

# 肿瘤同源性的影像学研究进展

王梓轩\*, 温生宝#

青海大学附属医院影像中心, 青海 西宁  
Email: 347180145@qq.com, #68650998@qq.com

收稿日期: 2021年6月9日; 录用日期: 2021年7月1日; 发布日期: 2021年7月14日

## 摘要

肿瘤同源性问题是在临床上疾病诊断的关键点之一, 也是肿瘤研究的热点之一。影像学数据分析是近年来发展迅速的一种评价肿瘤同源性问题的新方法。利用超声、CT、MRI、PET等多种影像检查技术能够获得丰富的影像学数据, 实现精确定量及直观分析, 为多发肿瘤的临床诊断及治疗开辟出另一条道路。本文就超声、CT、MRI、PET在肿瘤同源性方面的影像学研究进展进行综述。

## 关键词

肿瘤, 同源性, 影像学, 转移

# Advances in Imaging of Tumor Homology

Zixuan Wang\*, Shengbao Wen#

Imaging Center of Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining Qinghai  
Email: 347180145@qq.com, #68650998@qq.com

Received: Jun. 9<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jul. 1<sup>st</sup>, 2021; published: Jul. 14<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

Tumor homology is one of the key points in clinical diagnosis, and also one of the hotspots in tumor research. Imaging data analysis is a new method that has developed rapidly in recent years to evaluate tumor homology. The use of ultrasound, CT, MRI, PET and other imaging techniques can obtain rich imaging data, achieve accurate quantitative and intuitive analysis, and open up another way for clinical diagnosis and treatment of multiple tumors. This article reviews the imaging

\*第一作者。

#通讯作者。

research progress of ultrasound, CT, MRI and PET in tumor homology.

## Keywords

Tumor, Homology, Imaging, Metastasis

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

当患者体内出现多发肿瘤病灶时, 准确且快速地分析多发病灶是否来自同一起源, 对诊断原发病灶和指导临床都起着至关重要的作用。本文拟重点介绍超声、CT、MRI、PET 在肿瘤同源性方面的影像学进展、临床价值及挑战。

## 2. 超声在肿瘤同源性评价中的应用

### 2.1. 彩色多普勒超声

正常组织内的淋巴结用彩色多普勒超声检查时一般表现为无或很少的血流信号, 转移淋巴结内则产生丰富的血流供应[1]。惠立本等[2]人的研究发现彩色多普勒超声在鉴别盆腔淋巴结转移中优势明显, 原发性及转移淋巴结的血流特征、回声类型和 RI 值差异均具有统计学意义( $P < 0.001$ ), 并且检出盆腔淋巴结转移者 51 例的 RI 值均小于 0.4, 血流信号较丰富。

### 2.2. 超声造影(CEUS)

CEUS 是一种利用造影剂动态监测肿瘤组织及血液灌注情况的方法[3]。在陶娜[4]的研究中, 浅表淋巴结穿刺活检在 CEUS 的引导下对转移淋巴结诊断准确率高, 使穿刺次数减少。有研究[5]利用超声造影技术对肝癌患者进行检查发现, 原发性肝癌动脉早期迅速出现显著增强, 转移性肝癌动脉早期可呈环状增强或整体性增强, 然后造影剂迅速消退。近些年还出现了经皮囊内超声造影技术, 其可用于腋窝淋巴结同源性分析中[6]。

### 2.3. 超声弹性成像

超声弹性成像是一种通过施加应力后观察病变组织有无改变, 提供组织硬度信息, 间接判断病变性质的新技术[7]。祝彩萍[8]的研究表明: 在恶性肿瘤转移淋巴结中, 常规超声和应变弹性成像诊断的差异不明显( $P > 0.05$ )。芮春平等[9]人采用超声弹性成像和超声造影联合检查得出该方法对原发性及转移性肝癌的鉴别诊断灵敏度及特异度较单项检查高, 阳性预测值、阴性预测值、准确度也较高, 漏诊率、误诊率较低。

### 2.4. 超声引导下穿刺

相对于任何影像学辅助检查, 病理组织活检的优势显而易见。超声引导下肿物穿刺活检可以显著提升病理活检的准确性[10]。有研究报道在一些肝脏转移性恶性黑色素瘤的诊断中就十分依赖于超声引导下穿刺活检[11]。在多种脏器的临床诊断中, 细针穿刺细胞病理学检查被证明是敏感度与特异度均较高的一

种诊断方法[12] [13]。

### 3. MRI 在肿瘤同源性评价中的应用

#### 3.1. 全身弥散加权成像(WB-DWI)

WB-DWI 是从细胞分子水平反映出组织结构的变化, 能发现微小病变[14] [15]。刘辉等[16]人的研究提示 WB-DWI 联合 CT/MRI 对恶性肿瘤全身转移的诊断具有较高的临床价值。WB-DWI 对不同部位转移灶的敏感度存在着较大差异, 其对肾上腺、骨髓、肝脏和脑实质的转移灶检出率较高, 对肺转移瘤和纵膈、盆腔转移性淋巴结的敏感度较低[17]。有学者认为[17], 虽然 WB-DWI 和 PET/CT 对不同组织结构的敏感性有所不同, 但它们对转移性病灶的检出率不相上下。

#### 3.2. 磁共振弥散加权成像(DWI)

DWI 是一种通过水分子扩散特性来反映组织细胞水平结构变化的无创性成像技术[18] [19]。杨虹等[20]对 26 例胃癌患者行常规 MR 及 DWI 检查, 结果得出转移性、非转移性淋巴结的短径、长径比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); 而转移淋巴结的 rADC 值( $0.719 \pm 0.075$ )低于非转移淋巴结的 rADC 值( $0.977 \pm 0.079$ ), 二者之间差异有统计学意义( $P = 0.000$ ), rADC 的诊断效能最高。表明 DWI 及 ADC 值能对不同淋巴结的起源进行鉴别。

在同一肿瘤中的 ADC 值并非如一些研究所说的普遍较低。由于 ADC 值受扫描因素、患者因素等多种因素影响, 测量同一肿瘤组织可能得到不同 ADC 值[21] [22]。国外有学者[23]认为 rADC ( $ADC_{肿瘤}/ADC_{参照物}$ )可以避免这种情况; 也有人[24]证明了转移性与非转移性淋巴结的 rADC 值存在差异。

分段读出平面回波扩散加权成像(RESOLVE-DWI)的产生又为常规 DWI 锦上添花。该序列与常规 DWI 相比明显提升了图像的信噪比、对比噪声比, 但对 ADC 值没有影响, 使图像更清晰[25]。据国外文献报道[26], RESOLVE 比常规 DWI 更易分辨出微小肿瘤及小淋巴结特征。但 RESOLVE 对于肿瘤同源性的研究国内外尚少见。

#### 3.3. 动态对比增强 MRI (DCE-MRI)

DCE-MRI 是一种评估病变组织生理特性的扫描技术, 能反映组织微循环情况。三维直方图分析法可以计算整个瘤体参数信息, 能在一定程度上反映肿瘤微循环参数的分布趋势和分布状态, 在判断不同病灶关系中有一定作用[27] [28]。朱旅聪等[29]人的研究得出: DCE-MRI 三维直方图定量参数可用于鉴别肝脏占位和原发病灶是否同源, 其中  $K_{ep}$  90%位数的 ROC 下面积(AUC)最大(0.930), 表明  $K_{ep}$  90%位数具有较高诊断效能。

### 4. CT 在肿瘤同源性评价中的应用

#### 4.1. 多层螺旋 CT (MSCT)

采用 MSCT 来鉴别胃癌淋巴结转移已有很多研究成果[30] [31]。许舒航等[32]人也认为 MSCT 对于协助临床诊断胃癌淋巴结转移有很大潜力。韩茜茜[33]等人的研究中转移组患者 CT 横轴位淋巴结最短径均值长于未转移。淋巴结中央坏死、显著不均匀增强性改变、或串珠状表现等 CT 影像特征, 也是淋巴结与原发病灶是否同源的主要依据[34] [35]。国内也有报道提出 MSCT 图像纹理分析有助于鉴别转移淋巴结, 可作为一种参考依据[36]。

#### 4.2. 能谱 CT (GSI)

能谱 CT 的诞生使得诊断同源性病灶的方法增多, 让 CT 成像领域有了质的飞跃。通过 GSI 获得 CT

能谱特征参数值、碘含量、有效原子序数、CT 能谱衰减斜率等来对多发病灶进行定量分析, 从而判断多发病变之间有无相似或同源性。目前认为[37]在同一患者, 具有同样性质或同样起源的病变其能量衰减曲线、直方图及散点图分布情况、强化方式以及病变在不同 keV 下的 CT 值和有效原子序数分布等具备理论上的相似性。

张雪薇等[38]人提出 GSI 对于鉴别诊断早期转移的淋巴结有临床实践价值, 其研究得出鳞癌、腺癌、小细胞癌在动脉期与其转移淋巴结之间能量衰减曲线斜率、CT 值、碘浓度(IC)、准化碘浓度(NIC)无明显不同。但腺癌及小细胞肺癌在静脉期与转移淋巴结间 IC、NIC 存在差异, 表明利用 GSI 技术可在动脉期诊断原发病灶与其转移淋巴结的同源性。

## 5. PET 在肿瘤同源性评价中的应用

### 5.1. PET/CT

PET/CT 对于肿瘤同源性分析具有良好的诊断效能[39]。陆海健等[40]人的研究结果显示  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 检查对恶性肿瘤术后复发、转移的准确度(87.88%)和特异度(75.00%)均比单纯 CT 检查高, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。也有研究[41]发现, 通过双时相对比分析  $\text{SUV}_{\text{MAX}}$  变化率的方法不仅可以提高部分诊断的特异性, 对疾病的预后判断也有重要意义。但也有学者[42]认为 PET/CT 的新参数淋巴结 T/N (淋巴结  $\text{SUV}_{\text{MAX}}$ /主动脉  $\text{SUV}_{\text{MEAN}}$ )和  $\text{SUV}_{\text{LN/Tumor}}$  (淋巴结  $\text{SUV}_{\text{MAX}}$ /原发灶  $\text{SUV}_{\text{MAX}}$ )是淋巴结同源性分析的独立危险因素, 比  $\text{SUV}_{\text{MAX}}$  更有临床意义。另外,  $^{18}\text{F}$ -FDG 图像纹理分析是新出现的可以显示肿瘤放射性定量摄取的空间分布的 PET 图像分析方法, 适合于分析整个病灶的详细信息[43]。但目前关于肿瘤同源性的  $^{18}\text{F}$ -FDG 图像纹理分析应用尚处在初级阶段, 需要进一步研究。

### 5.2. PET/MR

随着现代医学分子影像技术的进步, PET 与 MRI 的技术结合也备受关注。它的优势在于利用多参数信息进一步提高对恶性肿瘤诊断的准确性和肿瘤特征的识别[44]。国内外学者认为与 MRI 相比, PET/MR 在评估宫颈癌淋巴结转移的诊断中有更大的优势[45][46]。另外, 有研究表明 PET/MR 和 PET/CT 对肝脏多发病灶同源性的诊断效能相当[45]。

## 6. 肿瘤同源性方面的影像学研究面临的挑战

虽然多种医学影像学检查技术在肿瘤同源性方面的临床应用日益广泛, 但也受到了许多实际情况的限制。比如患者情况、扫描技术、设备因素等问题, 都影响着数据的测量和结果的判断。并且我们需要增加研究的可重复性, 选择稳定性、特征性的参数也是影像学研究面临的挑战。另外, 影像医学已经快速的走进大数据时代, 肿瘤影像学领域与临床实践应用要如何有机结合起来, 需要更多的探索。

## 参考文献

- [1] Wu, C.H., Shih, J.C., Chang, Y.L., et al. (1998) Two-Dimensional and Three-Dimensional Power Doppler Sonographic Classification of Vascular Patterns in Cervical Lymphadenopathies. *Journal of Ultrasound in Medicine: Official Journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine*, **17**, 459-464. <https://doi.org/10.7863/jum.1998.17.7.459>
- [2] 惠立本, 张蕾. 彩色多普勒超声检查诊断宫颈癌及其盆腔淋巴结转移临床价值分析[J]. 陕西医学杂志, 2020, 49(12): 1624-1626.
- [3] Seitz, K., Bernatik, T., Strobel, D., Blank, W., Friedrich-Rust, M., Strunk, H., Greis, C., Kratzer, W. and Schuler, A. (2010) Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) for the Characterization of Focal Liver Lesions in Clinical Practice (DEGUM Multicenter Trial): CEUS vs. MRI—A Prospective Comparison in 269 Patients. *Ultraschall in der Medizin*, **31**, 492-499. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1245591>
- [4] 陶娜. 超声弹性成像和造影定位引导浅表淋巴结穿刺活检的诊断准确率比较[J]. 医药论坛杂志, 2019, 40(9):

- 172-174.
- [5] 尚国栋, 刘俊德, 李付民, 等. 超声造影在肝脏恶性肿瘤诊断中的应用价值[J]. 中国初级卫生保健, 2015, 29(5): 137-138.
- [6] 刘健, 曾凌青, 赵小波, 等. 经皮超声造影鉴别诊断乳腺癌及乳腺炎引起的腋窝淋巴结增大的价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2013, 21(9): 662-665.
- [7] Pehlivan, M., Gurbuz, M.K., Cingi, C., *et al.* (2018) Diagnostic Role of Ultrasound Elastography on Lymph Node Metastases in Patients with Head and Neck Cancer. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, **85**, 297-302. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.01.002>
- [8] 祝彩萍. 超声弹性成像技术应用于颈部淋巴结良恶性诊断的临床价值探究[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(12): 122-123.
- [9] 芮春平, 刘佳. 超声弹性成像联合超声造影在鉴别原发性及转移性肝癌中的应用[J]. 影像科学与光化学, 2019, 37(4): 371-377.
- [10] Borhani, A.A. and Monaco, S.E. (2017) Image-Guided Fine-Needle Aspiration and Core Needle Biopsy of Neck Lymph Nodes: Techniques, Pearls, and Pitfalls. *Seminars in Ultrasound, CT, and MRI*, **38**, 531-541. <https://doi.org/10.1053/j.sult.2017.05.007>
- [11] Swegal, W., Koyfman, S. and SchaPff, J. (2014) Endoscopic and Open Surgical Approaches to Locally Advanced Sinonasal Melanoma Comparing the Therapeutic Benefits. *JAMA Otolaryngology—Head & Neck Surgery*, **140**, 840-845. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2014.1321>
- [12] Hwang, L., Bailey, A., Lea, J., *et al.* (2015) Para-Aortic Nodal Metastases in Cervical Cancer: A Blind Spot in the International Federation of Gynecology and Obstetrics Staging System: Current Diagnosis and Management. *Future Oncology*, **11**, 309-322. <https://doi.org/10.2217/fon.14.200>
- [13] Sauthier, P.G., Bélanger, R., Provencher, D.M., *et al.* (2006) Clinical Value of Image-Guided Fine Needle Aspiration of Retroperitoneal Masses and Lymph Nodes in Gynecologic Oncology. *Gynecologic Oncology*, **103**, 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2006.01.039>
- [14] Barcelo, J. and Vilanova, J.C. (2008) Diffusion-Weighted Whole-Body MR Screening. *European Journal of Radiology*, **67**, 440-447. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2008.02.040>
- [15] Dietrich, O., Raya, J.G., Reiser, M.F., *et al.* (2006) Methods and Applications of Diffusion Imaging of Vertebral Bone Marrow. *Journal of Magnetic Resonance Imaging: JMRI*, **24**, 1207-1220. <https://doi.org/10.1002/jmri.20748>
- [16] 刘辉, 闫呈新, 李长勤. WB-DWI 联合常规 CT/MRI 在恶性肿瘤全身转移中的应用价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2015(2): 90-94.
- [17] Wang, N., Zhang, M., Sun, T., *et al.* (2011) A Comparative Study: Diffusion Weighted Whole Body Imaging with Background Body Signal Suppression and Hybrid Positron Emission Computed Tomography on Detecting Lesions in Oncologic Clinics. *European Radiology*, **47**, 5412-5416.
- [18] 张晓鹏. 在宏观静止中感受微观运动: 磁共振扩散加权成像临床应用的若干认识[J]. 中国医学影像技术, 2005, 21(12): 1796-1798.
- [19] Iima, M. and Le Bihan, D. (2016) Clinical Intravoxel Incoherent Motion and Diffusion MR Imaging: Past, Present, and Future. *Radiology*, **278**, 13-32. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015150244>
- [20] 杨虹, 李雪霜, 陆通, 等. DWI 及 ADC 值对胃癌转移淋巴结的诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2017, 36(9): 1271-1275.
- [21] Nakagawa, Y., *et al.* (2007) The Usefulness of Diffusion-Weighted Imaging (DWI) for the Detection of Gastric Cancer. *Hepato-Gastroenterology*, **54**, 1378-1381.
- [22] Avcu, S., Arslan, H., Unal, O., *et al.* (2012) The Role of Diffusion-Weighted MR Imaging and ADC Values in the Diagnosis of Gastric Tumors. *JBR-BTR*, **95**, 1-5. <https://doi.org/10.5334/jbr-btr.62>
- [23] Park, S.O., Kim, J.K., Kim, K.A., *et al.* (2009) Relative Apparent Diffusion Coefficient: Determination of Reference Site and Validation of Benefit for Detecting Metastatic Lymph Nodes in Uterine Cervical Cancer. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, **29**, 383-390. <https://doi.org/10.1002/jmri.21635>
- [24] Lin, G., Ho, K.C., Wang, J.J., *et al.* (2008) Detection of Lymph Node Metastasis in Cervical and Uterine Cancers by Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging at 3T. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, **28**, 128-135. <https://doi.org/10.1002/jmri.21412>
- [25] 蔡晓明, 余建明, 范文亮, 刘定西, 孔祥闯, 朱乐, 李慧. RESOLVE-DWI 在直肠 MRI 检查中的临床应用研究[J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(2): 335-339.
- [26] Koyasu, S., Lima, M., Umeoka, S., *et al.* (2014) The Clinical Utility of Reduced-Distortion Readout Segmented



- Echo-Planar Imaging in the Head and Neck Region: Initial Experience. *European Radiology*, **24**, 3088-3096. <https://doi.org/10.1007/s00330-014-3369-5>
- [27] Kozarski, R., Ng, F., Ganeshan, B., *et al.* (2013) Assessment of Primary Colorectal Cancer Heterogeneity by Using Whole-Tumor Texture Analysis: Contrast-Enhanced CT Texture as a Biomarker of 5-Year Survival. *Radiology*, **266**, 177-184. <https://doi.org/10.1148/radiol.12120254>
- [28] 王君鑫, 赵文露, 杨毅, 等. 动态增强 MRI 三维定量参数直方图诊断前列腺癌的价值[J]. 中华放射学杂志, 2016, 50(8): 609-614.
- [29] 朱旅聪, 赵振华, 杨建峰, 等. 动态对比增强 MRI 三维直方图定量参数鉴别肝细胞癌和结肠腺癌肝转移瘤异质性的价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2019, 30(10): 721-725.
- [30] Chen, M.M., Liu, B.Y., Yin, H.R., *et al.* (2009) Value of Multidetector-Row Computed Tomography in the Preoperative T and N Staging of Gastric Carcinoma: A Large-Scale Chinese Study. *Journal of Surgical Oncology*, **100**, 205-214. <https://doi.org/10.1002/jso.21316>
- [31] Kim, A.Y., Kim, H.J., Ha, H.K., *et al.* (2005) Gastric Cancer Staging at Multi-Detector Row CT Gastrography: Comparison of Transverse and Volumetric CT Scanning. *Radiology*, **236**, 879-885. <https://doi.org/10.1148/radiol.2363041101>
- [32] 许舒航, 冯玲玲, 陈永明, 张嵘. 多层螺旋 CT 对胃癌各淋巴结分区淋巴结转移诊断敏感性研究[J]. 中华胃肠外科杂志, 2019, 22(10): 984-989.
- [33] 韩茜茜, 卜岛. CT 检查联合血清肿瘤标志物对宫颈癌患者腹膜后淋巴结转移的诊断价值[J]. 影像科学与光化学, 2020, 38(6): 982-987.
- [34] Maehara, Y., Tsuneyoshi, M., Kaneko, K., *et al.* (1995) Lymph-Node Metastases: Efficacy for Detection with Helical CT in Patients with Gastric Cancer. *Radiology*, **197**, 705-711. <https://doi.org/10.1148/radiology.197.3.7480743>
- [35] Wu, D.C., Liu, G.C., Kang, W.Y., *et al.* (2007) Gastric Cancer: Preoperative Local Staging with 3D Multi-Detector Row CT—Correlation with Surgical and Histopathologic Results. *Radiology*, **242**, 472-482. <https://doi.org/10.1148/radiol.2422051557>
- [36] 罗超元, 岑东芝. 多层螺旋 CT 图像纹理分析在直肠癌淋巴结转移中的应用价值[J]. 中华胃肠外科杂志, 2019, 22(5): 488-490.
- [37] 伟洪, 沈新平, 潘娜, 向先俊, 胡小红. 能谱 CT 诊断腹部多发病灶同源性的初步研究[J]. CT 理论与应用研究, 2013, 22(3): 395-400.
- [38] 张雪薇, 庞星一, 马隽. 双源 CT 对不同病理分型肺癌与其转移淋巴结同源性研究[J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(S1): 37-41.
- [39] 李嘉旭, 许璐, 李梦丹, 等.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 全身显像对原发不明转移瘤患者原发灶检出价值的 Meta 分析[J]. 第三军医大学学报, 2020, 42(13): 1360-1369.
- [40] 陆海健, 庄丁勤, 周勇, 等.  $^{18}\text{F}$ -脱氧葡萄糖 PET/CT 对卵巢癌患者术后复发、转移的诊断价值[J]. 中国妇幼保健, 2020, 35(8): 1541-1543.
- [41] Yoo, J., Kim, B.S., Chung, J., *et al.* (2017) Percentage Change of Primary Tumor on  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT as a Prognostic Factor for Invasive Ductal Breast Cancer with Axillary Lymph Node Metastasis: Comparison with MRI. *Medicine*, **96**, e7657. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000007657>
- [42] 李昂, 季仲友, 蒋韩, 等.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 多种参数对肺癌淋巴结转移的诊断意义[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(23): 37-40.
- [43] Chicklore, S., Goh, V., Siddique, M., *et al.* (2013) Quantifying Tumour Heterogeneity in  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT Imaging by Texture Analysis. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, **40**, 133-140. <https://doi.org/10.1007/s00259-012-2247-0>
- [44] Claudio Spick, Ken Herrmann, Johannes Czernin.  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT 和 PET/MR 在恶性肿瘤中的应用价值相仿: 2300 余例患者的临床研究总结[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2020, 40(4): 247-256.
- [45] Kitajima, K., Suenaga, Y., Ueno, Y., *et al.* (2014) Fusion of PET and MRI for Staging of Uterine Cervical Cancer: Comparison with Contrast-Enhanced  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT and Pelvic MRI. *Clinical Imaging*, **38**, 464-469. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2014.02.006>
- [46] 尚靳, 孙洪赞, 辛军, 等. PET/CT 与 PET/MR 在诊断宫颈癌原发灶及评价盆腔淋巴结转移的比较研究[J]. 中国医学影像技术, 2018, 34(1): 94-98.