

## 论 著

DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI与CT成像在胸段食管癌术前分期中的应用分析\*段东奎<sup>1</sup> 卢万里<sup>1</sup> 张耕瑞<sup>1</sup>  
王 新<sup>1</sup> 杨 丽<sup>1</sup> 张春敬<sup>2,\*</sup>1.南阳市中心医院胸外科 (河南 南阳473000)  
2.郑州大学第一附属医院胸外科  
(河南 郑州450052)

【摘要】目的 研究磁共振弥散加权成像(DWI)联合高分辨T<sub>2</sub>加权成像(T<sub>2</sub>WI)与X线计算机断层扫描(CT)成像在胸段食管癌术前分期中的应用价值。方法 回顾性分析本院2018年3月至2019年8月诊治的300例胸段食管癌患者临床资料,术前均接受磁共振成像(MRI)和CT检查。术后病理学结果为“金标准”,比较影像学检查和病理TN分期的一致性和诊断效能、食管癌变组织ADC值,并分析其影像学表现。结果 相比于单纯CT检查,DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI及CT与病理T分期诊断一致性更高,且T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>分期准确率明显更高(P<0.05);DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI及CT诊断N分期的敏感度、特异度和准确率显著高于单纯CT检查(P<0.05);N1期患者平均ADC值和最小ADC值均显著高于N0期患者(P<0.05)。结论 DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI与CT成像可较为准确的对胸段食管癌进行术前诊断和TN分期,为治疗方案的制定提供重要依据。

【关键词】磁共振弥散加权成像;高分辨T<sub>2</sub>加权成像;X线计算机断层扫描;胸段食管癌;术前分期

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】河南省医学攻关计划项目(2018020067)  
河南省高等学校重点科研项目计划  
(19A320053)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.12.037

Application of DWI Combined with High-resolution T<sub>2</sub>WI and CT Imaging in Preoperative Staging of Thoracic Esophageal Carcinoma\*DUAN Dong-kui<sup>1</sup>, LU Wan-li<sup>1</sup>, ZHANG Geng-rui<sup>1</sup>, WANG Xin<sup>1</sup>, YANG Li<sup>1</sup>, ZHANG Chun-yang<sup>2,\*</sup>.

1.Department of Thoracic Surgery, Nanyang City Central Hospital, Nanyang473000, Henan Province, China

2.Department of Thoracic Surgery, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, Henan Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To study the application value of magnetic resonance diffusion weighted imaging (DWI) combined with high-resolution T<sub>2</sub> weighted imaging (T<sub>2</sub>WI) and X-ray computed tomography (CT) imaging in preoperative staging of thoracic esophageal cancer. **Methods** The clinical data of 300 patients with thoracic esophageal carcinoma who were diagnosed and treated in the hospital from March 2018 to August 2019 were retrospectively analyzed. Before surgery, All patients completed magnetic resonance imaging (MRI) and CT examinations. The gold standard of diagnosis is the result of postoperative pathological examination, the consistency of imaging examinations and pathological TN staging, diagnostic efficiency and ADC value of diseased esophageal tissues were compared, and the imaging performance was analyzed. **Results** Compared with CT alone, DWI combined with high-resolution T<sub>2</sub>WI and CT was more consistent with pathological T staging diagnosis, and the accuracy of T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> staging were significantly higher (P<0.05). The sensitivity, specificity and accuracy of DWI combined with high-resolution T<sub>2</sub>WI and CT in diagnosis of N staging were significantly higher than those of CT alone (P<0.05). The average ADC value and minimum ADC value at N1 stage were significantly higher than those at N0 stage (P<0.05). **Conclusion** DWI combined with high-resolution T<sub>2</sub>WI and CT can be used for accurate preoperative diagnose and TN staging of thoracic esophageal carcinoma, which provides an important basis for the development of treatment plan.

**Keywords:** Magnetic Resonance Diffusion-weighted Imaging; High-Resolution T<sub>2</sub>-weighted Imaging; X-ray Computed Tomography; Thoracic Esophageal Carcinoma; Preoperative Staging

流行病学调查显示我国食管癌的发病率和死亡率仍维持一个较高的水平,且患者年龄逐渐倾向年轻化<sup>[1]</sup>。目前,临床认为给予病灶局限于黏膜上层且无淋巴结转移的食管癌患者内镜下微创手术治疗,可对其5年生存率具有有效提高作用<sup>[2]</sup>。但是对于肿瘤分期为T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub>期患者,则主要以手术与化疗联合进行为主。故食管癌的术前分期对于治疗方案的确定、患者预后的改善具有极其重要的作用。而临床既往对于食管癌患者,通常基于CT图像完成临床分期评估与诊断,但CT分辨率相对较低,尤其对于软组织,故食管癌患者应用CT时的分层显示效果较差,从而致使在临床分期以及淋巴结转移方面的准确率、敏感度等均较低。磁共振成像(MRI)的优点可与CT的缺点进行互补,MRI对于软组织的分辨率相较CT更高,其对于食管壁解剖结构可较为清晰地显示<sup>[3]</sup>。弥散加权成像技术(DWI)和高分辨T<sub>2</sub>加权成像(T<sub>2</sub>WI)作为功能MRI的新技术,可通过观察病灶组织水分子运动状态对肿瘤的恶性程度等方面进行判断,为临床诊断提供有价值的信息<sup>[4]</sup>。基于此,本研究致力于探讨食管癌患者应用DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI及CT成像完成术前分期的临床价值。现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析本院2018年3月至2019年8月诊治的300例胸段食管癌患者临床资料。

纳入标准:符合食管癌诊断标准<sup>[5]</sup>,且经手术病理学证实;均为首次接受手术治疗;均在本院接受MRI和CT检查;患者临床资料完整。排除标准:发生远隔脏器转移者;既往存在其他肿瘤疾病史;有重要脏器病变等不宜手术者;MRI或CT检查禁忌者。所有患者中男208例,女92例;年龄40~75岁,平均(58.34±5.63)岁;肿瘤部位:胸上段72例,胸中段174例,胸下段54例;肿瘤病理类型为鳞癌者291例,病理病理类型为小细胞癌者9例。

**1.2 方法** CT检查:仪器选用飞利浦iCT256扫描仪。嘱咐患者在检查开始前维持4h禁食,并在开始前15min完成盐酸山莨菪碱注射液肌注,然后饮入800~1000mL普通纯净水。采用平扫+动态扫描,患者取仰卧位,定位相扫描,进行平扫,扫描范围为胸部,设置扫描参数:层厚为1.25mm,层间隔1.25mm,电压120kV,管电流250mAs。然后经肘静脉注射碘伏醇100mL,流速为3mL/s,进行动脉期扫描(30s),接着完成静脉期扫描,注入对比剂2min后完成延迟期扫描。由两名经验丰富的CT诊断医师共同阅片。

【第一作者】段东奎,男,副主任医师,主要研究方向:胸部疾病的微创外科治疗。E-mail: duandongkui@163.com

【通讯作者】张春敬,男,副主任医师,主要研究方向:胸部微创外科治疗。E-mail: 592108419@qq.com

MRI检查：仪器选用德国Siemens Skyra 3TMRI扫描仪。患者检查前6h禁食饮，并于检查开始前15min完成盐酸山莨菪碱注射液肌注。患者取仰卧位，先进行常规平扫，设置扫描参数：FSE-T<sub>1</sub>WI序列，TR为250ms，TE2.3ms，层厚5mm，层间距0.5mm，视野为400mm×400mm，矩阵为256×320；FSE-T<sub>2</sub>WI序列，TR1580ms，TE72ms，层厚层间距同上，视野为350mm×350mm，矩阵256×256。食管癌病灶部位加扫高分辨横断面T<sub>2</sub>WI，设置层厚为3mm，层间距为2mm，矩阵为384×384，其余参数同常规T<sub>2</sub>WI。于横断面DWI扫描：SE EPI采集以单次激发的形式进行，设置TR为6800ms，设置TE为70ms，设置层厚为4mm，设置层间距为0mm，设置矩阵为128×128，扩散敏感梯度b值取0、500s/mm<sup>2</sup>，在患者自由呼吸状态下进行扫描。由两名经验丰富的MRI诊断医师共同阅片。

**1.3 观察指标** 食管癌TN分期诊断以患者术后病理结果为金标准，比较单纯CT、DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI及CT对食管癌TN分期诊断的准确率。其中TN分期标准参考相关文献，将肿瘤部位累及黏膜下层、固有肌层、外膜及食管旁组织、临近组织器官分别表示为T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub>期，将无淋巴结转移表示为N0期，有淋巴结转移的表示为N1期。比较不同N分期患者ADC值，并描述食管癌的CT、DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI影像学表现。

**1.4 统计学结果** 以统计软件SPSS 20.0完成数据分析。计数资料以n(%)呈现，并接受卡方检验；计量资料以呈现，并接受t检验；P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

**2.1 影像学检查和病理T分期一致性** 相比于单纯CT检查，DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI及CT与病理T分期诊断一致性更高，且T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>分期准确率明显更高(P<0.05)，见表1。

表1 影像学检查和病理T分期一致性

| 检查方法                         |                   | T <sub>1</sub> 分期 | T <sub>2</sub> 分期 | T <sub>3</sub> 分期 | T <sub>4</sub> 分期 | 合计    |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 例数                           |                   | 30                | 80                | 150               | 40                | 300   |
| CT                           | T <sub>1</sub> 分期 | 17                | 13                | 3                 | 0                 | 33    |
|                              | T <sub>2</sub> 分期 | 4                 | 52                | 3                 | 0                 | 59    |
|                              | T <sub>3</sub> 分期 | 7                 | 11                | 129               | 3                 | 150   |
|                              | T <sub>4</sub> 分期 | 2                 | 4                 | 15                | 37                | 58    |
| 准确率                          |                   | 56.67             | 65.00             | 86.00             | 92.50             | 78.33 |
| DWI联合高分辨T <sub>2</sub> WI、CT | T <sub>1</sub> 分期 | 26                | 5                 | 3                 | 0                 | 34    |
|                              | T <sub>2</sub> 分期 | 1                 | 71                | 2                 | 1                 | 75    |
|                              | T <sub>3</sub> 分期 | 3                 | 3                 | 138               | 1                 | 145   |
|                              | T <sub>4</sub> 分期 | 0                 | 1                 | 7                 | 38                | 46    |
| 准确率                          |                   | 73.33             | 88.75             | 92.00             | 95.00             | 91.00 |

**2.2 影像学检查和病理N分期一致性** CT诊断病理N分期的诊断敏感度为88.67%(180/203)，特异度为86.60%(84/97)，准确率为88.00%[(180+84)/300]；DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI及CT诊断敏感度为94.58%(192/203)，特异度为94.85%(92/97)，准确率为94.67%[(192+92)/300]。后者诊断敏感度、特异度和准确率显著高于前者(P<0.05)，见表2。

表2 影像学检查和病理N分期一致性

| 检查方法                         |        | 病理结果   |        | 合计  |
|------------------------------|--------|--------|--------|-----|
|                              |        | 阳性(N1) | 阴性(N0) |     |
| CT                           | 阳性(N1) | 180    | 13     | 193 |
|                              | 阴性(N0) | 23     | 84     | 107 |
| 合计                           |        | 203    | 97     | 300 |
| DWI联合高分辨T <sub>2</sub> WI、CT | 阳性(N1) | 192    | 5      | 197 |
|                              | 阴性(N0) | 11     | 92     | 103 |
| 合计                           |        | 203    | 97     | 300 |

**2.3 不同N分期食管癌患者ADC值** N1期患者平均ADC值和最小ADC值均显著高于N0期患者(P<0.05)，见表3。

表3 不同N分期食管癌患者ADC值对比

| 分期  | 例数  | 平均ADC值    | 最小ADC值    |
|-----|-----|-----------|-----------|
| N0期 | 97  | 0.93±0.18 | 0.81±0.13 |
| N1期 | 203 | 1.24±0.20 | 1.06±0.14 |
| t   |     | 12.960    | 14.799    |
| P   |     | <0.001    | <0.001    |

**2.4 两种影像学方法的影像学表现** CT检查：病灶密度均匀，194例患者病灶环周生长，另106例呈偏心性生长，管腔狭窄，病灶内缘有缺失，部分表面存在凹陷，增强扫描显示201例患者病灶呈中等程度强化，99例病灶明显强化，见图1。DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI检查：食管壁明显增厚，管腔狭窄，病灶周围肌层线下降，呈现中等信号甚至消失，DWI图像显示病灶呈明显高信号，随着b值增大，图像变性加重，部分患者肿瘤浸润管壁全层，浆膜面光滑，见图2。

3 讨论

临床用于诊断食管癌的常用方法主要为CT、食管镜及钡餐造影等，其中CT作为临床分期诊断的重要方法，其优势在于成像技术简单、价格低廉，通过增强扫描可对食管壁正常与肿瘤病灶进行

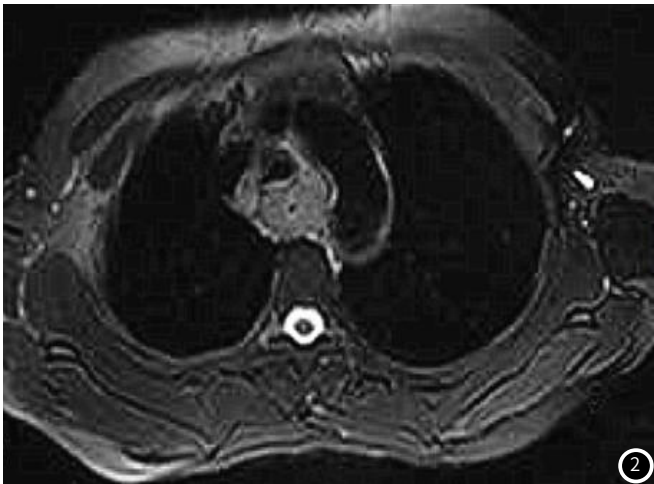


图1 食管癌CT图像：食管上中段管径增粗，管壁明显增厚，管腔狭窄。图2 食管癌DWI图像：食管上段管壁不规则增厚，管腔狭窄，未见明显肿块外侵征象。

区分,并使食管与心脏大血管的对比增强,从而有利于提高食管癌癌变的检出率以及术前分期诊断的准确率。李永猛<sup>[6]</sup>等人研究显示CT检查可提高食管癌颈部淋巴结转移准确性;此外,多项研究均表明CT扫描在食管癌放化疗疗效评估中也具有重要作用<sup>[7]</sup>。但由于CT检查存在软组织分辨率较低等不足,导致其常难以鉴别肌层和外膜,从而导致临床分期诊断仍具有较高的误诊、漏诊率。故临床仍有待于寻找敏感度、特异度更高的术前分期诊断方法。

常规MRI具有周围、冠状位等多方位成像,可对肿瘤和血管的结构和关系予以清晰显示,同时通过T<sub>2</sub>WI序列可对食管外膜、肌层以及黏膜和黏膜下层进行仔细鉴别,从而使食管癌定位、定性以及分期诊断准确率得到有效提高<sup>[8]</sup>。随着功能成像技术的快速发展,DWI技术也逐渐应用于肿瘤的早期诊断和疗效评估中,弥散成像是以传统MRI技术为基础,以活体组织为对象,研究其内部水分子微观运动,进而为人体病理生理改变提供信息。郑进天<sup>[9]</sup>等人发现,DWI技术对于多种恶性肿瘤的浸润范围均可有效显示,且对于该肿瘤的淋巴结转移情况也可较好显示,相比于CT可更为直观的显示全身转移灶。周浩亮<sup>[10]</sup>等人的研究也显示磁共振DWI对于宫颈癌的检出率显著高于CT。本研究将DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI及CT成像应用于胸段食管癌术前T分期诊断中,结果显示相比于单纯CT检查,DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI及CT与病理T分期诊断一致性更高,且T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>分期准确率明显更高,提示DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI及CT技术可明显提高临床分期诊断准确率,本文推测这与上述检查方法各自的优点有关:(1)DWI可通过分析水分子微观运动获得信号衰减参数-ADC值辅助判断肿瘤恶性程度,通过组织结构越致密,且内部水分子越难以弥散,从而增强图像信号,降低ADC值。不同分期肿瘤生长速度不同,一般情况下,肿瘤生长速度随其恶性程度升高而加快,促使细胞迅速增大,减小了细胞内外水分子运动空间,限制水分子运动则可升高DWI图像信号,ADC值也越低<sup>[11]</sup>。(2)高分辨T<sub>2</sub>WI具有薄层厚、间距小、分辨率等特点,相比于T<sub>1</sub>WI序列更能使食管壁内黏膜、肌层和周围解剖结构清晰显示,也能准确地判断原发灶浸润侵犯情况,已有多项研究证实其在直肠癌等恶性肿瘤的术前分期诊断中具有较高的敏感度和特异度<sup>[12]</sup>。(3)CT检查以平扫结合增强的方式对正常食管壁以及肿瘤病灶的强化改变规律进行反映,其中肿瘤病灶可在增强各期均出现轻度强化,且密度不均,从而有利于判断食管癌浸润深度;同时扫描前充盈管腔,并对图像进行薄层重建,可凸显病变部位,有利于术前分期诊断。但本研究联合诊断中有15例患者分期过高,推测其原因一方面可能是较大体积肿瘤对食管产生压迫作用,造成食管周围脂肪间隙出现狭窄,并加强病灶与周围正常组织的紧密关系,影响分期判断<sup>[13]</sup>;另一方面可能与病理类型不同的食管癌对食管壁厚度的影响也不相同,以及分化程度不同的食管癌具有不同生理特性等有关。本研究中另有12例患者分期过低,推测原因可能为,该患者病灶出现缩窄或浸润等病变,尚未发展成明显肿物等相关。

食管癌预后可受多种危险因素影响,其中淋巴结转移数是重要因素之一,且对其判断准确还涉及对临床分期的正确划分以及靶区的正确勾画。本研究显示DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI及CT诊断N期的敏感度、特异度和准确率显著高于单纯CT检查,且N1期患者平均ADC值和最小ADC值均显著高于N0期患者,提示DWI联合高分

T<sub>2</sub>WI及CT技术可提高淋巴结转移判断准确率。CT常规检查对于超过0.5cm的淋巴结可以有效显示,但关于淋巴结的转移情况的判断还需要分析形态学以及测量直径,其敏感度和特异度均较为受限。而DWI技术关于淋巴结转移主要借助ADC值大小进行判断,淋巴细胞正常状态时,其内部水分子运动通常首先,且密度相对较高;而当淋巴细胞受到肿瘤转移时,其细胞数量可明显升高,肿瘤细胞核增大,同时排列相对紧密,可明显缩小细胞外间隙,并限制水分子的扩散运动,从而使转移性淋巴结ADC值减少<sup>[14]</sup>;同时高分辨磁共振与DWI联合可较好的抑制周围脂肪信号,使其呈低信号,使淋巴结呈高信号,然后通过观察淋巴结大小对其是否转移进行初步判断,使诊断效能得到提高。但仍有部分病例淋巴结转移判断有误,推测其原因可能与肿瘤细胞周围浸润、液化程度、组织坏死、炎性淋巴结增生等影响ADC值有关<sup>[15]</sup>,因此ADC值对于鉴别淋巴结是否转移的价值仍有待于进一步研究。

综上所述,DWI联合高分辨T<sub>2</sub>WI及CT技术应用于胸段食管癌术前分期诊断,可提高TN分期诊断准确度,为治疗方案的制定提供重要依据。

## 参考文献

- [1] 乔友林. 食管癌流行病学研究的重要里程碑[J]. 中国肿瘤临床, 2016, 43(12): 500-501.
- [2] 赵威. 微创食管癌根治术与常规开胸手术治疗食管癌的效果及生存率对比评价[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2018, 25(S2): 46+48.
- [3] 张建发, 沈智威, 邓婉婷, 等. 食管癌7.0-T MRI成像及其数字切片图像特点[J]. 广东医学, 2016, 37(14): 2101-2103.
- [4] 李广虎, 钱立庭. 磁共振弥散加权成像(DWI)在食管癌放疗中的应用进展[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2017, 26(2): 239-242.
- [5] 英国和爱尔兰上胃肠道外科医师学会, 英国胃肠病学会和英国肿瘤外科学会. 食管癌和胃癌治疗指南[J]. 胃肠病学, 2012, 17(3): 173-175.
- [6] 李永猛, 任光国. 彩色多普勒超声与CT检查术前评估食管癌颈部淋巴结转移的研究进展[J]. 中华消化外科杂志, 2015, 14(12): 1056-1059.
- [7] 李定杰, 吴慧, 刘如, 等. 基于诊断CT影像学对食管癌放疗疗效早期评估[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2019, 28(10): 731-734.
- [8] 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.
- [9] 郑进天. 全身磁共振弥散加权成像在诊断恶性肿瘤转移灶及定量评价转移淋巴结中的应用[J]. 广西医学, 2016, 38(8): 1171-1173.
- [10] 周浩亮, 李新胜. 磁共振弥散加权成像与增强CT在宫颈癌分期和诊断中的价值[J]. 实用癌症杂志, 2017, 32(11): 1876-1878.
- [11] 王准, 叶智敏, 江明祥, 等. 磁共振弥散加权成像参数ADC值与食管癌瘤体组织Sirtuin1蛋白表达的相关性[J]. 肿瘤学杂志, 2018, 24(12): 1181-1185.
- [12] 李高仙, 徐成, 任嘉梁. 基于高分辨T<sub>2</sub>WI影像组学判定直肠癌术前T分期[J]. 中国医学影像技术, 2019, 35(8): 1224-1228.
- [13] 谢华英, 陈海燕, 张凤, 等. 功能磁共振成像与CT在食管癌T分期中的应用价值比较[J]. 上海交通大学学报: 医学版, 2016, 36(7): 1029-1033.
- [14] 裴丽, 丁忠祥, 谢铁明, 等. 基于DWI磁共振成像技术测量食管癌原发灶ADC值观察者内与观察者间一致性的临床研究[J]. 肿瘤学杂志, 2017, 23(12): 1074-1078.
- [15] 王澜, 韩春, 祝淑钗, 等. CT及DWI对确定食管癌病变长度的病理对照研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2015, 24(4): 373-376.

(收稿日期: 2020-07-12)

(校对编辑: 何镇喜)