波序列获取颅脑3D-ASL序列,将使用工作站处理3D-ASL图像,获取脑血流量伪彩图像,肿瘤实性区、水肿区采用T1WI增强图像勾画,将T1WI图像与CBF图像融合,获取脑血流灌注信息。将脑转移瘤的肿瘤实性区、水肿区、正常脑白质区、对侧镜像区定义为ROIs,面积控制为10-20mm²,进行ROIs勾画时,将周围血管、囊变、坏死部位避开,肿瘤实性区域ROI放置于最大CBF处,肿瘤水肿区域ROI放置于瘤体边缘,对ROI测定的正常脑白质区、对侧镜像区进行复制,测量3次,取平均值。对相对CBF值(rCBF)、灌注差值变化率(ΔCBF)进行计算rCBF=CBF肿瘤区/CBF对侧镜像区,ΔCBF=(CBF肿瘤区-CBF对侧白质区/CBF对侧白质区)。

1.2.3 miR-375水平检测 空腹下采集患者治疗前后4mL静脉血,静放30min,用离心机(15min, 3500r/min, 半径为5cm)进行操作,分离血清,于-80℃冰箱内存储,待用。采用ELISA法检测miR-375水平,在微孔酶标板中设计样品孔、标准品孔、空白孔,将50μL待测样品加入样品孔,后在标准品中加入不同浓度的50μL miR-375标准品,并在各个孔中加入50μL HRP,室温下孵育1h,后加入洗涤缓冲液,清洗5次,在每孔中加入50μL 底物A与底物B, 37℃下,孵育15min,将停止液加入,采用酶标仪对450nm的吸光度测定标准品孔的OD值,查出miR-375。

1.3 观察指标 (1)观察肺癌患者调强放疗前后MR 3D-ASL灌注成像参数;(2)观察肺癌患者调强放疗前后血清miR-375水平;(3)对比分析调强放疗后脑转移与未转移患者MR 3D-ASL灌注成像参数;(4)对比分析调强放疗后脑转移与未转移患者血清miR-375水平;(5)分析MR 3D-ASL灌注成像参数、miR-375水平与脑转移的关系;(6)MR 3D-ASL灌注成像参数与miR-375水平的相关性;(7)ROC曲线分析MR 3D-ASL灌注成像、miR-375对肺癌调强放疗后脑转移的预测价值。

1.4 统计学处理 应用SPSS 19.0软件。计量资料比较分别采用两

独立样本t检验和配对t检验,多组间比较采用单因素方差分析,组间比较采用LSD-t检验;计数资料比较采用χ²检验;相关性分析采用Spearman相关系数模型,诊断效能分析采用受试者工作特征(ROC)曲线,获取曲线下面积、置信区间、敏感度、特异度及准确度值。P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 肺癌患者调强放疗前后MR 3D-ASL灌注成像参数对比 如表1所示,与治疗前相比,治疗后CBF_{实性区}、ΔCBF_{实性区}、rCBF_{实性区}水平较高,CBF_{水肿区}、rCBF_{水肿区}水平较低,具有统计学差异(P<0.05)。

2.2 肺癌患者调强放疗前后血清miR-375水平对比 如表2所示,与治疗前相比,治疗后血清miR-375水平升高,具有统计学差异(P<0.05)。

2.3 调强放疗后脑转移患者MR 3D-ASL灌注成像参数 脑转移后,患者CBF_{实性区}、CBF_{水肿区}、ΔCBF_{实性区}、rCBF_{实性区}、rCBF_{水肿区}水平为44.05±5.19、21.54±3.15、0.75±0.08、1.28±0.21、0.55±0.06。

2.4 调强放疗后脑转移与未转移患者血清miR-375水平对比 如表3所示,与未转移患者相比,脑转移患者血清miR-375水平较低,具有统计学差异(P<0.05)。

2.5 MR 3D-ASL灌注成像参数、miR-375水平与脑转移的关系 如表4所示,采用Spearman相关系数分析MR 3D-ASL灌注成像参数、miR-375水平与脑转移的相关性,显示CBF_{实性区}、ΔCBF_{实性区}、rCBF_{实性区}、miR-375与脑转移呈负相关,CBF_{水肿区}、rCBF_{水肿区}与脑转移呈正相关,差异具有统计学意义(P<0.05)。

2.6 MR 3D-ASL灌注成像参数与miR-375水平的相关性 如表5所示,CBF_{实性区}、CBF_{水肿区}、ΔCBF_{实性区}、rCBF_{实性区}、rCBF_{水肿区}与miR-375表达水平具有相关性,且CBF_{实性区}、ΔCBF_{实性区}、rCBF_{实性区}与miR-375呈正相关,CBF_{水肿区}、rCBF_{水肿区}与miR-375呈负相关,差异具有统计学意义(P<0.05)。

表1 肺癌患者调强放疗前后MR 3D-ASL灌注成像参数对比

时间	例数	CBF _{实性区}	CBF _{水肿区}	ΔCBF _{实性区}	rCBF _{实性区}	rCBF _{水肿区}
治疗前	88	41.26±5.33	24.58±3.66	0.38±0.04	1.01±0.22	0.62±0.07
治疗后	88	56.37±6.11	16.47±2.48	0.86±0.09	1.52±0.28	0.48±0.05
t		17.482	17.208	45.719	13.435	15.267
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表2 肺癌患者调强放疗前后血清miR-375水平对比

时间	例数	miR-375
治疗前	88	0.35±0.04
治疗后	88	0.87±0.09
t		49.529
P		<0.001

表3 调强放疗后脑转移与未转移患者血清miR-375水平对比

时间	例数	miR-375
未转移	51	1.03±0.25
脑转移	37	0.61±0.07
t		9.927
P		<0.001

表4 MR 3D-ASL灌注成像参数、miR-375水平与脑转移的关系

指标	脑转移	
	r值	P值
CBF _{实性区}	-0.632	0.005
CBF _{水肿区}	0.515	0.013
ΔCBF _{实性区}	-0.675	0.002
rCBF _{实性区}	-0.564	0.011
rCBF _{水肿区}	0.696	0.001
miR-375	-0.588	0.020

表5 MR 3D-ASL灌注成像参数与miR-375水平的相关性

参数	miR-375
CBF _{实性区}	r值=0.615 P值=0.002
CBF _{水肿区}	r值=-0.856 P值=0.001
ΔCBF _{实性区}	r值=0.623 P值=0.003
rCBF _{实性区}	r值=0.598 P值=0.012
rCBF _{水肿区}	r值=-0.458 P值=0.026

2.7 ROC曲线分析MR 3D-ASL灌注成像、miR-375对肺癌调强放疗后脑转移的预测价值 如表6、图1所示，与CBF_{实性区}、CBF_{水肿区}、△CBF_{实性区}、rCBF_{实性区}、rCBF_{水肿区}、miR-375单项预测相

比，联合检测对肺癌调强放疗后脑转移的预测价值较高，差异具有统计学意义(P<0.05)。

表6 ROC曲线分析MR 3D-ASL灌注成像、miR-375对肺癌调强放疗后脑转移的预测价值

指标	AUC	P值	敏感度	特异度	准确度	95%CI
CBF _{实性区}	0.690	0.002	67.57(25/37)	70.59(36/51)	69.32(61/88)	0.572~0.809
CBF _{水肿区}	0.661	0.010	78.38(29/37)	72.55(37/51)	75.00(66/88)	0.545~0.778
△CBF _{实性区}	0.630	0.038	64.86(24/37)	76.47(39/51)	71.59(63/88)	0.501~0.758
rCBF _{实性区}	0.671	0.006	70.27(26/37)	70.59(36/51)	70.45(62/88)	0.553~0.789
rCBF _{水肿区}	0.685	0.003	75.68(28/37)	74.51(38/51)	75.00(66/88)	0.569~0.801
miR-375	0.703	0.001	67.57(25/37)	68.63(35/51)	68.18(60/88)	0.583~0.824
联合检测	0.830	0.001	97.30(36/37)	68.63(35/51)	80.69(71/88)	0.742~0.917

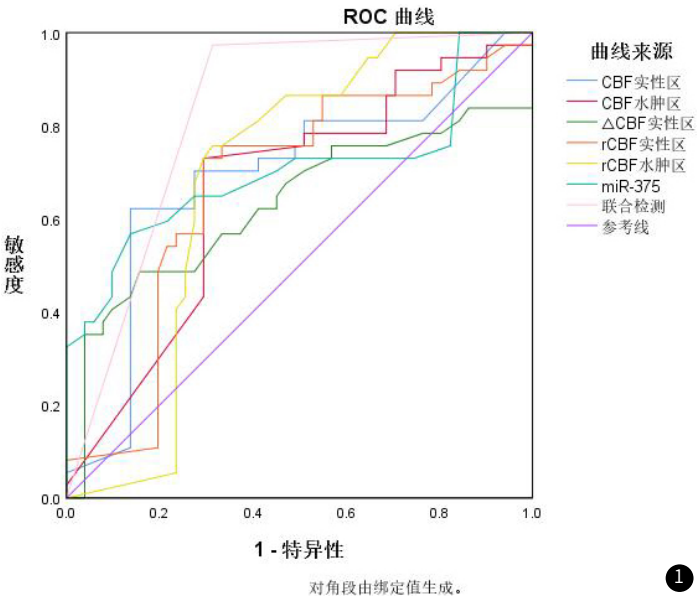


图1 MR 3D-ASL灌注成像、miR-375预测肺癌调强放疗后脑转移的预测价值。

3 讨论

肺癌患者发生脑转移后，临床已处于晚期，病情进展较快，可导致肺癌治疗失败，临床预后较差，缩短患者的生存时间^[6-7]。调强放疗为临床常见的放疗方式，具有较高的精度，治疗效果较好，但该放疗方式具有一定副作用，可降低患者体内免疫细胞数量，影响患者的免疫调控功能^[8-9]。机体内肿瘤细胞逃脱免疫系统监视，可持续生长繁殖，影响疾病控制效果，导致脑转移，使患者预后受到影响^[10]。临床精准预测肺癌调强放疗后脑转移的发生，可为患者制定合理的治疗方案，延长患者临床生存期。研究显示^[11-13]，脑转移生物学特征可受到原发肿瘤组织病理学的影响，肿瘤血管增生与异常肿瘤血管形成可促使肿瘤细胞转移，加重患者病情。MRI灌注参数与肿瘤微血管密度具有一定相关性，可显示出肿瘤的血流灌注信息，使用ASL灌注检测，具有较强的可重复性，不会受到血管通透性、对比剂泄露的影响，且无需使用外源性对比剂，可对脑组织、肿瘤灌注水平进行反映，在肿瘤的血流灌注评估中，具有较好的使用效果^[14-15]。有关研究显示^[16-17]，ASL灌注可根据脑转移的血流灌注异质性，对低血流灌注的乏氧放疗抵抗区、高血流灌注的放疗敏感区进行识别，帮助

临床制定合适放疗计划。检测ASL灌注CBF值，可对脑肿瘤组织病理血管密度进行预测，患者体内肿瘤细胞可促使肿瘤微血管的形成，增加局部微循环状态，加重患者病情^[18-19]。本文研究显示，肺癌患者进行强调放疗后，CBF_{实性区}、△CBF_{实性区}、rCBF_{实性区}水平升高，CBF_{水肿区}、rCBF_{水肿区}水平降低，但在脑转移患者体内，CBF_{实性区}、△CBF_{实性区}、rCBF_{实性区}水平较低，CBF_{水肿区}、rCBF_{水肿区}水平较高，表明脑转移可加重血流灌注，导致脑水肿，引发脑灌注变化。原因可能为，肺癌患者肿瘤细胞处于代谢旺盛状态，具有丰富的肿瘤微血管网，肿瘤内部微血管密度较高，可使肿瘤细胞呈侵袭性生长，对血管基底膜造成破坏，增加肿瘤周围血管通透性与血管源性水肿，加速肺癌脑转移。研究发现^[20-22]，在多种恶性肿瘤患者的血清、组织中，miRNA处于异常表达状态，对机体内靶基因表达进行调控，可参与肿瘤的转移、侵袭，对患者的治疗效果、预后产生影响。miR-375为miRNA家族成员，低表达于宫颈癌、肝癌、胃癌患者，可通过调控靶基因CLDN1表达参与肿瘤的转移、侵袭，对患者预后造成影响^[23-24]。本文研究发现，强调放疗后肺癌患者体内miR-375水平升高，但脑转移可使miR-375水平降低，表明脑转移可使miR-375表达异常，检测miR-375表达，可用于疾病的预测。ROC曲线分析显示，MR 3D-ASL灌注成像联合miR-375对肺癌调强放疗后脑转移的预测敏感度为97.30%，特异度为68.63%，准确度为80.69%，临床诊断准确率较高。原因可能为，采用MR 3D-ASL灌注成像联合miR-375筛查，可避免单一检查受到的干扰，减少假阴性结果，判断出血流灌注情况，用于肺癌调强放疗后脑转移的预测，为医生提供疾病预测的全面依据，使临床预测效能得到提高。综上所述，患者采用MR 3D-ASL灌注成像联合miR-375检测，可对肺癌调强放疗后脑转移情况进行判断，临床诊断敏感度、准确度较高，可提高肺癌调强放疗后脑转移的预测效能，为临床个性化诊疗提高新的方向。

参考文献

[1]Zhu Y,Cui Y,Zheng X,et al.Small-cell lung cancer brain metastasis:From molecular mechanisms to diagnosis and treatment[J].Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis, 2022, 1868(12): 16-17.

(参考文献下转第56页)

感染引起的支气管炎和纤维化导致的。胸膜凹陷征征象说明与肿瘤和炎症导致的肺组织收缩和纤维化有关，故在感染组中更为常见。

本论文结果说明，支气管壁增厚和胸膜凹陷征为诊断肺癌患者合并感染的独立因子，分析为炎症引起的支气管壁增厚在感染组中更为显著，表明这一征象在诊断肺部感染时具有较高的敏感度和特异度，与肺癌相关的胸膜凹陷在感染组中更为常见，可能是因为感染导致的纤维化加重了这一征象。本论文结果说明，支气管壁增厚和胸膜凹陷征的AUC分别为0.679和0.658，表明这些征象在诊断肺癌合并感染时具有中等的诊断价值。支气管壁增厚的敏感度为61.11%，特异度为74.65%；胸膜凹陷征的敏感度为50.00%，特异度为81.69%。这些结果表明，虽然支气管壁增厚和胸膜凹陷征在诊断肺部感染时有一定的价值，但单独使用可能存在一定的漏诊和误诊风险，联合使用可以提高诊断的准确性。

综上所述，肺癌患者的CT影像学特征对其合并肺部感染具有一定的诊断价值，尤其是支气管壁增厚和胸膜凹陷征，这些特征在感染组中更为显著，可以作为诊断肺部感染的独立因子，可以在临床实践中结合其他诊断方法和患者的临床表现，以提高诊断的准确性。

参考文献

[1]Cao W,Chen HD,Yu YW,et al.Changing profiles of cancer burden worldwide and in China:a secondary analysis of the global cancer statistics 2020[J].Chin Med J (Engl), 2021,134 (7): 783-791.

[2]杨菊菊,徐志巧.化疗基础上加以经气管镜微创介入治疗对中心型肺癌患者临床症状改善情况及生活质量的影响[J].罕少疾病杂志,2023,30 (7): 29-31.

[3]刘瑞,赵敏,孟曼曼,等.慢性心力衰竭合并肺部感染病原学及MCP-1、miR-21、lncRNA NEAT1的预测价值[J].中华医院感染学杂志,2024,34 (01): 32-36.



(上接第48页)

[2]Wang Z,Wang Y,Chang M,et al.Single-cell transcriptomic analyses provide insights into the cellular origins and drivers of brain metastasis from lung adenocarcinoma[J].Neuro Oncol,2023,25 (7): 1262-1274.

[3]Qu F,Brough SC,Michno W,et al.Crosstalk between small-cell lung cancer cells and astrocytes mimics brain development to promote brain metastasis[J].Nat Cell Biol,2023,25 (10): 1506-1519.

[4]杨厚义,巩贵忠,徐菁,等.基于MR 3D-ASL灌注成像进行肺癌脑转移瘤病理类型预测的研究[J].临床放射学杂志,2023,42 (7): 1066-1071.

[5]辛鑫,梁志伟,余会敏,等.支气管动脉化疗栓塞术联合贝伐珠单抗治疗中晚期非小细胞肺癌患者的疗效及其对血浆miR-200a和miR-375表达水平的影响研究[J].实用心脑血管病杂志,2022,30 (4): 37-41.

[6]Wang Y,Chen R,Wa Y,et al.Tumor immune microenvironment and immunotherapy in brain metastasis from non-small cell lung cancer[J].Front Immunol,2022,13 (9): 82-85.

[7]Duan W,Liu W,Xia S,et al.Warburg effect enhanced by AKR1B10 promotes acquired resistance to pemetrexed in lung cancer-derived brain metastasis[J].J Transl Med,2023,21 (1): 547.

[8]Yazbeck V,Alesi E,Myers J,et al.An overview of chemotoxicity and radiation toxicity in cancer therapy[J].Adv Cancer Res,2022,155 (9): 1-27.

[9]胡小龙,傅春生,杨进.奥希替尼联合放疗治疗晚期非小细胞肺癌患者的临床研究[J].中国临床药理学杂志,2023,39 (15): 2150-2153.

[10]Wong LY,Kapula N,He H,et al.Risk of developing subsequent primary lung cancer after receiving radiation for breast cancer[J].JTCVS Open,2023,16 (9): 919-928.

[11]李双红,陈玲,张金环,等.3D-ASL和APT成像鉴别高级别胶质瘤与脑转移瘤的临床应用[J].放射学实践,2023 (8): 959-963.

[12]冯梦薇,方明,王国华.3D-ASL与DCE-MRI在鉴别诊断脑高级别胶质瘤与脑转移瘤中的应用价值[J].中国临床医学影像杂志,2021,32 (8): 574-578.

[4]郑迈克,郭艳玲,马尚,等.肺癌患者合并肺部真菌感染的危险因素及其耐药性的Meta分析[J].中华医院感染学杂志,2024,34 (04): 531-537.

[5]张海波,黄勇,翁光平,等.PIK3CA蛋白在肺癌合并肺部感染中的预测价值[J].中华医院感染学杂志,2020,30 (24): 3726-3729.

[6]盛玉杰,王泽静,冯长超.18F-FDG PET/CT显像在肺癌术前分期诊断及复发转移预测中的应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2024,22 (3): 61-63.

[7]杨金荣,谭伟,杨帆.基于胸部CT的肺外多器官机会性筛查:综述与应用前景[J].临床放射学杂志,2023,42 (12): 2006-2010.

[8]国家卫生健康委办公厅.原发性肺癌诊疗指南(2022年版)[J].协和医学杂志,2022,13 (4): 549-570.

[9]《协和呼吸病学》第二版[J].国际呼吸杂志,2016,36 (24): 1881-1881.

[10]支修益,师建国,田艳涛,等.《2022年中国肺癌患者生存质量白皮书》要点解读[J].中国胸心血管外科临床杂志,2023,30 (08): 1083-1088.

[11]莫楠楠,蔡峰,宋耀文,等.肺癌化疗感染患者肠道菌群和免疫细胞变化[J].中华医院感染学杂志,2022,32 (11): 1663-1667.

[12]张方圆,刘丽峰.预康复在肺癌患者中应用的研究进展[J].军事护理,2024,41 (01): 40-42,60.

[13]林承奎,朱成圣,王宇.CEA、CYFRA21-1联合影像学对肺癌患者预后判断的临床研究[J].中国临床药理学杂志,2024,40 (10): 1405-1408.

[14]汤秋菊,陈松.人工智能和PET/CT影像学组在非小细胞型肺癌诊疗中的应用[J].临床放射学杂志,2024,43 (5): 714-717.

[15]谢娟英,张凯云.SOSNet:一种非对称编码器-解码器结构的非小细胞肺癌CT图像分割模型[J].电子学报,2024,52 (3): 824-837.

[16]何应梅.囊腔型肺癌MSCT征象与病理对照分析[J].罕少疾病杂志,2024,31 (6): 50-52.

[17]王璐,易坤明,毛锐利,等.大叶性肺炎与肺炎型肺癌患者的CT影像分析[J].中华医院感染学杂志,2018,28 (23): 3568-3571.

[18]张小曼,张伟华,房翠.影响肺癌化疗患者发生肺部感染的危险因素分析[J].罕少疾病杂志,2024,31 (9): 42-44.

(收稿日期: 2024-06-29) (校对编辑: 姚丽娜、赵望淇)

[13]侯传珂,巩贵忠,王丽臻,等.三维动脉自旋标记成像量化脑转移瘤放疗前后灌注变化的研究[J].中国肿瘤临床,2020,47 (1): 18-23.

[14]王燕停,陈安强,郭凯,等.基于酰胺质子转移加权成像、DWI不匹配评估醒后脑卒中患者缺血半暗带的可行性研究[J].中华神经医学杂志,2023,22 (12): 1255-1259.

[15]侯传珂,巩贵忠,王丽臻,等.基于MR灌注成像进行脑转移瘤亚靶区分割的研究[J].中华放射肿瘤学杂志,2021,30 (10): 1047-1053.

[16]刘杨,张涛,张学琴,等.QSM、APT联合3D-ASL对血流灌注与代谢状态相关性的研究[J].中国CT和MRI杂志,2023,21 (10): 42-45.

[17]陈世林,王丽英,王莉,等.3D-ASL与DSC-PWI在脑肿瘤灌注成像中的一致性分析[J].南方医科大学学报,2021,41 (8): 1283-1286.

[18]李双红,张金环,陈玲,等.酰胺质子转移成像、三维动脉自旋标记成像鉴别诊断胶质瘤复发与治疗改变的应用[J].实用放射学杂志,2023,39 (10): 1565-1568.

[19]王颖.3D-ASL灌注成像技术诊断颅脑肿瘤的临床价值研究[J].医药论坛杂志,2019,40 (3): 49-51.

[20]杜林,张逊,陈峰,等.帕博利珠单抗辅助治疗非小细胞肺癌伴脑转移患者的疗效及对血清CA9与miR-375水平的影响[J].中国处方药,2022,20 (8): 92-94.

[21]王大鹏,夏庆欣.微RNA-375对非小细胞肺癌脑转移的诊断价值[J].安徽医药,2020,24 (1): 38-41.

[22]王攀实,任宏,王华,等.miR-375、miR-92b靶向NLK对非小细胞肺癌细胞生物学功能及上皮间质转化的影响[J].山西医科大学学报,2022,53 (8): 915-921.

[23]Du S,Qu H,Zhang Y,et al.MiR-375 promotes cisplatin sensitivity of lung adenocarcinoma[J].Pathol Res Pract,2023,249 (8): 15-18.

[24]Zeng S,Lin C,Huang Y.MiR-375 Combined with SHOX2 Methylation has Higher Diagnostic Efficacy for Non-Small-Cell Lung Cancer[J].Mol Biotechnol,2023,65 (7): 1187-1197.

(收稿日期: 2024-08-16) (校对编辑: 姚丽娜、赵望淇)