

论 著

多模态影像联合TK1对
晚期鼻咽癌诱导化疗疗
效预测研究*

梁金英¹ 甘作勇² 陈玉香⁴
吴奇新^{3,*}

1.崇左市人民医院超声科

(广西 崇左 532200)

2.崇左市人民医院医务部

(广西 崇左 532200)

3.崇左市人民医院放射科

(广西 崇左 532200)

4.崇左市人民医院心血管内科

(广西 崇左 532200)

【摘要】目的 探究多模态影像联合胸苷激酶1(TK1)预测晚期鼻咽癌(NPC)诱导化疗疗效的价值。方法 选取2017年11月至2022年2月于我院完成2个周期TP方案(多西他赛+顺铂)诱导化疗的93例晚期NPC患者,根据化疗疗效不同分为缓解组(n=48)、未缓解组(n=45)。比较两组临床资料、化疗前后多模态影像学参数[常规超声特征、容积转移常数(K^{trans})、表观扩散系数(ADC)、平均扩散系数(MD)、纯扩散系数(D)]及血清TK1水平,分析多模态影像学参数与晚期NPC临床分期、病理分型的相关性,并分析多模态影像学参数、血清TK1水平与晚期NPC诱导化疗疗效的关系及预测疗效的价值。结果 缓解组临床分期III期占比(70.835%)高于未缓解组(48.89%)($P<0.05$);两组化疗前后超声特征比较,差异无统计学意义($P>0.05$);缓解组化疗前、化疗后 K^{trans} 、MD、D均高于未缓解组,ADC、血清TK1水平均低于未缓解组($P<0.05$);化疗前 K^{trans} 、MD、D与晚期NPC患者临床分期呈负相关,ADC、血清TK1水平与临床分期呈正相关($P<0.05$);化疗前 K^{trans} 、MD、D与晚期NPC患者诱导化疗疗效呈正相关,ADC、血清TK1水平与诱导化疗疗效呈负相关($P<0.05$);化疗前 K^{trans} 、ADC、MD、D、血清TK1水平预测晚期NPC诱导化疗疗效为未缓解的曲线下面积(AUC)均 >0.7 ,联合预测的AUC最大,为0.911。结论 多模态影像学参数、血清TK1水平与晚期NPC患者临床分期密切相关,联合检测在预测诱导化疗疗效方面具有良好价值。

【关键词】鼻咽癌;晚期;多模态影像;诱导化疗;预测

【中图分类号】R739.6

【文献标识码】A

【基金课题】广西卫生健康委课题(Z20170729)
2021年度崇左市本级科技计划项目
34号

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.07.013

Prediction of the Efficacy of Induction
Chemotherapy for Advanced
Nasopharyngeal Carcinoma by Multimodal
Imaging Combined with TK1*

LIANG Jin-ying¹, GAN Zuo-yong², CHEN Yu-xiang⁴, WU Qi-xin^{3,*}.

1.Ultrasonic Department of Chongzuo People's Hospital, Chongzuo 532200, Guangxi, China

2.Medical Department of Chongzuo People's Hospital, Chongzuo 532200, Guangxi, China

3.Radiology Department of Chongzuo People's Hospital, Chongzuo 532200, Guangxi, China

4.Department of Cardiology, Chongzuo People's Hospital, Chongzuo 532200, Guangxi, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of multimodal imaging combined with thymidine kinase 1 (TK1) in predicting the efficacy of induction chemotherapy in advanced nasopharyngeal carcinoma (NPC). **Methods** A total of 93 patients with advanced NPC who completed 2 cycles of TP regimen (docetaxel + cisplatin) induction chemotherapy in our hospital from November 2017 to February 2022 were selected and divided into remission group (n= 48), non-remission group (n=45). The clinical data, multimodal imaging parameters [conventional ultrasound characteristics, volume transfer constant (K^{trans}), apparent diffusion coefficient (ADC), mean diffusion coefficient (MD), pure diffusion coefficient (D)] and serum TK1 level, the correlation between multimodal imaging parameters and clinical stage and pathological type of advanced NPC was analyzed, and the relationship between multimodal imaging parameters, serum TK1 level and the efficacy of induction chemotherapy in advanced NPC and the value of predicting efficacy were analyzed. **Results** The proportion of clinical stage III in the remission group (70.835%) was higher than that in the non-remission group (48.89%) ($P<0.05$); there was no significant difference in ultrasound characteristics between the two groups before and after chemotherapy ($P>0.05$); K^{trans} , MD, D before chemotherapy were negatively correlated with the clinical stage of advanced NPC patients, and ADC and serum TK1 levels were positively correlated with the clinical stage ($P<0.05$); K^{trans} , MD, D before chemotherapy were positively correlated with the efficacy of induction chemotherapy in patients with advanced NPC, while ADC and serum TK1 levels were negatively correlated with the efficacy of induction chemotherapy ($P<0.05$). K^{trans} , ADC, MD, D, and serum TK1 levels before chemotherapy predicted advanced stage For NPC induction chemotherapy, the area under the curve (AUC) of non-remission was all > 0.7 , and the combined predicted AUC was the largest, which was 0.911. **Conclusion** Multimodal MRI parameters and serum TK1 levels are closely related to the clinical stage of patients with advanced NPC, and the combined detection has good value in predicting the efficacy of induction chemotherapy.

Keywords: Nasopharyngeal Carcinoma; Advanced Stage; Multimodal MRI; Induction Chemotherapy; Prediction

鼻咽癌(NPC)在欧美等西方国家的发病率不足1/10万,而在我国及东南亚各国发病率较高,特别是我国华南、西南地区为NPC高发区,因此NPC被称为具有“中国特色”的癌症^[1]。TP方案(多西他赛+顺铂)诱导化疗是临床治疗晚期NPC的主要方法,可有效控制肿瘤进展^[2]。报道显示,超声、MRI无创、无辐射、可重复性强,可作为鼻咽癌疗效评估的首选影像学检查方法^[3]。特别是多模态MRI可为临床提供全面、丰富信息,可为鼻咽癌诊疗提供更可靠依据^[4]。近年多模态MRI在食管癌^[5]、直肠癌^[6]疗效预测中已得到良好应用。此外,胸苷激酶1(TK1)是TK家族中研究较多的成员,其水平变化与恶性肿瘤细胞增殖密切相关^[7]。既往研究证实,动态监测NPC治疗过程中血清TK1水平变化能反映肿瘤负荷及增殖活性,有助于病情监测和预后评估^[8]。基于此,本研究重点探讨多模态影像联合TK1在晚期NPC诱导化疗疗效预测中价值,旨在为临床治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 经我院伦理委员会审批通过,选取2017年11月~2022年2月于我院完成2个周期TP方案诱导化疗的93例晚期NPC患者,化疗后1个月参照实体瘤疗效评价标准-RECIST^[9]评估疗效,根据疗效不同分组,将完全缓解、部分缓解患者纳入缓解组,共48例,其中男28例,女20例;年龄36~73岁,平均(53.87±7.95)岁。将稳定、进展患者纳入未缓解组,共45例,其中男31例,女14例;年龄38~75岁,平均(55.29±8.23)岁。

纳入标准:符合NPC诊断标准^[10];临床分期III~IV期^[11];初治患者;规范完成2个周期TP方案诱导化疗;已签署同意书。排除标准:血液系统疾病;有MRI检查禁忌;合并其他恶性肿瘤;卡氏功能状态评分(KPS)^[12] <70 分;伴有严重脏器功能障碍、感染;有化疗禁忌。

1.2 方法 超声检查 采用iU22超声诊断仪(荷兰飞利浦)进行常规超声检查,探头频率2.5~5.0 MHz。患者仰卧,对患者而后乳突和下颌骨下颌支间的间隙行横、纵、血切面

【第一作者】梁金英,女,超声副主任医师,主要研究方向:超声弹性成像在甲状腺结节中的应用价值研究。E-mail: yingzi64520022163.com

【通讯作者】吴奇新,男,放射学主任医师,主要研究方向:基于多模态影像组学的鼻咽癌远处转移风险评估模型构建及验证。E-mail: 820830957@qq.com

扫查,观察并记录超声特征,包括不规则肿块、鼻咽部黏膜增厚(>10 mm)、咽旁间隙受侵犯、颈部淋巴结肿大。

MRI检查:采用MAGNETOM Vida型3.0T磁共振扫描仪(德国SIEMENS),24通道相控阵头部线圈,于化疗前、化疗2个周期后行常规MRI、动态增强MRI、扩散加权成像(DWI)、磁共振扩散峰度成像(DKI)、体素内不相干运动成像(IVIM)检查。先行常规轴位T₁WI(TE 12 ms, TR 447 ms)、轴位T₂WI(TE 81 ms, TR 3800 ms)及轴位T₂WI-FS(TE 81 ms, TR 4100 ms)序列扫描,随后行轴位及冠状位T₁WI(TE 1.6 ms, TR 255 ms,间距1 mm,层厚4 mm,激励次数2次)增强扫描,对比剂采用钆喷酸葡胺,计量注射0.2 mL/kg,注射速度2.5 mL/s。DWI采用单次激发平面回波成像技术,b值1000 s/mm²,TE 75 ms,TR 5600 ms,层厚3 mm,视野22 cm×22 cm,层距1.0 mm。DKI扫描参数:TE 96 ms,TR 5200 ms,层间距1.2 mm,层厚4 mm,矩阵190×190,b值0、1000、2000 s/mm²。IVIM扫描参数:TE 96 ms,TR 6000 ms,层间距1.2 mm,层厚4 mm,矩阵130×130,b值0、50、100、150、200、400、600、800、1000,采集方向20。扫描数据上传至后处理工作站,由2名高年资(5年以上工作经验)影像诊断主治医师采用盲法阅片,设置感兴趣区,采用后处理软件测量容积转移常数(K^{trans})、表观扩散系数(ADC)、平均扩散系数(MD)、纯扩散系数(D),各参数均测量3次取平均值。

血清TK1水平检测:于化疗前、化疗2个周期后采集患者空腹静脉血2 mL,离心处理(转速3500 r/min,半径8 cm,时间5 min)取血清,采用印迹免疫-增强化学发光法(试剂盒厂家:上海锐赛生物)检测血清TK1水平。

1.3 观察指标 (1)两组临床资料(性别、年龄、体重指数、临床分期、病理分型、合并症)。(2)两组化疗前后多模态影像学参数(K^{trans}、ADC、MD、D)及血清TK1水平。

1.4 统计学方法 数据处理采用SPSS 22.0软件,计数资料以例数描述,采用 χ^2 检验,等级资料以u表示,采用Ridit检验。计量资料采取Bartlett方差齐性检验与Kolmogorov-Smirnov正态性检

验,均确认具备方差齐性且服从正态分布,以平均数±标准差描述,多组间比较采用单因素方差分析,进一步两两组间比较采用SNK-q检验,两组间比较采用独立样本t检验,组内比较采用配对t检验。采用Spearman相关系数模型分析化疗前多模态影像学参数、血清TK1水平与晚期NPC临床分期、病理分型及诱导化疗疗效的相关性。采用受试者工作特征(ROC)曲线评价化疗前多模态影像学参数、血清TK1水平预测晚期NPC诱导化疗疗效的价值。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料 两组性别、年龄、体重指数、病理分型、合并症比较,差异无统计学意义(P>0.05);缓解组临床分期III期占比较未缓解组高(P<0.05)。见表1。

2.2 多模态影像学参数、血清TK1水平 两组化疗前后超声特征比较,差异无统计学意义(P>0.05);缓解组化疗前、化疗后K^{trans}、MD、D均较未缓解组高,ADC、血清TK1水平均较未缓解组低(P<0.05)。见表2。典型病例化疗前后MRI图像见图1~图2。

2.3 影像学参数、TK1与临床分期、病理分型的相关性 相关性分析显示,化疗前K^{trans}、MD、D与晚期NPC患者临床分期呈负相关,ADC、血清TK1水平与临床分期呈正相关(P<0.05);多模态影像学参数、血清TK1水平与病理分型无明显相关性(P>0.05)。见表3。

2.4 影像学参数、TK1与诱导化疗疗效的相关性 相关性分析显示,化疗前K^{trans}、MD、D与晚期NPC患者诱导化疗疗效呈正相关,ADC、血清TK1水平与诱导化疗疗效呈负相关(P<0.05)。见表4。

2.5 影像学参数、TK1预测诱导化疗疗效的价值 以未缓解组为阳性样本,缓解组为阴性样本,绘制化疗前多模态影像学参数、血清TK1水平预测诱导化疗疗效的ROC曲线,结果显示,化疗前K^{trans}、ADC、MD、D、血清TK1水平预测晚期NPC诱导化疗疗效为未缓解的曲线下面积(AUC)分别为0.772、0.779、0.829、0.737、0.781,联合预测的AUC最大,为0.911。见表5。

表1 临床资料[n(%)]

组别	n	性别(男/女)	年龄(岁)	体重指数(kg/m ²)	临床分期		病理分型			合并症		
					III期	IV期	角化型鳞癌	非角化型癌	基底样鳞癌	高血压	糖尿病	高脂血症
缓解组	48	28/20	53.87±7.95	23.28±1.75	34(70.83)	14(29.17)	21(43.75)	16(33.33)	11(22.92)	5(10.42)	3(6.25)	2(4.17)
未缓解组	45	31/14	55.29±8.23	22.91±1.70	22(48.89)	23(51.11)	23(51.11)	14(31.11)	8(17.78)	7(15.56)	5(11.11)	6(13.33)
χ^2/t		1.116	0.846	1.033	4.669		0.602			0.546	0.217	1.453
P		0.291	0.400	0.304	0.031		0.740			0.460	0.642	0.228

表2 多模态影像学参数、血清TK1水平[/n(%)]

组别	n	不规则肿块		鼻咽部黏膜增厚		咽旁间隙受侵犯		颈部淋巴结肿大	
		化疗前	化疗后	化疗前	化疗后	化疗前	化疗后	化疗前	化疗后
缓解组	48	48(100.00)	44(91.67)	48(100.00)	46(95.83)	48(100.00)	43(89.58)	48(100.00)	43(89.58)
未缓解组	45	45(100.00)	45(100.00)	45(100.00)	45(100.00)	45(100.00)	45(100.00)	45(100.00)	45(100.00)
χ^2/t	-		2.156	-	0.448	-	3.118	-	3.118
P	-		0.142	-	0.504	-	0.077	-	0.077

续表2

组别	n	K ^{trans} (min)		ADC(×10 ⁻³ mm ² /s)		MD(×10 ⁻³ mm ² /s)		D(×10 ⁻³ mm ² /s)		TK1(pmol/L)	
		化疗前	化疗后	化疗前	化疗后	化疗前	化疗后	化疗前	化疗后	化疗前	化疗后
缓解组	48	3.19±0.14	3.37±0.21a	0.78±0.10	0.64±0.09a	1.20±0.13	1.40±0.15a	0.82±0.17	1.38±0.23a	1.79±0.25	1.46±0.21a
未缓解组	45	3.01±0.12	3.05±0.14	0.86±0.13	0.73±0.12	1.12±0.11	1.16±0.13	0.73±0.15	0.78±0.19	1.94±0.32	1.86±0.30
χ^2/t		6.637	8.587	3.339	4.108	3.193	8.222	2.700	13.665	2.528	7.487
P		<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.002	<0.001	0.008	<0.001	0.013	<0.001

注:“a”表示与同组化疗前对比,P<0.05;“-”表示无相关数据。

表3 多模态影像学参数、血清TK1水平与临床分期、病理分型的相关性

指标		K ^{trans}	ADC	MD	D	TK1
临床分期	r	-0.625	0.451	-0.406	-0.324	0.310
	P	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.005
病理分型	r	0.124	0.157	0.133	0.145	0.160
	P	0.658	0.602	0.598	0.702	0.649

表4 多模态影像学参数、血清TK1水平与诱导化疗疗效的相关性

指标		K ^{trans}	ADC	MD	D	TK1
诱导化疗疗效	r	0.649	-0.472	0.428	0.351	-0.337
	P	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.004

表5 多模态影像学参数、血清TK1水平预测诱导化疗疗效的价值

指标	AUC	95%CI	截断值	敏感度(%)	特异度(%)	P
K ^{trans}	0.772	0.674~0.853	3.10 min	68.89	75.00	<0.001
ADC	0.779	0.681~0.858	0.81×10 ⁻³ mm ² /s	84.45	60.42	<0.001
MD	0.829	0.737~0.899	1.17×10 ⁻³ mm ² /s	75.56	77.08	<0.001
D	0.737	0.636~0.823	0.77×10 ⁻³ mm ² /s	77.78	68.75	<0.001
TK1	0.781	0.683~0.860	1.89 pmol/L	62.22	83.33	<0.001
联合预测	0.911	0.833~0.960	-	84.42	87.51	<0.001

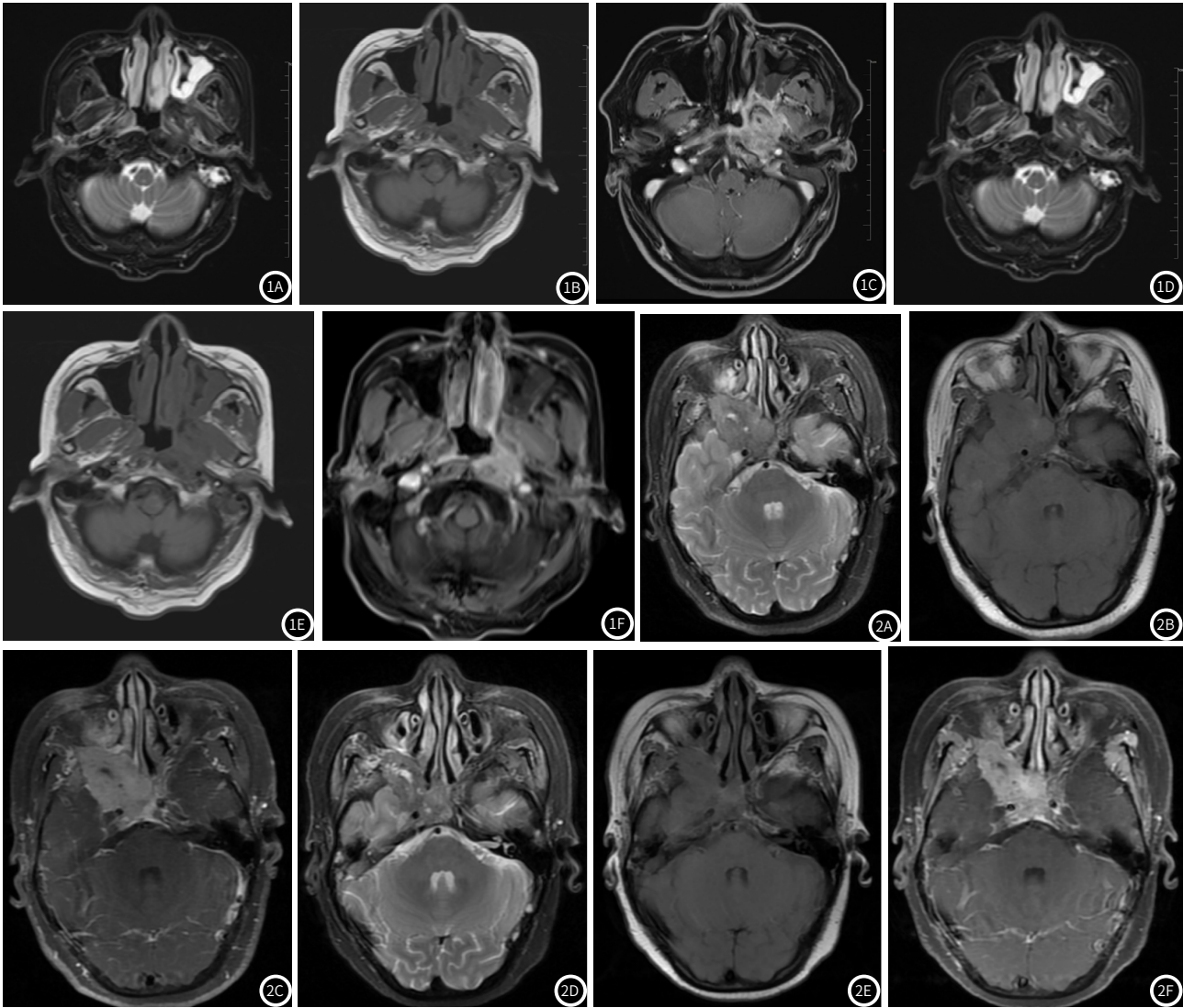


图1A~图1F 患者，男，51岁，角化型鳞癌，临床分期Ⅲ期，化疗后病灶完全缓解，图1A~图1C为化疗前MRI图像，图1D~图1F为化疗后MRI图像。图2A~图2F 患者，男，55岁，非角化型癌，临床分期Ⅳ期，化疗后病灶部分缓解，图2G~图2I为化疗前MRI图像，图2J~图2L为化疗后MRI图像。

3 讨论

NPC发病原因复杂,涉及遗传易感性、接触化学致癌物质、EB病毒感染、不健康饮食等多方面^[13]。NPC对放疗敏感性高,由于75%左右的患者确诊时已进展至中晚期,仅行放疗疗效欠佳,而放疗前通过TP方案化疗能于短时间内缩小局部肿瘤体积,为放疗创造有利条件^[14]。

本研究对晚期NPC患者采用TP方案诱导化疗,化疗2个周期后多数患者病情得到有效缓解,但也有部分患者化疗获益不佳。如何准确、有效预测晚期NPC患者诱导化疗疗效,对临床调整化疗方案、改善化疗效果具有重要指导意义。影像学广泛应用于NPC诊断、治疗及疗效评估中,常用的有超声、CT、MRI等,其中MRI组织分辨率高,能多方位观察肿瘤病灶,临床应用价值更高^[15-16]。本研究中两组患者治疗前后超声特征比较无明显差异,提示超声在晚期NPC患者诱导化疗疗效评估方面的作用不大。近年,MRI在肿瘤中的应用趋于多模态化,也是目前MRI研究的前沿领域,多模态MRI较常规MRI更精准化、全面化、细致化、定量化,可减少个人主观因素影响,提高检查准确性^[17]。已有报道指出,多模态MRI在NPC病灶自动分割、放疗危及器官勾画方面具有良好应用价值^[18-19]。但其在鼻咽癌疗效预测方面的研究较少,仍需进一步研究。本研究结果显示,不同诱导化疗疗效晚期NPC患者化疗前后多模态影像学参数 K^{trans} 、ADC、MD、D存在明显差异,疗效越好化疗前后 K^{trans} 、MD、D值越高,ADC值越低,且疗效越好化疗前后各参数改善越明显。说明多模态影像学参数与晚期NPC诱导化疗疗效有关,进一步通过相关性分析发现各参数与晚期NPC临床分期、诱导化疗疗效存在良好相关性。可见,多模态影像学参数 K^{trans} 、ADC、MD、D不仅能反映晚期NPC患者病情,且随着化疗疗效改善发生规律性变化。相关研究显示,随着NPC患者病情改善,其 K^{trans} 、MD、D逐渐升高,ADC值逐渐降低,均与疗效密切相关^[20-21]。支持本研究结果结论。本研究通过ROC曲线分析发现,化疗前 K^{trans} 、ADC、MD、D预测晚期NPC诱导化疗疗效为未缓解的AUC均在0.7以上,说明各参数均可作为预测晚期NPC患者诱导化疗疗效的指标。

此外,本研究发现晚期NPC患者化疗前血清TK1水平与临床分期、疗效同样具有良好相关性。TK1是反映细胞增殖的血清标志物,作为人体内DNA合成的关键酶,TK1在细胞周期S期表达水平上调,但在细胞分裂后期逐渐降解,因此正常人血清内TK1水平很低,但恶性肿瘤患者细胞大量增殖、坏死,导致TK1水平明显升高,可超过正常水平的2~100倍^[22-23]。晚期NPC患者化疗前,临床分期越高肿瘤细胞增殖速度越快,血清TK1水平越高,化疗后随着病情改善,大量肿瘤细胞被杀死,肿瘤细胞增殖活性受到抑制,从而导致血清TK1水平降低。本研究还发现,化疗前血清TK1水平在预测晚期NPC诱导化疗疗效方面具有良好效能,且与多模态影像学参数联合能进一步提高预测价值,原因考虑为多模态影像学参数与血清TK1联合能从影像学、分子生物学方面综合反映肿瘤病情,较单一指标预测更全面,从而提高预测价值。

综上所述,多模态影像学参数 K^{trans} 、ADC、MD、D及血清TK1水平均与晚期NPC患者临床分期密切相关,各参数与血清TK1水平联合可为临床预测诱导化疗疗效提供可靠参考依据^[24-25]。但本研究仍存在一定不足,如样本量较少,样本选取范围较狭窄,仅为晚期NPC患者,一定程度上限制了研究结果的泛化,仍需通过多中心、大样本研究进一步验证。

参考文献

- [1] Tang LL, Chen YP, Chen CB, et al. The Chinese Society of Clinical Oncology (CSCO) clinical guidelines for the diagnosis and treatment of nasopharyngeal carcinoma [J]. Cancer Commun (Lond), 2021, 41(11): 1195-1227.
- [2] Takamizawa S, Honma Y, Murakami N, et al. Short-term outcomes of induction chemotherapy with docetaxel, cisplatin, and fluorouracil (TPF) in locally advanced nasopharyngeal carcinoma [J]. Invest New Drugs, 2021, 39(2): 564-570.
- [3] 高冰, 朱尚勇. 超声与鼻内镜对鼻咽癌诊断价值的比较 [J]. 中国医学影像学杂志, 2014, 22(3): 164-166.
- [4] 冯福婷, 罗敏, 刘文军, 等. 多模态磁共振成像在鼻咽癌疗效预测及评估中的研究进展 [J]. 医学综述, 2018, 24(23): 4741-4745.
- [5] 廖烨, 赵丽娜, 石梅. 多模态功能影像及放射组学预测食管癌早期放化疗反应性研究进展 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2019, 28(4): 314-316.
- [6] 梁纳, 张勇, 李荣清. 多模态功能成像及影像组学预测直肠癌放化疗疗效研究进展 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2022, 42(1): 73-77.
- [7] Tang Y, Li K, Cai Z, et al. HSP90 α combined with AFP and TK1 improved the diagnostic value for hepatocellular carcinoma [J]. Biomark Med, 2020, 14(10): 869-878.
- [8] 李军, 宋秋灵. 血清胸苷激酶-1水平在鼻咽癌患者治疗过程中的动态变化及与病理学特征的关系 [J]. 重庆医学, 2015, (32): 4532-4534, 4537.
- [9] Schwartz LH, Litière S, de Vries E, et al. RECIST 1.1-Update and clarification: From the RECIST committee [J]. Eur J Cancer, 2016, 62(1): 132-137.
- [10] Simo R, Robinson M, Lei M, et al. Nasopharyngeal carcinoma: United Kingdom National Multidisciplinary Guidelines [J]. J Laryngol Otol, 2016, 130(S2): S97-S103.
- [11] Ren Y, Qiu H, Yuan Y, et al. Evaluation of 7th Edition of AJCC Staging System for Nasopharyngeal Carcinoma [J]. J Cancer, 2017, 8(9): 1665-1672.
- [12] Mehta A, Chai E, Berglund K, et al. Using Admission Karnofsky Performance Status as a Guide for Palliative Care Discharge Needs [J]. J Palliat Med, 2021, 24(6): 910-913.
- [13] Chang ET, Ye W, Zeng YX, et al. The Evolving Epidemiology of Nasopharyngeal Carcinoma [J]. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2021, 30(6): 1035-1047.
- [14] 张钦华, 利锦燕, 邹雨荷, 等. TP方案诱导化疗联合调强放疗治疗局部中晚期鼻咽癌的疗效观察 [J]. 广西医科大学学报, 2019, 36(7): 1134-1139.
- [15] 梁锦辉, 邓滨, 刘家豪, 等. MRI精准模拟定位在局部晚期鼻咽癌调强放疗中的应用效果 [J]. 现代肿瘤医学, 2020, 28(5): 816-819.
- [16] Chen J, Luo J, He X, et al. Evaluation of Contrast-Enhanced Computed Tomography (CT) and Magnetic Resonance Imaging (MRI) in the Detection of Retropharyngeal Lymph Node Metastases in Nasopharyngeal Carcinoma Patients [J]. Cancer Manag Res, 2020, 12(1): 1733-1739.
- [17] 韩炜明, 肖泽芬. 多模态影像组学检查在食管癌放化疗疗效评估的临床价值与研究进展 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2020, 29(7): 583-588.
- [18] 洪炎佳, 孟铁豹, 黎浩江, 等. 多模态多维信息融合的鼻咽癌MR图像肿瘤深度分割方法 [J]. 浙江大学学报(工学版), 2020, 54(3): 566-573.
- [19] 余孝丽, 胡江, 丁林, 等. 多模态影像规范化预处理辅助鼻咽癌放疗危及器官勾画 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2022, 29(5): 345-350.
- [20] 冯福婷, 罗敏. 磁共振扩散峰度成像及体素内不相干运动成像定量参数在鼻咽癌短期疗效评估中的应用研究 [J]. 中国临床医学影像学杂志, 2020, 31(9): 613-617, 654.
- [21] 郑红. DWI与动态增强MRI技术在评价鼻咽癌化疗效果中的应用观察 [J]. 中国医学创新, 2020, 17(34): 38-41.
- [22] Fanelli GN, Scarpitta R, Cinacchi P, et al. Immunohistochemistry for Thymidine Kinase-1 (TK1): A Potential Tool for the Prognostic Stratification of Breast Cancer Patients [J]. J Clin Med, 2021, 10(22): 5416.
- [23] 江雯, 纪玉清, 王谦, 等. 血清胸苷激酶1在骨肉瘤疗效评价中的临床应用 [J]. 检验医学与临床, 2019, 16(24): 3557-3559.
- [24] 曹传华, 余海英. 鼻咽癌调强放疗前后MRI影像变化及疗效评估价值研究 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(2): 45-47.
- [25] 俱增武. MRI不同扫描方式对鼻咽癌早期诊断的临床价值 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(11): 33-35, 47.

(收稿日期: 2022-10-25)

(校对编辑: 姚丽娜)