

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2019.17.030

动态对比增强磁共振成像在鼻咽癌分期中的应用价值*

白琛 唐芳 张志 刘亚斌 胡富碧

(成都医学院第一附属医院影像科 四川 成都 610500)

摘要 目的:分析动态对比增强磁共振成像(DCE-MRI)在鼻咽癌分期中的应用价值。**方法:**选取2016年6月至2018年4月我院经病理证实的初诊鼻咽癌患者104例为研究对象,均行DCE及扩散加权成像(DWI)检查,比较不同鼻咽癌分期患者的DCE-MRI定量参数[转运常数(K_{trans})、血管外细胞外间隙体积百分数(V_e)、速率常数(K_{ep})、容积分数(fPV)]及表观扩散系数(ADC)值,分析各DCE-MRI参数与临床分期的相关性,并评估DCE-MRI对鼻咽癌分期的诊断价值。**结果:**随总分期增加,鼻咽癌患者K_{trans}、V_e增加,且V_e随T分期增加而增加,M1分期者K_{trans}、V_e大于M0分期者($P<0.05$),不同N分期患者各DCE-MRI参数比较差异无统计学意义($P>0.05$),K_{ep}、fPV在各分期中比较差异也无统计学意义($P>0.05$);随总分期增加,鼻咽癌患者ADC值减少($P<0.05$);Spearman相关分析发现,鼻咽癌患者K_{trans}与总分期、M分期呈正相关,V_e与总分期、T分期呈正相关,ADC值与总分期呈负相关($P<0.05$);各参数中,K_{trans}诊断鼻咽癌总分期的曲线下面积(AUC)最大,为0.925,K_{trans}诊断鼻咽癌早期(II期)、晚期(III期与IV期)的AUC分别为0.909、0.921,均较ADC(AUC=0.864、0.815)高。**结论:**DCE-MRI在鼻咽癌临床分期中有较高应用价值,其中K_{trans}的诊断效能最好且高于DWI诊断,肿瘤分期越高,K_{trans}越大,可作为肿瘤分期的一个指标。

关键词:动态对比增强磁共振成像;鼻咽癌;分期;应用价值

中图分类号:R739.6;R445.2 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2019)17-3342-05

Application Value of Dynamic Contrast-enhanced Magnetic Resonance Imaging in Staging of Nasopharyngeal Carcinoma*

BAI Chen, TANG Fang, ZHANG Zhi, LIU Ya-bin, HU Fu-bi

(Department of Imaging, The First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Chengdu, Sichuan, 610500, China)

ABSTRACT Objective: To analyze the application value of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) in staging of nasopharyngeal carcinoma. **Methods:** 104 patients with newly diagnosed nasopharyngeal carcinoma confirmed by pathology in our hospital from June 2016 to April 2018 were chosen in the study. All patients were given DCE and diffusion-weighted imaging (DWI), the DCE-MRI quantitative parameters of nasopharyngeal carcinoma patients at different stages [transport constant (K_{trans}), extravascular extracellular space volume percentage (V_e), rate constant (K_{ep}), volume fraction (fPV)] and apparent diffusion coefficient (ADC) values were compared, the relationship between each DCE-MRI parameter and the clinical staging was analyzed, the diagnostic value of DCE-MRI for stage of nasopharyngeal carcinoma was evaluated. **Results:** With the increase of total stage, K_{trans} and V_e increased in patients with nasopharyngeal carcinoma, V_e increased with the increase of T stage. K_{trans} and V_e in patients at M1 stage were greater than those at M0 stage ($P<0.05$). There was no significant difference in every DCE-MRI parameters in patients with different N stages ($P>0.05$). There was no significant difference in the scores of K_{ep} and fPV among every stages ($P>0.05$). With the increase of total stage, the ADC value of patients with nasopharyngeal carcinoma decreased ($P<0.05$); Spearman Correlation analysis found that K_{trans} of patients with nasopharyngeal carcinoma was positively correlated with total stage and M stage, V_e was positively correlated with total stage and T stage, the ADC value was negatively correlated with total stage ($P<0.05$). Among the each parameter, the area under the curve (AUC) of the total stage for the diagnosis of nasopharyngeal carcinoma by K_{trans} was the biggest (0.925). The AUC for the diagnosis of nasopharyngeal carcinoma at early (stage II) and late stage (stage III and stage IV) by K_{trans} were 0.909 and 0.921, respectively, which were all higher than ADC (AUC=0.864, 0.815). **Conclusion:** DCE-MRI has a high application value in the clinical stage of nasopharyngeal carcinoma. K_{trans} has the best diagnostic efficacy and is superior to DWI diagnosis. The higher the tumor stage, the larger the K_{trans}, which can be used as an index of tumor staging.

Key words: Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging; Nasopharyngeal carcinoma; Stage; Application value

Chinese Library Classification(CLC): R739.6; R445.2 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2019)17-3342-05

* 基金项目:四川省教育厅科研基金项目(17ZA0136)

作者简介:白琛(1983-),男,本科,主治医师,研究方向:心血管系统影像诊断及介入放射学, E-mail: 122422523@qq.com

(收稿日期:2019-02-08 接受日期:2019-02-28)

前言

鼻咽癌是目前在中国较常见的恶性肿瘤^[1-3],主要采用放疗治疗,随三维适形调强放疗(intensity modulated radiation therapy, IG-IMRT)技术提高,鼻咽癌 5 年生存率提高至 80%^[4,5],但仍有部分患者因局部残留、复发或远处转移而失败,因此明确肿瘤分期对精确地勾选靶区有重要意义^[6]。鼻咽癌发病部位结构较复杂,常与诸多邻近器官相邻,且与颅腔相通,使 X 线及造影技术仅显示表浅结构及骨质变化,无法明确诊断,此时 MRI 影像检查在确定鼻咽癌原发病变部位与局部侵犯情况中有重要意义^[7,8]。动态对比增强磁共振成像(dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI)可反映肿瘤组织微循环及微血管密度,继而了解肿瘤内部微血管生成情况,弥散加权成像(Diffusion weighted imaging, DWI)也能间接反映活体组织中细胞密度与微结构^[9-11]。本文以 DWI 为对照,分析 DCE-MRI 在鼻咽癌临床分期中的应用价值,结果如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2016 年 6 月至 2018 年 4 月我院经病理证实的初诊鼻咽癌患者 104 例,纳入标准:(1)均无 MRI 检查禁忌症,且经病理证实为鳞状细胞癌;(2)未经放疗或手术治疗,可耐受鼻咽、颈部 DCE-MRI 及 DWI 较长时间检查;(3)对本研究内容知情且签署知情同意书。排除标准:(1)存在 MRI 检查禁忌症或有造影剂过敏史;(2)病灶小而难以测量参数、扫描时无法配合检查或存在运动伪影者;(3)合并其他咽旁间隙肿瘤或无法配合完成 DCE-MRI 及病理组织学等检查者。其中男 58 例,女 46 例;年龄 40~72 岁,平均(56.18±5.74)岁;鼻咽癌分期^[5]:①总分期:I 期 6 例,II 期 4 例,III 期 53 例,IVa 期 35 例,IVb 期 6 例,②T 分期:T1 期 36 例,T2 期 19 例,T3 期 26 例,T4 期 23 例,③N 分期:N0 期 8 例,N1 期 7 例,N2 期 65 例,N3 期 24 例,④M 分期:M0 期 98 例,M1 期 6 例。本研究获得我院伦理委员会批准。

1.2 方法

1.2.1 检查方法 患者仰卧于检查床,检查前医师与患者简单交流,嘱其在扫描时头颈部不能有任何移动减少运动伪影,应用 Siemens TrioTim 3.0T MRI 扫描仪,头颈联合线圈,使患者鼻尖部位位于头颈部线圈中央,激光定位线置于鼻尖部,后接受常规 T2WI-FS 横轴位、DWI 横轴位扫描,采用自旋回波扩散加权平面回波成像技术行 DWI, b 值取 0 及 800 s/m²,层厚:5.0 mm, TR:2900 ms, TE:83 ms,视野(FOV):220 mm。以 5°、10°、15° 反转角扫描,序列:T1WI Vibe,横断位扫描,层厚:5.0 mm, FOV:270 mm, TE:1.25 ms, TR:3.43 ms,各角度均行一、二、三、四期扫描,每期取 26 层图像,总扫描时间:3 min,时间分辨率:6 s。第 2 期动态扫描完成时再行多期动态增强扫描,序列:T1WI Vibe,横断位扫描,除翻转角为 10° 外,其他参数均于多反转角扫描一致,共行不间断扫描 25 期,第 2 期完成时于经肘静脉团以高压注射器注 0.1 mmol/kg 钆双胺注射液(中国通用电气医疗集团生产),注射速率:2.5 mL/s,后注射 20 mL 生理盐水,以对侧

鼻外肌为对照,观察肿瘤病灶灌注情况。

1.2.2 图像分析 应用血流动力学后处理软件 Omni Kinetics 进行后处理,导入图像,取颅内段颈内动脉,勾画 3.0 mm 圆,将勾画区域设定为动脉输入函数(AIF)感兴趣区(ROI),获取时间-浓度曲线,然后行血管渗透性定量分析。获取 AIF 后对病灶层面进行选择,依据 AFI 拟合模型、血流动力学模型、Extended Tofts Linear 双室模型,计算该区域层面血管的伪彩图及渗透参数。此外在西门子工作站得出 ADC。两名放射高级职称医师依据《鼻咽癌 UICC 第 7 版分期与中国 2008 分期比较及分期更新建议》^[5]确定分期,本研究将鼻咽癌 II 期归于早期,将 III 期、IV 期归于晚期。

1.3 观察指标

(1)比较不同鼻咽癌分期患者的 DCE-MRI 定量参数,包括转运常数(K_{trans})、血管外细胞外间隙体积百分数(V_e)、速率常数(K_{ep})、容积分数(fPV);(2)分析不同鼻咽癌分期患者的表观扩散系数(ADC)值;(3)分析各 DCE-MRI 参数、ADC 值与临床分期的相关性;(4)评估 DCE-MRI 各参数及 ADC 值对鼻咽癌总分期的诊断价值。

1.4 统计学方法

采用 SPSS19.0 软件处理数据。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,不同鼻咽癌分期患者 DCE-MRI 定量参数及 ADC 值的多组间比较采用单因素方差分析+多重比较 LSD-t 检验,两组间比较则为成组 t 检验。各变量间相关性采用 Spearman 相关分析、以相关系数 r 表示两资料间的相关性,并绘制受试者工作特征曲线(ROC),评估 DCE-MRI 各参数及 ADC 值对鼻咽癌总分期的诊断效能, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 DCE-MRI 定量参数比较

随总分期增加,鼻咽癌患者 K_{trans}、V_e 增加,且 V_e 随 T 分期增加而增加,M1 分期者 K_{trans}、V_e 大于 M0 分期者($P < 0.05$),不同 N 分期患者各 DCE-MRI 参数比较差异无统计学意义($P > 0.05$),K_{ep}、fPV 在各分期中比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 不同鼻咽癌分期患者的 ADC 值比较

随总分期增加,鼻咽癌患者 ADC 值减少($P < 0.05$),不同 T 分期、N 分期、M 分期患者 ADC 值比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 各影像参数与鼻咽癌分期的相关性分析

Spearman 相关分析发现,鼻咽癌患者 K_{trans} 与总分期、M 分期呈正相关,V_e 与总分期、T 分期呈正相关,ADC 值与总分期呈负相关($P < 0.05$),K_{ep}、fPV 与鼻咽癌各分期无相关性($P > 0.05$),见表 3。

2.4 各影像参数诊断鼻咽癌总分期的效能分析

各影像参数中,K_{trans} 诊断鼻咽癌总分期的曲线下面积(AUC)最大,其次为 V_e、ADC 值,K_{trans} 诊断鼻咽癌的 AUC 为 0.925,灵敏度、特异度分别为 0.86、0.85,见表 4。K_{trans} 诊断鼻咽癌早期(II 期)、晚期(III 期与 IV 期)的 AUC 分别为 0.909、0.921,均较 ADC(AUC=0.864、0.815)高,见图 1-2。

表 1 DCE-MRI 定量参数比较

Table 1 Comparison of quantitative parameters of DCE-MRI

Types of staging	Staging results	Ktrans(min^{-1})	Kep(min^{-1})	Ve	fPV
Total staging	Stage I (n=6)	0.28± 0.04	1.65± 0.18	0.18± 0.02	0.03± 0.01
	Stage II (n=4)	0.31± 0.03	1.62± 0.16	0.20± 0.03	0.02± 0.01
	Stage III(n=53)	0.32± 0.04	1.55± 0.15	0.24± 0.03	0.02± 0.01
	Stage IVa(n=35)	0.36± 0.05	1.52± 0.14	0.30± 0.04	0.02± 0.01
	Stage IVb(n=6)	0.57± 0.06	1.60± 0.17	0.38± 0.04	0.02± 0.01
	F	46.271	1.435	46.064	1.943
	P	0.000	0.228	0.000	0.109
T staging	Stage T1(n=36)	0.35± 0.03	1.54± 0.26	0.19± 0.03	0.020± 0.008
	Stage T2(n=19)	0.36± 0.04	1.46± 0.25	0.25± 0.04	0.018± 0.006
	Stage T3(n=26)	0.33± 0.05	1.43± 0.24	0.27± 0.03	0.022± 0.008
	Stage T4(n=23)	0.34± 0.04	1.49± 0.23	0.33± 0.04	0.017± 0.005
	F	2.353	1.174	80.003	2.477
	P	0.077	0.324	0.000	0.066
N staging	Stage N0(n=8)	0.31± 0.04	1.52± 0.18	0.28± 0.04	0.019± 0.006
	Stage N1(n=7)	0.29± 0.04	1.51± 0.14	0.30± 0.05	0.023± 0.007
	Stage N2(n=65)	0.30± 0.03	1.45± 0.15	0.29± 0.04	0.020± 0.006
	Stage N3(n=24)	0.30± 0.05	1.46± 0.14	0.30± 0.05	0.021± 0.007
	F	1.196	1.402	1.282	1.750
	P	0.315	0.247	0.285	0.162
M staging	Stage M0(n=98)	0.34± 0.04	1.49± 0.15	0.25± 0.03	0.019± 0.003
	Stage M1(n=6)	0.58± 0.06	1.55± 0.17	0.37± 0.04	0.021± 0.004
	F	13.849	0.945	9.335	1.556
	P	0.000	0.347	0.000	0.123

表 2 不同鼻咽癌分期患者的 ADC 值比较

Table 2 Comparison of ADC values of nasopharyngeal carcinoma in different stages

Types of staging	Staging results	ADC value
Total staging	Stage I (n=6)	0.76± 0.08
	Stage II (n=4)	0.72± 0.07
	Stage III(n=53)	0.68± 0.06
	Stage IVa(n=35)	0.64± 0.07
	Stage IVb(n=6)	0.63± 0.06
	F	6.424
	P	0.000
T staging	Stage T1(n=36)	0.64± 0.06
	Stage T2(n=19)	0.65± 0.06
	Stage T3(n=26)	0.67± 0.08
	Stage T4(n=23)	0.68± 0.07
	F	2.115
	P	0.103
N staging	Stage N0(n=8)	0.69± 0.07
	Stage N1(n=7)	0.65± 0.08
	Stage N2(n=65)	0.67± 0.07
	Stage N3(n=24)	0.64± 0.06
	F	1.770
	P	0.158
M staging	Stage M0(n=98)	0.70± 0.08
	Stage M1(n=6)	0.69± 0.07
	F	0.299
	P	0.766

表 3 各影像参数与鼻咽癌分期的相关性分析

Table 3 Correlation between imaging parameters and staging of nasopharyngeal carcinoma

Examination methods	Imaging parameters	Total staging		T staging		N staging		M staging	
		r	P	r	P	r	P	r	P
DCE-MRI	Ktrans	0.345	0.000	0.115	0.027	0.157	0.123	0.320	0.006
	Ve	0.303	0.002	0.320	0.005	0.139	0.195	0.117	0.089
	Kep	0.207	0.103	0.222	0.056	0.142	0.101	0.154	0.116
	fPV	0.216	0.115	0.207	0.071	0.209	0.094	0.215	0.101
DWI	ADC value	-0.297	0.023	0.189	0.142	0.220	0.163	0.214	0.094

表 4 各影像参数诊断鼻咽癌总分期的效能分析

Table 4 Analysis of the efficiency of each imaging parameter in the diagnosis of total staging of nasopharyngeal carcinoma

Examination methods	Imaging parameters	Sensitivity	Specificity	Accuracy	AUC
DCE-MRI	Ktrans	0.86	0.85	0.81	0.925
	Ve	0.82	0.80	0.79	0.804
	Kep	0.69	0.76	0.72	0.728
	fPV	0.71	0.75	0.68	0.627
DWI	ADC value	0.76	0.72	0.59	0.759

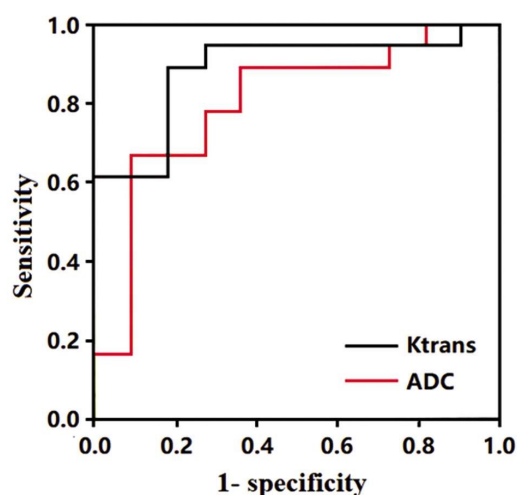


图 1 Ktrans、ADC 诊断鼻咽癌早期的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curves of Ktrans and ADC for diagnosis of early nasopharyngeal carcinoma

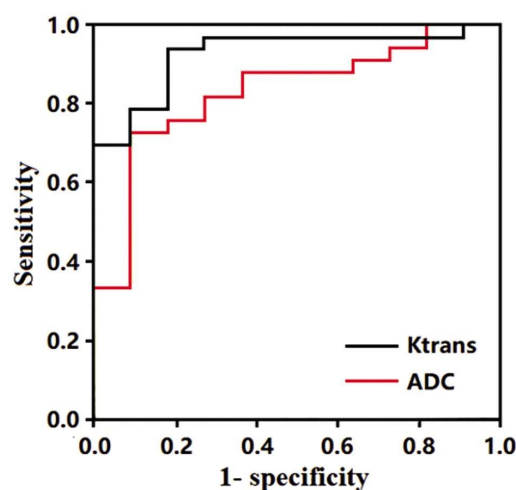


图 2 Ktrans、ADC 诊断鼻咽癌晚期的 ROC 曲线

Fig.2 ROC curves of Ktrans and ADC for diagnosis of advanced nasopharyngeal carcinoma

3 讨论

鼻咽癌为鼻咽部上皮组织癌,是好发于我国南方及东南亚地区常见的头颈部恶性肿瘤^[12,13]。鼻咽的对比剂从 EES 回至血管内的速度,两者与组织内血流量、毛细血管通透性及其表面积均有关^[21,22],本次研究中 Ktrans 随总分期、M 分期增加而增加,证实 Ktrans 可反映鼻咽癌进展,肿瘤血管生成或渗透性越好,Ktrans 越高。在 T 分期中,本研究中鼻咽癌患者在 T3~T4 期 Ktrans 趋于降低,可能是因为高 T 分期肿瘤体积较大,中心供血量减少甚至坏死,而 Ktrans 值在肿瘤外周部分主要受血流影响,在中央部分主要受渗透面积影响,本研究中计算的 Ktrans 是鼻咽癌瘤灶的整体 Ktrans,有可能因不同 T 分期之间在整体血流量与整体渗透面积上存在差别,导致随 T 分期增高,Ktrans 先增加后有所下降^[23,24]。同时本研究中,Ve 随总分

期、T 分期增加而增加,M1 分期者 Ve 大于 M0 分期者,表明 Ve 也能较好反映鼻咽癌进展,Ve 表示单位体积肿瘤的 ESS 大小,而 ESS 大小对肿瘤侵袭及转移有重要意义,说明 DCE-MRI 可用于探测鼻咽癌的微环境,随分期增大,细胞外基质逐渐溶解,细胞外空间逐渐增大,肿瘤细胞活动空间增大,局部侵犯及转移更易发生,因此分期较高^[25,26]。

DWI 也能间接反映组织内细胞密度及结构,本研究显示随总分期增加,鼻咽癌患者 ADC 值减少,因而 ADC 可用于肿瘤分期评估,其中,肿瘤分期越高,肿瘤细胞增殖速度、细胞体积、密度增加速度越快,肿瘤细胞越易变形,其异质性也多,ESS 减少,因此 ADC 值减少^[27]。本研究 Spearman 相关分析也发现,鼻咽癌患者 Ktrans 与总分期、M 分期呈正相关,Ve 与总分期、T 分期呈正相关,ADC 值与总分期呈负相关,这与既往宋坤等^[28]的研究结果一致,因此 DCE-MRI 各参数及 ADC 值均可用于

评估鼻咽癌分期,推测病变进展,随着肿瘤新生血管增生及细胞增殖加快,肿瘤微循环渗透性提高, V_e 、 K_{trans} 值增加,其通透性提升可促进细胞增殖,增加细胞异质性,致使 ADC 值降低,因此 K_{trans} 、 V_e 、ADC 值与鼻咽癌分期表现出较好的相关性。

本研究也发现,各参数中,DCE-MRI 中的 K_{trans} 诊断鼻咽癌总分期的曲线下面积(AUC)最大,为 0.925, K_{trans} 诊断鼻咽癌早期(Ⅱ期)、晚期(Ⅲ期与Ⅳ期)的 AUC 分别为 0.909、0.921,均较 ADC(AUC=0.864、0.815)高,与倪良平^[29]通过研究得出的 K_{trans} 诊断不同分期鼻咽癌诊断效能、特异性、敏感性均高于 ADC 值对不同分期鼻咽癌的诊断结果较为接近,故与 DWI 诊断鼻咽癌相比较,DCE-MRI 的诊断效果更为优秀,其原因是由于随肿瘤临床分期及 T 分期的增加,肿瘤逐渐囊变及坏死,从而对 ADC 的测量造成影响,由于坏死部位细胞密度小,其弥散显著受限,且 ESS、组织脂肪含量及毛细血管床灌注、渗透等易影响 ADC 值,DCE-MRI 不但为扫描系列优化提供参考,还可提供一定的 MR 功能性参数,从而提高鼻咽癌诊断效能^[30]。

综上所述,DCE-MRI 用于鼻咽癌诊断中的价值高于 DWI, DCE-MRI 中 K_{trans} 、 V_e 等参数可较好反映肿瘤进展情况,准确指导临床分期,值得在临床推广实践。

参考文献(References)

- [1] Dai W, Zheng H, Cheung AK, et al. Genetic and epigenetic landscape of nasopharyngeal carcinoma[J]. Chin Clin Oncol, 2016, 5(2): 16-16
- [2] Raab-Traub N. Nasopharyngeal Carcinoma: An Evolving Role for the Epstein-Barr Virus [J]. Curr Top Microbiol Immunol, 2015, 390(1): 339-363
- [3] Petersson F. Nasopharyngeal carcinoma: a review [J]. Semin Diagn Pathol, 2015, 32(1): 54-73
- [4] Moon SH, Cho KH, Lee CG, et al. IMRT vs. 2D-radiotherapy or 3D-conformal radiotherapy of nasopharyngeal carcinoma: Survival outcome in a Korean multi-institutional retrospective study (KROG11-06)[J]. Strahlenther Onkol, 2016, 192(6): 377-385
- [5] Xu T, Shen C, Ou X, et al. The role of adjuvant chemotherapy in nasopharyngeal carcinoma with bulky neck lymph nodes in the era of IMRT[J]. Oncotarget, 2016, 7(15): 21013-21022
- [6] Hsin CH, Tseng HC, Lin HP, et al. Post-irradiation otitis media, rhinosinusitis, and their interrelationship in nasopharyngeal carcinoma patients treated by IMRT [J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2016, 273(2): 471-477
- [7] Zeng L, Tian YM, Sun XM, et al. Intensity-modulated radiotherapy for stage I/II nasopharyngeal carcinoma: clinical outcomes and patterns of failure in an Endemic Area in China [J]. Strahlenther Onkol, 2014, 190(11): 993-1000
- [8] Messer JA, Mohamed AS, Hutcheson KA, et al. Magnetic resonance imaging of swallowing-related structures in nasopharyngeal carcinoma patients receiving IMRT: Longitudinal dose-response characterization of quantitative signal kinetics [J]. Radiother Oncol, 2016, 118(2): 315-322
- [9] 钱秋平. CT 与 MRI 诊断鼻咽癌局部侵犯的价值探讨[J]. 癌症进展, 2018, 16(6): 773-775
- [10] 王国杰, 王颖, 叶颖, 等. 鼻咽癌磁共振高分辨率扩散加权成像表现扩散系数整体直方图参数特征及与肿瘤分期的相关性[J]. 中华医学杂志, 2017, 97(41): 3244-3249
- [11] 杨忠, 徐坚民, 龚静山, 等. 鼻咽癌 MRI 动态增强及灌注成像与肿瘤 T 分期的关系[J]. 中华医学杂志, 2013, 93(15): 1153-1155
- [12] Holliday EB, Frank SJ. Proton therapy for nasopharyngeal carcinoma [J]. Chin Clin Oncol, 2016, 5(2): 25-25
- [13] Spence T, Bruce J, Yip KW, et al. MicroRNAs in nasopharyngeal carcinoma[J]. Chin Clin Oncol, 2016, 5(2): 17-17
- [14] Kang M, Zhou P, Long J, et al. A new staging system for nasopharyngeal carcinoma based on intensity-modulated radiation therapy (IM-RT)[J]. Oncotarget, 2017, 8(55): 94188-94196
- [15] 梁忠国, 雷昊, 陈泽昱, 等. 鼻咽癌 UICC 第 7 版分期与中国 2008 分期比较及分期更新建议 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2015, 24(6): 653-658
- [16] 石翔翔, 李佳, 唐涛, 等. 鼻咽癌放疗患者生命质量的相关影响因素研究[J]. 现代生物医学进展, 2016, 16(10): 1911-1914, 1870
- [17] 刘萌. 鼻咽癌 DCE-MRI 定量参数与病理指标的相关性分析[D]. 福建医科大学, 2016
- [18] Arevalo-Perez J, Peck KK, Young RJ, et al. Dynamic contrast enhanced perfusion MRI and diffusion-weighted imaging in grading of Gliomas[J]. J Euro imaging, 2015, 25(5): 792-798
- [19] 孟云, 程敬亮, 张春旺, 等. 动态增强 MRI 在鼻咽癌患者预后评估中的作用研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2016, 14(10): 1-3, 7
- [20] 于小平, 李飞平, 胡英, 等. 磁共振动态增强定量参数与鼻咽癌临床分期的关系[J]. 中华肿瘤杂志, 2015, 37(8): 597-602
- [21] Zheng D, Chen Y, Liu X, et al. Early response to chemoradiotherapy for nasopharyngeal carcinoma treatment: Value of dynamic contrast-enhanced 3.0 T MRI [J]. J Magn Reson Imaging, 2015, 41(6): 1528-1540
- [22] Ni L, Liu Y. Contrast-enhanced dynamic and diffusion-weighted magnetic resonance imaging at 3.0 T to assess early-stage nasopharyngeal carcinoma[J]. Oncol Lett, 2018, 15(4): 5294-5300
- [23] Ai QY, King AD, Law BK, et al. Diffusion-weighted imaging of nasopharyngeal carcinoma to predict distant metastases[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2017, 274(2): 1045-1051
- [24] Law BK, King AD, Bhatia KS, et al. Diffusion-Weighted Imaging of Nasopharyngeal Carcinoma: Can Pretreatment DWI Predict Local Failure Based on Long-Term Outcome?[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2016, 37(9): 1706-17012
- [25] 倪良平, 刘影. DCE-MRI 与 DWI 对鼻咽癌临床分期诊断价值的比较研究[J]. 临床放射学杂志, 2016, 35(4): 518-522
- [26] 倪良平, 刘影, 刘梦秋, 等. 鼻咽癌: DCE-MRI 定量参数与 ADC 值的相关性[J]. 实用医学杂志, 2015, 31(23): 3927-3929
- [27] Hou J, Yu X, Hu Y, et al. Value of intravoxel incoherent motion and dynamic contrast-enhanced MRI for predicting the early and short-term responses to chemoradiotherapy in nasopharyngeal carcinoma[J]. Med, 2016, 95(35): e4320
- [28] 宋坤, 王华, 倪瑞军, 等. 磁共振动态增强成像定量参数与鼻咽癌临床分期的相关性[J]. 中国基层医药, 2016, 23(6): 841-843, 844
- [29] 倪良平. 3.0T 磁共振动态增强与弥散加权成像对鼻咽癌临床分期诊断价值的研究[D]. 安徽医科大学, 2016
- [30] Lee J, Choi SH, Kim JH, et al. Glioma grading using apparent diffusion coefficient map: application of histogram analysis based on automatic segmentation[J]. Nmr Biomed, 2015, 27(9): 1046-1052