

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2019.12.014

View this article at: http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2019.12.014

3.0 T MRI 对新辅助化疗后食管癌术前 T 分期的准确性 及组织病理学相关性

赵峰¹, 朱军², 郭楠楠¹, 刘燕文¹

(1. 东南大学附属中大医院江北院区肿瘤科, 南京 210044; 2. 江苏省肿瘤医院放疗科, 南京 210009)

[摘要] 目的: 探讨3.0 T磁共振成像对新辅助化疗食管癌术前T分期及组织病理学分期一致性的价值。方法: 前瞻性纳入2017年1月至2018年12月期间79例食管癌患者。患者均接收2周期新辅助化疗后再接收3.0 T MRI检查及根治性手术。2位不同的阅片人员分别对T2加权TSE BLADE、增强StarVIBE、高分辨率StarVIBE延迟扫描上病灶T分期进行判断。结果: 新辅助化疗结束至MRI检查间隔时间为(23±2) d。在T2加权TSE BLADE扫描中, 2位阅片人的判断准确性最高($\kappa=0.810$, $P<0.0001$)。T2加权TSE BLADE、增强StarVIBE、高分辨率StarVIBE延迟扫描对术后组织病理学T分期的诊断准确率分别为86.1%~96.2%, 86.1%~94.9%, 86.1%~96.2%。高分辨率StarVIBE延迟扫描在对T0, T1, T2, T4的判断价值最高, 而T2加权TSE BLADE对T3病变的判断价值最高。结论: 除T3期病变外, T2加权TSE BLADE序列在明确新辅助化疗后食管癌病变T分期方面具有更高的精准度。T2加权TSE BLADE、增强StarVIBE和高分辨率StarVIBE延迟扫描三者联合不能进一步提高诊断准确性。

[关键词] 食管癌; T2加权TSE BLADE; 增强StarVIBE; 高分辨率StarVIBE延迟扫描

Accuracy of 3.0 T MRI for preoperative T staging of esophageal cancer after neoadjuvant chemotherapy and its relation with histopathology

ZHAO Feng¹, ZHU Jun², GUO Nannan¹, LIU Yanwen¹

(1. Department of Oncology, Jiangbei Campus, Zhongda Hospital Affiliated to Southeast University, Nanjing 210044; 2. Department of Radiation Oncology, Jiangsu Cancer Hospital, Nanjing 210009, China)

Abstract **Objective:** To explore the value of 3.0T MRI for evaluating the preoperative T staging of esophageal cancer (EC) treated with neoadjuvant chemotherapy (NAC), with histopathologic confirmation. **Methods:** A total of 79 patients with EC from January 2017 to December 2018 were prospectively included. All patients received 2 cycles of NAC. After NAC, all patients received 3.0 T MRI examination and radical surgery. Two different reviewers judged the T

收稿日期 (Date of reception): 2019-07-02

通信作者 (Corresponding author): 赵峰, Email: zhaohua248@163.com

基金项目 (Foundation item): 江苏省卫生与计划生育委员会 2017 年医学科研课题 (H201708)。This work was supported by Jiangsu Provincial Health and Family Planning Commission 2017 Medical Research Project, China (H201708).

staging of lesions on T2-weighted TSE BLADE, enhanced StarVIBE and high resolution StarVIBE delayed scanning respectively. **Results:** The average interval between the end of NAC and the examination of MRI was (23±2) d. Interbreeder agreements of T category assignment were highest for T2-weighted TSE BLADE ($\kappa=0.810$, $P<0.0001$). The diagnostic accuracy of T2-weighted TSE BLADE, enhanced StarVIBE and high-resolution StarVIBE delayed scanning for T-staging was 86.1%–96.2%, 86.1%–94.9%, 86.1%–96.2%, respectively. High-resolution StarVIBE delayed scan has the highest value in judging T0, T1, T2 and T4, while T2-weighted TSE BLADE has the highest value in judging T3 lesions. **Conclusion:** High-resolution delayed phase StarVIBE had the highest diagnostic accuracy in staging EC after NAC for all T categories except T3, for which T2-weighted TSE BLADE had the highest accuracy. Combining all three sequences did not improve diagnostic accuracy.

Keywords esophageal cancer; T2-weighted turbo spin-echo BLADE; contrast-enhanced StarVIBE; high-resolution delayed phase StarVIBE

食管癌是世界范围内第八大恶性肿瘤, 同时在肿瘤相关死亡中占第六位, 在我国的发病率也高达22.57/100 000^[1]。外科手术是治疗早期食管癌的一线治疗^[2], 尤其对于T1和T2分期的食管癌患者, 可使患者得到最大的生存获益。对于T2~T4a分期的食管癌患者, 新辅助化疗及手术治疗是其标准治疗, 而对于T4b分期的患者, 化疗是其标准治疗^[3-4]。研究^[5]表明: 不同术前T分期对患者治疗选择至关重要, 是影响患者预后的关键因素。因此, 准确无创评估T分期对于更好地判断预后至关重要^[6]。

CT对T1, T2和T3分期的食管癌的鉴别的准确性有限, 对食管癌原发灶判断的敏感性较差, CT上主要表现为局灶性或弥漫性食管壁增厚(>5 mm)^[7]。超声内镜是评价T分期肿瘤浸润深度的首选方法(准确率89%)^[8]。然而, 内镜超声是一种侵入性检查。研究^[9]显示: 在内镜不能通过的狭窄肿瘤的患者中, 失败率高达17%。在先前的研究^[10]中, MRI对于食管癌T分期的判断准确性不足, 尤其在早期食管癌患者的分期中十分欠缺。Dave等^[11]开展的一项前瞻性研究显示: 内镜磁共振对T分期判断的准确性可与超声内镜媲美, 但该操作仍具有侵入性, 在临床工作流程中实施难度较大, 并且有夸大T分期的趋势。随着成像技术的进步, 在食管癌的T分期中, T2加权和DWI扫描的检出率显著高于螺旋CT和超声内镜^[12-13]。本研究旨在通过量化3.0 T磁共振成像在评估新辅助化疗食管癌患者术前T分期中的准确性, 并评估MRI能否区分新辅助化疗后食管癌疗效。

1 对象与方法

1.1 对象

本研究前瞻性纳入了2017年1月至2018年12月期间就诊于东南大学附属中大医院江北院区的79例食管癌患者。纳入标准: 1)经内镜活检证实为食管癌; 2)入组前未接受抗肿瘤治疗; 3)分期为cT1N+M0或cT2-T4aN0-N3M0(MRI分期); 4)签署知情同意书。本研究经伦理委员会批准。所有符合纳入标准患者充分知情并签署知情同意书, 此后根据要就要求完成相关治疗和MRI检查。

患者均接受2周期紫杉醇联合奈达铂方案新辅助化疗, 随后完成颈胸部MRI检查及根治性手术。新辅助化疗完毕至手术中位间隔时间为23 d。MRI检查完成后7 d以内需完成体格检查、超声内镜、胸部和腹部增强CT以及PET/CT(必要时)。

1.2 MRI 检查

MRI检查前1 d开始清淡饮食, 避免摄入高脂肪食物引起核MRI信号变化。MRI检查采用西门子公司Skyra 3.0T超导磁共振成像系统。患者首先采取仰卧位, 完成胸部MRI常规扫描。采用常规序列定位病变位置, 包括轴向脂肪抑制T1加权VIBE、轴向DWI和3个平面(矢状位、冠状位和轴向)T2加权TSE序列。随后通过自动双管高压注射器注射10~15 mL的钆喷酸葡胺(0.2 mL/kg, 2.5 mL/s), 20 s后行自由呼吸StarVIBE序列扫描。采用等量的生理盐水冲管, 随后在注射后约1 700 s进行高分辨率StarVIBE延迟扫描。详细参数见表1。

表1 MRI检查参数

Table 1 MRI inspection parameters

序列	TR/TE	像素/mm	视野/mm	采集矩阵	扫描时间/s
T2加权TSE BLADE	5 000/97	0.9 × 0.9 × 3.0	240 × 240	256 × 256	240~360
增强StarVIBE	3.98/1.91	1.0 × 1.0 × 3.0	300 × 300	300 × 300	1 659
高分辨率StarVIBE延迟扫描	4.14/1.95	0.8 × 0.8 × 1.0	240 × 240	300 × 300	1 704

TR: 重复时间; TE: 回波时间。

TR: repetition time; TE: echo time.

1.3 MRI 评估方法

采用5分法对MRI图像评估: 1分=差, 2分=可接受, 3分=平均, 4分=好, 5分=优秀。以上3个序列中的最低得分作为图像质量的最终得分。T分期采用第7版TNM分期, 即T0: 无原发肿瘤证据; T1, 肿瘤侵犯黏膜; T2, 肿瘤侵犯固有肌但未穿透固有肌; T3, 肿瘤侵犯外膜; T4a, 肿瘤侵犯胸膜、心包或膈肌; T4b, 肿瘤侵犯其他临近器官, 如主动脉、椎体、气管等。2名医生分别为每个序列判断T分期。

1.4 统计学意义

采用SPSS 17.0统计软件进行数据分析。对T2加权TSE BLADE、增强StarVIBE、高分辨率StarVIBE延迟扫描以及联合分析对于T分期判断与术后组织病理学结果的一致性进行比较。采用Cohen kappa coefficient检测2位医师判断的一致性。其中kappa系数 ≤ 0.40 被判断为一致性差, kappa系数为0.41~0.75被判断为中等一致, kappa系数 ≥ 0.76 被判断为一致性好。最后通过受试者工作特征(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线及曲线下面积(area under the curve, AUC)评估T2加权TSE BLADE、增强StarVIBE、高分辨率StarVIBE延迟扫描以及联合分析对术后病理组织学结果的预测价值。本研究以双侧检验 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 入组患者基本信息

本研究共计纳入79例食管癌患者, 年龄(60 \pm 8)岁, 其中鳞癌76例、腺癌2例、神经内分泌癌1例; 胸上段11例、胸中段45例、胸下段23例。新辅助化疗结束至MRI检查间隔时间为(23 \pm 2) d。

2.2 MRI 阅片一致性分析

所有图像质量均在中等程度以上。在T2加权TSE BLADE扫描中, 2位阅片人的判断准确性最高($\kappa=0.810$, $P < 0.0001$), 其后依次为增强StarVIBE($\kappa=0.845$, $P < 0.0001$)和高分辨率StarVIBE延迟扫描($\kappa=0.897$, $P < 0.0001$), 三者联合扫描的判断在2位阅片人员之间同样具有较高的一致性($\kappa=0.880$, $P < 0.0001$)。

如表2所示, 在T2加权TSE BLADE检查中, 阅片者1和阅片者2判断MRI检查T分期与术后病理T分类的一致性分别为76.0%(60/79)和79.8%(63/79); 在增强StarVIBE检查中, 阅片者1和阅片者2判断MRI检查T分期与术后病理T分类的一致性均为76.0%(60/79); 在高分辨率StarVIBE延迟扫描检查中, 阅片者1和阅片者2判断MRI检查T分期与术后病理T分类的一致性分别为83.5%(66/79)和84.8%(67/79)。图1为1例T4a患者典型MRI表现及手术标本和病理结果。

2.3 MRI 对食管癌 T 分期的诊断效能

如表3所示, T2加权TSE BLADE对术后组织病理学T分期的诊断准确率为86.1%~96.2%; 增强StarVIBE对术后组织病理学T分期的诊断准确率为86.1%~94.9%; 高分辨率StarVIBE延迟扫描对术后组织病理学T分期的诊断准确率为86.1%~96.2%。对于三者联合检查而言, 2位阅片者的准确率分别为89.9%(71/79)和96.2%(76/79)。

我们进一步分析了T2加权TSE BLADE、增强StarVIBE、高分辨率StarVIBE延迟扫描以及三者联合检测对不同T分期诊断的AUC, 结果如表4所示, 高分辨率StarVIBE延迟扫描在对T0, T1, T2, T4的判断价值最高, 而T2加权TSE BLADE对T3病变的判断价值最高。三者联合并未显著增加AUC。

表2 不同T分期MRI阅片一致性数据

Table 2 MRI reading consistency data of different T stages

T分期	T0/例		T1/例		T2/例		T3/例		T4/例	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
T0										
T2加权TSE BLADE	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
增强StarVIBE	2	2	0	1	1	1	0	0	0	0
高分辨率StarVIBE延迟扫描	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
T1										
T2加权TSE BLADE	3	3	11	11	4	2	0	0	0	0
增强StarVIBE	4	4	13	12	7	3	0	0	0	0
高分辨率StarVIBE延迟扫描	3	4	14	13	2	2	0	0	0	0
T2										
T2加权TSE BLADE	2	2	4	3	18	19	0	0	0	0
增强StarVIBE	0	0	2	2	17	16	1	1	0	0
高分辨率StarVIBE延迟扫描	0	0	2	2	19	20	2	2	0	0
T3										
T2加权TSE BLADE	0	0	0	0	1	1	24	24	2	1
增强StarVIBE	0	0	0	0	4	3	23	23	3	2
高分辨率StarVIBE延迟扫描	0	0	0	0	2	1	22	22	4	2
T4a										
T2加权TSE BLADE	0	0	0	0	0	0	2	7	7	8
增强StarVIBE	0	0	0	0	0	0	2	6	6	7
高分辨率StarVIBE延迟扫描	0	0	0	0	0	0	2	5	5	7

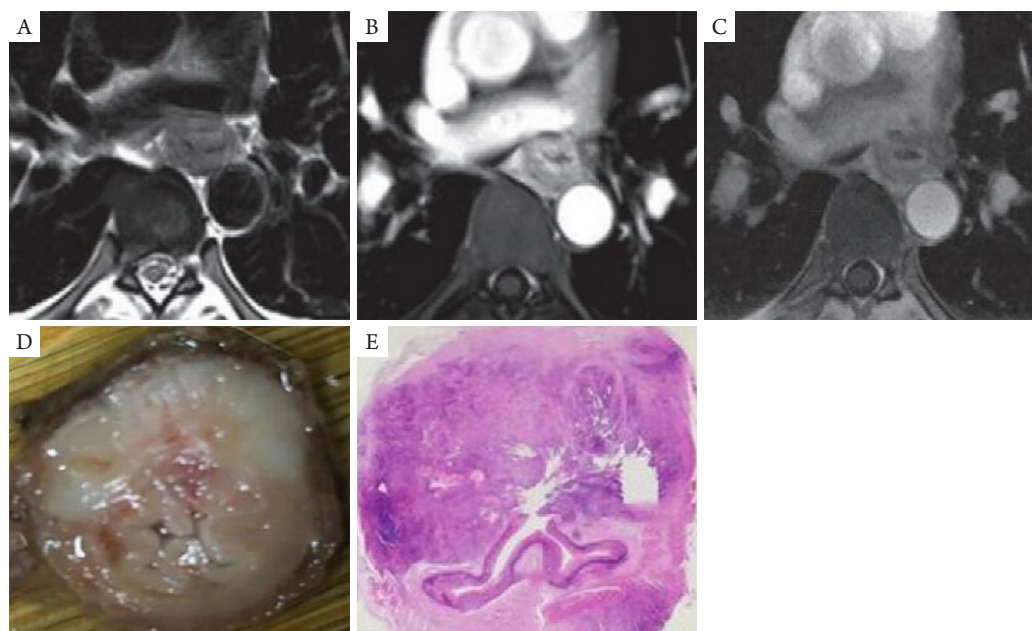


图1 T4a食管癌患者新辅助化疗后典型MRI及组织表现

Figure 1 Typical MRI and tissue performance after NAC in patients with T4a EC

(A)增强StarVIBE图像; (B)高分辨率StarVIBE延迟扫描; (C)病灶侵犯浆膜层; (D)手术标本肉眼观; (E)HE染色结果($\times 200$)。

(A) Enhanced StarVIBE image; (B) High-resolution StarVIBE delayed scan; (C) Focal invasion of serosal layer; (D) Surgical specimens; (E) Results of HE staining ($\times 200$).

表3 MRI与手术病理T分期一致性比较

Table 3 Comparison of MRI and surgical pathology T staging

项目	T0		T1		T2		T3		T4	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
敏感性/%										
T2加权TSE BLADE	16.7	16.7	73.3	73.3	78.3	86.4	88.5	88.5	77.8	88.9
增强StarVIBE	30.0	30.0	86.7	80.0	69.6	69.6	88.5	84.5	66.7	77.8
高分辨率StarVIBE延迟扫描	50.0	30.0	93.3	86.7	82.6	87.0	80.8	84.6	55.6	77.8
特异性/%										
T2加权TSE BLADE	100.0	97.4	89.1	92.2	85.7	91.2	94.3	96.2	98.6	97.1
增强StarVIBE	100.0	97.4	85.9	89.1	85.9	94.6	90.6	90.6	98.6	97.1
高分辨率StarVIBE延迟扫描	100.0	100.0	92.2	90.6	96.4	92.9	88.7	94.3	95.7	97.1
阳性预测值/%										
T2加权TSE BLADE	100.0	33.3	61.1	68.8	61.1	79.2	88.5	92.3	87.5	80.0
增强StarVIBE	100.0	50.0	59.1	63.2	59.1	84.2	82.1	82.1	85.7	77.8
高分辨率StarVIBE延迟扫描	100.0	100.0	73.7	68.4	86.4	83.3	77.8	88.0	62.5	77.8
阴性预测值/%										
T2加权TSE BLADE	93.6	93.4	93.4	93.7	93.4	94.6	94.3	96.2	97.2	98.6
增强StarVIBE	94.8	94.7	96.5	95.0	96.5	88.3	94.1	94.1	93.1	97.1
高分辨率StarVIBE延迟扫描	96.1	94.8	98.3	96.7	93.0	94.6	90.4	92.6	94.4	97.1
诊断准确率/%										
T2加权TSE BLADE	93.7	91.1	93.7	88.6	86.1	89.9	92.4	94.9	94.9	96.2
增强StarVIBE	94.9	92.4	86.1	87.3	86.1	87.3	89.9	89.9	94.9	94.9
高分辨率StarVIBE延迟扫描	96.2	94.9	92.4	89.9	91.1	91.1	86.1	91.1	91.1	94.9

表4 MRI对不同T分期的AUC

Table 4 AUC of MRI for different T stages

方法	T0	T1	T2	T3	T4a
T2 加权 TSE BLADE	0.570 (0.308~0.831)	0.828 (0.689~0.966)	0.890 (0.799~0.981)	0.952 (0.888~1.000)	0.930 (0.808~1.000)
增强 StarVIBE	0.653 (0.384~0.922)	0.845 (0.719~0.972)	0.821 (0.701~0.941)	0.895 (0.810~0.980)	0.875 (0.711~1.000)
高分辨率 StarVIBE 延迟扫描	0.667 (0.395~0.938)	0.886 (0.689~0.966)	0.895 (0.799~0.991)	0.933 (0.864~1.000)	0.930 (0.808~1.000)
三者联合	0.667 (0.395~0.938)	0.886 (0.689~0.966)	0.917 (0.831~1.000)	0.943 (0.876~1.000)	0.930 (0.808~1.000)

3 讨论

本研究结果显示: 高分辨率StarVIBE延迟扫描在对新辅助化疗后食管癌患者T0, T1, T2, T4病变的判断价值最高, 而T2加权TSE BLADE对T3病变的判断价值最高。不同序列联合并未显著增加诊断价值。

在全部15个T1期病变中, T2加权TSE BLADE序列判读中2位阅片者分别有4例和3例出现分期偏高, 而在6例T0期病变中, 2位阅片者均有5例出现分期偏高现象。这与Riddell等^[12]的类似研究一致, 该研究纳入了33例食管癌患者, 采用高分辨率T2加权MRI扫描, 结果表明T2加权扫描可导致患者局部分期偏高的趋势。可能与T2加权成像在显示完整黏膜方面有一定局限性、分辨率低相对较低、周围组织水肿等因素相关, 但是高分辨率StarVIBE延迟扫描和增强StarVIBE可以弥补T2加权TSE BLADE序列在T1期病变判断中的缺陷。本研究结果显示: 在高分辨率StarVIBE延迟扫描中, 2位阅片者分别出现1例和2例T1期病变的过度分期; 在增强StarVIBE中, 2位阅片者均仅有2例T1期病变的过度分期。但是对于T0期和T2期病变, 增强StarVIBE和高分辨率StarVIBE延迟扫描则效果则同样并不理想。组织病理学研究表明, 食管癌新辅助化疗可引起黏膜层和肌层肿瘤组织坏死, 但由于病变过小, 在MRI上难以区分坏死组织和肿瘤组织, 导致过度分期出现。对于T3期和T4a期病变, T2加权TSE BLADE序列则具有极高的诊断精确度, 可达到94.3%~100.00%, 这可能与T2加权TSE BLADE序列可减少运动伪影、提高图像质量, 从而能够准确区分食管壁的不同层结构相关^[14-15]。运动伪影是胸部MRI的主要困难之一, 可显著影响成像质量, 尤其是在食管癌分期中尤为突出^[16]。T2加权TSE BLADE可在自由呼吸期间完成, 这使得采集时间更长, 从而获得更高的图像质量。

StarVIBE是一种利用径向k空间采样技术进行体积采集的新技术, 该技术允许患者正常呼吸, 但可以提高运动检测的稳定性, 并显著减少运动伪影^[17]。StarVIBE可显著提高组织分辨率, 尤其在食管癌这类需要对不同组织层进行准确判断的疾病中尤为重要。既往研究^[18]显示: 增强StarVIBE在可切除性T1~T2期食管癌病变的T分期判断上与内镜超声相当, 在T3~T4期食管癌病变的分期上优于内镜超声, 但是该研究并未纳入新辅助化疗患者。本研究显示: 增强StarVIBE对T2期病变的敏

感性较低, 尽管StarVIBE可增强对食管不同层组织之间的区分, 但1 mm层厚的高分辨率StarVIBE延迟扫描具有更高的空间分辨率, 图像质量显著优于StarVIBE, 这与Zhang等^[19]的研究结果相符。理论上不同序列的组合可以提供比任何一个单独序列更高的精准度。然而, 本研究显示: T2加权TSE BLADE、增强StarVIBE和高分辨率StarVIBE延迟扫描三者联合后的准确性没有显著提高, 这可能是每个单独的序列已有很高的准确性, 很难产生协同作用。

本研究也有一些缺陷和不足。首先, 沿食道长轴扫描可能比使用逐层扫描更为可靠, 但是T2加权TSE BLADE序列仅适用于轴向成像, 因为矢状位和冠状位扫描可能会导致带状伪影并增加检查时间。其次, 采用1 mm层厚高分辨率StarVIBE延迟扫描之前需确定病灶位置, 否则可能导致病灶部分超出预设60 mm的扫描范围。第三, 本研究样本量相对较小, 尤其是T0~1和T4的患者比例相对较低, 因此相关结论尚需进一步大样本临床研究证实。但本研究为新辅助化疗后食管癌原发灶T分期评估方法提供了一定的依据, 对于避免过度检查、增加检查时间也有一定的作用。

综上, 除T3期病变外, T2加权TSE BLADE序列在明确新辅助化疗后食管癌病变T分期方面具有更高的精准度。T2加权TSE BLADE、增强StarVIBE和高分辨率StarVIBE延迟扫描三者联合不能进一步提高诊断准确性。

参考文献

1. He Y, Li D, Shan B, et al. Incidence and mortality of esophagus cancer in China, 2008-2012[J]. Chin J Cancer Res, 2019, 31(3): 426-434.
2. National Health Commission Of The People's Republic Of China. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of esophageal carcinoma 2018 (English version)[J]. Chin J Cancer Res, 2019, 31(2): 223-258.
3. 薛亚斌, 吕红博, 杜同心, 等. 微创McKeown食管癌切除术行喉返神经旁淋巴结清扫的临床效果探讨[J]. 天津医药, 2016, 44(10): 1276-1279.
XUE Yabin, LÜ Hongbo, DU Tongxin, et al. Feasibility and safety of McKeown-type minimally invasive esophagectomy in para-recurrent laryngeal nerve lymphadenectomy[J]. Tianjin Medical Journal, 2016, 44(10): 1276-1279.
4. Ohkura Y, Ueno M, Iizuka T, et al. Prognostic factors and appropriate lymph node dissection in salvage esophagectomy for locally advanced

- t4 esophageal cancer[J]. *Ann Surg Oncol*, 2019, 26(1): 209-216.
5. Cai W, Lu JJ, Xu R, et al. Survival based radiographic-grouping for esophageal squamous cell carcinoma may impact clinical T stage[J]. *Oncotarget*, 2018, 9(10): 9512-9530.
 6. 沈霜婷, 郑喆文, 廖正凯. 18F-FDG PET/CT对食管癌新辅助化疗后组织病理学反应预测的研究进展[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2019, 33(2): 187-190.
SHEN Shuangting, ZHENG Zhewen, LIAO Zhengkai. Research progress of 18F-FDG PET/CT in predicting histopathological response after neoadjuvant chemoradiotherapy for esophageal cancer[J]. *Journal of Chinese Practical Diagnosis and Therapy*, 2019, 33(2): 187-190.
 7. Hu J, Zhu D, Yang Y. Diagnostic value of 18F-fluorodeoxyglucose positron-emission tomography/computed tomography for preoperative lymph node metastasis of esophageal cancer: a meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(50): e13722.
 8. Wang J, Liu M, Shen J, et al. Diagnostic value of intraoperative ultrasonography in assessing thoracic recurrent laryngeal nerve lymph nodes in patients with esophageal cancer[J]. *BMC Cancer*, 2018, 18(1): 737.
 9. 陈雅华, 郑家垚, 陈洋洋, 等. 内镜下碘染粉色征在早期食管癌诊断中的应用价值[J]. *中华消化内镜杂志*, 2018, 35(12): 901-904.
CHEN Yahua, ZHENG Jiayao, CHEN Yangyang, et al. Endoscopic iodine staining pink sign in the diagnosis of early esophageal cancer[J]. *Chinese Journal of Digestive Endoscopy*, 2018, 35(12): 901-904.
 10. Wu LF, Wang BZ, Feng JL, et al. Preoperative TN staging of esophageal cancer: comparison of miniprobe ultrasonography, spiral CT and MRI[J]. *World J Gastroenterol*, 2003, 9(2): 219-224.
 11. Dave UR, Williams AD, Wilson JA, et al. Esophageal cancer staging with endoscopic MR imaging: pilot study[J]. *Radiology*, 2004, 230(1): 281-286.
 12. Riddell AM, Allum WH, Thompson JN, et al. The appearances of oesophageal carcinoma demonstrated on high-resolution, T2-weighted MRI, with histopathological correlation[J]. *Eur Radiol*, 2007, 17(2): 391-399.
 13. Giganti F, Ambrosi A, Petrone MC, et al. Prospective comparison of MR with diffusion-weighted imaging, endoscopic ultrasound, MDCT and positron emission tomography-CT in the pre-operative staging of oesophageal cancer: results from a pilot study[J]. *Br J Radiol*, 2016, 89(1068): 20160087.
 14. Rosenkrantz AB, Bennett GL, Doshi A, et al. T2-weighted imaging of the prostate: Impact of the BLADE technique on image quality and tumor assessment[J]. *Abdom Imaging*, 2015, 40(3): 552-559.
 15. Chandarana H, Block TK, Rosenkrantz AB, et al. Free-breathing radial 3D fat-suppressed T1-weighted gradient echo sequence: a viable alternative for contrast-enhanced liver imaging in patients unable to suspend respiration[J]. *Invest Radiol*, 2011, 46(10): 648-653.
 16. 郭佳, 王昭琦, 张风光, 等. 高场强MRI与超声内镜对可切除性食管癌术前T分期应用价值的比较[J]. *中华放射学杂志*, 2018, 52(3): 199-203.
GUO Jia, WANG Zhaoqi, ZHANG Fengguang, et al. Comparison of high field strength MRI and endoscopic ultrasonography in preoperative T staging of resectable esophageal cancer[J]. *Chinese Journal of Radiology*, 2018, 52(3): 199-203.
 17. Wu X, Raz E, Block TK, et al. Contrast-enhanced radial 3D fat-suppressed T1-weighted gradient-recalled echo sequence versus conventional fat-suppressed contrast-enhanced T1-weighted studies of the head and neck[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2014, 203(4): 883-889.
 18. Qu J, Zhang H, Wang Z, et al. Comparison between free-breathing radial VIBE on 3-T MRI and endoscopic ultrasound for preoperative T staging of resectable oesophageal cancer, with histopathological correlation[J]. *Eur Radiol*, 2018, 28(2): 780-787.
 19. Zhang F, Qu J, Zhang H, et al. preoperative t staging of potentially resectable esophageal cancer: a comparison between free-breathing radial VIBE and breath-hold cartesian VIBE, with histopathological correlation[j]. *Transl Oncol*, 2017, 10(3): 324-331.

本文引用: 赵峰, 朱军, 郭楠楠, 刘燕文. 3.0 T MRI对新辅助化疗后食管癌术前T分期的准确性及组织病理学相关性[J]. *临床与病理杂志*, 2019, 39(12): 2720-2726. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2019.12.014

Cite this article as: ZHAO Feng, ZHU Jun, GUO Nannan, LIU Yanwen. Accuracy of 3.0 T MRI for preoperative T staging of esophageal cancer after neoadjuvant chemotherapy and its relation with histopathology[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2019, 39(12): 2720-2726. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2019.12.014