

- [24] Hatakeyama T, Kawai N, Nishiyama Y, et al.  $^{14}\text{C}$ -methionine (MET) and  $^{18}\text{F}$ -fluorothymidine (FLT) PET in patients with newly diagnosed glioma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2008, 35(11): 2009–2017.
- [25] Tripathi M, Sharma R, D'Souza M, et al. Comparative evaluation of F-18 FDOPA, F-18 FDG, and F-18 FLT-PET/CT for metabolic imaging of low grade gliomas. *Clin Nucl Med*, 2009, 34 (12): 878–883.
- [26] Schiepers C, Dahlbom M, Chen W, et al. Kinetics of 3'-deoxy-3'- $^{18}\text{F}$ -fluorothymidine during treatment monitoring of recurrent high-grade glioma. *J Nucl Med*, 2010, 51(5): 720–727.
- [27] Rueger MA, Ameli M, Li H, et al. [ $^{18}\text{F}$ ]FLT PET for non-invasive monitoring of early response to gene therapy in experimental gliomas. *Mol Imaging Biol*, 2011, 13(3): 547–557.
- [28] Swanson KR, Chakraborty G, Wang CH, et al. Complementary but distinct roles for MRI and  $^{18}\text{F}$ -fluoromisonidazole PET in the assessment of human glioblastomas. *J Nucl Med*, 2009, 50(1): 36–44.

(收稿日期: 2011-08-01)

## 影像学技术对转移性淋巴结的诊断价值

卢晓莉 张俊 王峰 王自正

**【摘要】** 早期准确地评估肿瘤患者的淋巴结及难以解释的淋巴结病变, 对选择合适的治疗计划及预后的判断至关重要。目前, 淋巴结大小仍然是区别转移性和非转移性淋巴结的最常用的指标, 但是其准确性不高, 为了提高对淋巴结良恶性病变评估的准确性, 需要找到一种新的显像方法, 它并不仅仅局限于对淋巴结解剖上的评估, 还可以在细胞水平对淋巴结生理和生化过程进行直观和定量评估。不同的影像学方法在评价局部淋巴结时具有各自的特点, 随着分子影像学的发展, 功能成像技术在淋巴结诊断方面占据着越来越重要的地位。该文旨在对诊断淋巴结转移的各种影像学技术做一综述。

**【关键词】** 淋巴结; 肿瘤转移; 超声检查; 磁共振成像; 体层摄影术, X线计算机; 正电子发射断层显像术

**Diagnosis value of imaging techniques in assessing lymph nodes metastasis** LU Xiao-li, ZHANG Jun, WANG Feng, WANG Zi-zheng. *Department of Nuclear Medicine, Frist Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210006, China*

Corresponding author: WANG Zi-zheng, Email: ZZWang136@yahoo.com.cn

**【Abstract】** Early and accurate evaluate the patients' lymph nodes and the unexplained lymphadenopathy are crucial to select the proper treatment plan and dpredicting prognosis. Although size measurements are still the most widely used method for discriminating malignant from non-malignant lymph nodes, it possesses a low accuracy. In order to increase the accuracy of evaluate the malignant and benign lymph nodes, it is necessary to find a new imaging method which is not just evaluate the anatomical structures of the lymph node, but also allow visualization and quantification of physiological and biochemical processes at the cellular level. Every imaging technique has its own characteristic to evaluate local lymph nodes, with the persistent development of molecular imaging, functional imaging technique has played a more and more important role in the diagnosis of lymph nodes. This article mainly reviewed and discussed imaging techniques in the evaluation of lymph nodes.

**【Key words】** Lymph node; Neoplasm metastasis; Ultrasonography; Magnetic resonance imaging; Tomography, X-ray computed; Positron emission tomography

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2011.06.004

基金项目: 国家自然科学基金(81171383)

作者单位: 210006, 南京医科大学附属南京第一医院核医学科

通信作者: 王自正 (Email: ZZWang136@yahoo.com.cn)

肿瘤是危害人类健康的最重要问题之一。目前, 世界上大约有 1/3 的人患癌肿, 并且有 1/4 的人死于癌肿<sup>[1]</sup>。准确地评估肿瘤患者的淋巴结及难以

解释的淋巴结病变,对选择合适的治疗计划及预后的判断至关重要。淋巴结切除术后活检曾被认为是淋巴结评估的金指标。然而,外科手术的费用高且具有侵袭性,会带来很多复杂的并发症;并且,手术视野外的淋巴结容易遗漏,这些就限制了手术的治疗。目前,研究的重点主要在于对淋巴结病变的早期诊断。近年来,影像学技术对淋巴结的诊断发挥着非常重要的作用,它采用非侵袭性技术对全身淋巴结进行评估,包括CT、MRI、PET、淋巴结造影术等,不同的影像学方法在评价局部淋巴结时具有各自的特点。本文就超声检查、CT、MRI、PET方面做一综述。

## 1 超声对转移性淋巴结的诊断价值

在淋巴结影像学检查中,超声检查操作简便、无辐射且廉价,是常规检查的首选方法。B超能显示淋巴结的大小、形态、内部结构及周围器官尤其是与大血管的关系。转移性淋巴结的超声表现主要有:内部主要为不均匀的低回声,部分为液、实混合回声或无回声;淋巴结皮质不均匀增厚或消失,淋巴结门偏心或消失;较大淋巴结( $>1.0\text{cm}$ )边界多模糊不整,较小淋巴结( $<1.0\text{cm}$ )的边界多较清晰光滑。淋巴结的最长径和最短径之比是较有价值的指标,据Solbiati等<sup>[2]</sup>统计,71%淋巴结的最长径和最短径之比小于1.5,即圆形,为恶性;84%淋巴结的最长径和最短径之比大于2.0,即卵圆形,为良性。

陈晓辉等<sup>[3]</sup>将150例食管癌患者的手术前颈部淋巴结超声图像与其术后常规病理结果结合分析得出,在所有患者中,病理证实颈部淋巴结转移61例、无转移89例;彩超检查判定转移66例、无转移84例,其中假阳性9例(6.00%)、假阴性4例(2.67%),彩超检查的敏感度为93.44%(57/61),特异度为89.89%(80/89)。于海容等<sup>[4]</sup>对56例头颈部恶性肿瘤患者的颈部淋巴结行术前检查,并与手术病理对比分析,结果显示,超声诊断显示淋巴结转移的灵敏度为84.3%、特异度为94.4%、准确率为88.7%。Rubaltelli等<sup>[5]</sup>用超声灌注成像的方法对16例淋巴结反应性增生、2例淋巴结肉芽肿、1例淋巴结结核和12例淋巴结转移灶者进行了研究,结果显示,对淋巴结转移病变诊断的灵敏度为92%、特异度为89%、阳性预测率为85%、准确率为90%。

能量多普勒成像(power Doppler imagine)是一种以

能量模式显示血管内血流信号的成像技术,它可以完整的显示病灶血管床或血管树,尤其是微小血管和迂曲的血管。能量多普勒成像对颈部淋巴结血流状况的评估非常敏感,对肿大淋巴结良恶性的鉴别具有重要价值,另外,彩色多普勒血流成像通过血流动力学定量指标来反映病变特征,根据淋巴结病变内部血流分布的不同来区分良恶性。

总之,超声检查的方法多样,操作方便、快捷,但超声诊断的结果受操作者的操作手法及检查技巧的影响较大,同时超声图像易受骨骼、气体、深度等原因的影响,并且局限于浅表淋巴结,对深部淋巴结(如:纵膈、腹膜后淋巴结等)的显示效果则不理想。

## 2 CT对转移性淋巴结的诊断价值

CT具有很高的密度分辨力,可以清晰地显示淋巴结,因此可用于评价淋巴结的转移及肿瘤的分期,其主要诊断依据是形态学的改变,即淋巴结大小的改变。不少学者认为,把淋巴结短径10mm作为良恶性的分界可以得到最高的诊断意义,但有文献报道,超过40%的转移淋巴结的直径小于1.0cm<sup>[6]</sup>。除直径这一最常用标准外,还有其他一些标准可提示淋巴结转移,比如:淋巴结密度不均匀,中央低密度者常提示淋巴结中央有坏死;淋巴结的轮廓变形或包膜变模糊、毛糙者常提示淋巴结内的转移灶向包膜外浸润;淋巴结数目增多超过3个者;淋巴结由椭圆形变成圆形等。

陆秀伟等<sup>[7]</sup>对65例经手术病理证实的胆囊癌患者行多层螺旋CT三期扫描,分析所有胆囊癌淋巴结转移的CT表现,并与手术病理对照,结果显示:65例患者中,有54例发现淋巴结转移,其中,43例患者共发现淋巴结201处(其中,32例患者中有183处淋巴结符合多层螺旋CT转移的诊断标准);11例患者中发现 $<1\text{cm}$ 的淋巴结18处,其中阳性3处,准确率为87%;CT的阳性预测率为91%,阴性预测率为83%。但CT平扫对淋巴结病变的定性诊断价值是有限的,尤其是对纵膈内增大的淋巴结很难区分是转移性还是炎性的。CT增强扫描能通过增强方式来鉴别淋巴结病变的良恶性,乔英等<sup>[8]</sup>对73例进展期胃癌患者行CT平扫及三期动态增强扫描,并与手术病理结果对照,结果显示淋巴结转移灶的主要CT征象是:较小淋巴结转移灶以实性为主,随直径增大呈环状、囊状改变

者增加;强化类型分为实性均匀强化、环带样强化和囊状不强化;强化峰值时间不同,以动脉期达强化峰值者多见。CT三期增强扫描胃癌淋巴结转移的诊断符合率为86.3%、灵敏度为86.2%、特异度为86.7%;CT三期增强扫描对淋巴结转移灶的检出率及诊断准确率均显著高于CT平扫,可进一步提高对胃癌淋巴结转移的诊断准确率,对术前全面评估淋巴结转移状况有重要临床价值。

另外,CT灌注成像可快速地评价组织器官微循环内血流动力学变化,并可进行定量分析,其常用灌注参数包括血流量、血容量、平均通过时间及毛细血管表面通透性等。Rumboldt等<sup>[9]</sup>对头颈部良恶性淋巴结病变的研究显示,恶性病变的血流量、血容量和毛细血管表面通透性均高于良性病变,平均通过时间明显短于良性病变组,其中血流量和磁化传递率对病变的鉴别意义更大。但是,CT灌注成像会让患者接受大量的X射线,同时,连续同层扫描对CT机的使用寿命也有影响,故这种检查的应用前景受限。

### 3 MRI对转移性淋巴结的诊断价值

常规MRI与CT相比,MRI有着更高的软组织分辨力,可以将淋巴结与周围脂肪、血管等区分开。而且,MRI还可以任意角度成像,可更好地显示特殊部位的淋巴结,如主动脉弓下、气管隆突下淋巴结等。MRI多序列的扫描技术及其动态增强技术的发展为淋巴结的诊断提供了可靠的依据。磁共振弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)被认为是非侵袭性的可视化和定量描述水分子布朗运动的方法,并且不需要造影剂。淋巴结的T2弛豫时间长,由于其细胞质比例大,扩散系数小,故淋巴结在DWI上为明显的高信号,与组织学构成无关。但是,不同的病理学改变及细胞分化程度、细胞内构造、坏死及血流灌注等情况可能导致不同的扩散系数,因此,可以用表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)来评估淋巴结的信号强度及扩散系数的定量情况,进而表达其组织学特点。有研究表明,ADC在转移性与非转移性淋巴结之间有很大的区别,不依赖于淋巴结的大小<sup>[10-11]</sup>。转移性淋巴结的ADC明显低于非转移性淋巴结,可能是因为恶性组织普遍表现为细胞增多,细胞核/细胞质比值增大,大分子蛋白增多而降低ADC。

另有研究则表明,ADC在转移性与非转移性淋巴结之间没有明显区别,因为ADC测量淋巴结没有可重复性<sup>[12]</sup>,正常大小的淋巴结可能较少考虑到预期的图像失真、空间分辨率低、部分容积效应的影响<sup>[13]</sup>。另外一个问题是,尽管转移性与非转移性淋巴结的组织ADC不同,但是在不同条件下,缺血组织及炎症病变的ADC也降低。另外,ADC的假阴性也可能发生在较小的淋巴结内的转移性病变,因为病变还没有形成完整的边界来防止水分子弥散。因此,ADC在临床上用来评估淋巴结仍然存在一些问题。

近年来,纳米技术的发展为淋巴结的靶向性及早期诊断提供了新的机遇,研究表明,应用网状内皮系统靶向性造影剂超顺磁性纳米氧化铁(ultra small superparamagnetic iron oxide, USPIO)的MRI可以对淋巴结进行更为准确的定性诊断<sup>[14]</sup>。USPIO是由不同外层材料包裹形成的氧化铁纳米颗粒,属于网状内皮系统对比剂,主要用于肝、脾、淋巴结的增强造影<sup>[15]</sup>。正常淋巴结能摄取USPIO,表现为信号降低,而肿瘤性淋巴结病变表现为正常的淋巴结组织部分或完全被肿瘤细胞取代,对USPIO摄取减少或不能摄取,故信号保持不变,因此,磁共振USPIO淋巴结造影能很好地显示淋巴结病变。

良恶性淋巴结USPIO强化特征与淋巴结的超微结构特别是巨噬细胞在淋巴结内的分布及其功能状态有较密切关系,可能影响USPIO对淋巴结性质诊断的准确性。吴元魁等<sup>[16]</sup>将18只新西兰兔随机分为3组:正常组、反应增生组和VX2肉瘤转移组,每组6只,研究结果显示,淋巴结在平扫时呈T1加权像等信号、T2加权像稍高信号,仅凭MRI平扫表现不能区分良恶性淋巴结;淋巴结测量显示,反应性增生组与肿瘤转移组短径大于正常组淋巴结的短径,但是反应性增生组及肿瘤转移组淋巴结短径之间无差异,因此也不能凭淋巴结的大小来判断淋巴结有无发生转移;注入USPIO后,可见正常组和反应增生组淋巴结信号强度降低,在12h时最明显,至48h时仍较明显,T1加权像、T2加权像、质子密度加权像分别为平扫信号强度的51%、22%、41%,增强前后信号均有显著差别,但是肿瘤转移组淋巴结的信号强度保持不变,因此,注入USPIO后,MRI可鉴别肿瘤转移淋巴结与正常、反应增生性淋巴结。

Pandharipande 等<sup>[17]</sup>对 42 例泌尿生殖系统恶性肿瘤患者行淋巴细胞氧化铁纳米 MRI 增强和 CT 引导下的穿刺活检, 比较淋巴结造影前及注入氧化铁纳米后 24~36 h 的图像: 以淋巴结保持信号强度不变及淋巴结短径大于 1 cm 分别作为恶性标准对图像进行判断, 活检病理表明所检测的淋巴结中 67% 有转移; 增强 MRI 对恶性淋巴结判断的灵敏度为 100%、特异度为 64%。Will 等<sup>[18]</sup>对 38 例患者的不同肿瘤淋巴结分期进行分析, USPIO 增强 MRI 结果显示其灵敏度和特异度分别为 88% 和 96%, 明显高于非增强 MRI (63% 和 93%)。

尽管 USPIO 增强 MRI 对淋巴结分期具有潜在的应用价值, 但是仍存在不足之处。首先, 它间接反映肿瘤性淋巴结病变, 对比剂不摄取证明是肿瘤样新生组织, 但是非肿瘤性病变如反应性增生也不摄取或者摄取减少, 因此其特异度低; 第二, 新鲜配制的 USPIO 颗粒要在注射后 24 h 才能扫描, 这样就增加了患者负担。为了解决这一问题, 可以应用 USPIO 增强 DWI, 这一新方法的可行性已经被证实, Thoeny 等<sup>[19]</sup>对 28 例膀胱癌和前列腺癌患者进行研究的显示, USPIO 增强 DWI 与常规 USPIO 增强 MRI 对淋巴结转移的诊断准确率均为 90%, 但是前者的阅片时间 (平均为 13 min, 范围是 5~90 min) 明显短于后者 (平均为 80 min, 范围是 45~180 min)。不过, 由于 USPIO 示踪剂的生物毒性作用, 目前没有被美国食品与药物管理局和欧洲药品管理局认证, 仍不能应用于人类。

#### 4 <sup>18</sup>F-FDG PET 对转移性淋巴结的诊断价值

<sup>18</sup>F-FDG PET 的一个重要优势是肿瘤与本底的对比度高, 不依赖于淋巴结的大小来判断淋巴结特征; 另外, FDG 分布在全身各系统, 所以淋巴管阻塞及淋巴液反流不会影响其对转移性淋巴结的诊断。其根据不同细胞特有的生化代谢等生物学特征来显示不同细胞群体的增殖、生长因子受体表达及凋亡等, 可提高疾病诊断的准确率, 有利于治疗方案的选择及疗效的评价。因此, <sup>18</sup>F-FDG PET 在许多恶性肿瘤的诊断和分期中占有重要的作用。

肿瘤科、放射科、核医学科等多学科有经验的专家认为, 目前, <sup>18</sup>F-FDG PET 对头颈部癌肿及非小细胞肺癌的淋巴结分期有很大意义<sup>[20]</sup>。但总体来说, <sup>18</sup>F-FDG PET 对淋巴结的分期仍有不足之处,

有研究显示, <sup>18</sup>F-FDG PET 对头颈部腺鳞癌淋巴结诊断的灵敏度及特异度分别为 79% 和 87%<sup>[21]</sup>。另有研究非小细胞肺癌患者的结果显示, CT 上纵膈淋巴结是否增大会影响 <sup>18</sup>F-FDG PET 的诊断结果, 若 CT 示淋巴结增大, 则纵膈淋巴结 <sup>18</sup>F-FDG PET 的灵敏度及特异度分别为 91% 和 78%, 若 CT 示淋巴结不增大, 则纵膈淋巴结 <sup>18</sup>F-FDG PET 的灵敏度及特异度分别为 75% 和 93%; 而淋巴结增大者的 <sup>18</sup>F-FDG PET 也极有可能由于转移而出现真阳性, 或由于增生、感染、炎症、肉芽肿而出现假阳性<sup>[22]</sup>。

进一步提高 PET 的效能需要增加信噪比和空间分辨率, 这样才有可能提高对淋巴结病变的诊断率。例如, 延迟扫描时间, 其原理是有些肿瘤对 <sup>18</sup>F-FDG 的摄取峰值在注射 <sup>18</sup>F-FDG 后 60 min, 同时周围正常组织及良性病变在这个时间段的摄取值降低<sup>[23]</sup>。这一现象的出现是因为恶性肿瘤细胞有大量的葡萄糖转运体, 己糖激酶高表达而葡萄糖-6-磷酸酶低表达。有研究表明, 病变对本底的对比如越高, 诊断率就越高, 注射 <sup>18</sup>F-FDG 后 3~4 h 的显像效果优于注射后 60 min 的显像效果<sup>[24]</sup>。

PET 能反映器官的功能和代谢信息, 但其成像的空间分辨率相对较低, 对解剖和结构定位有些困难。CT 有较高的空间分辨率, 对密度差异较大的组织成像效果好。利用融合 CT 解剖图像能为 PET 功能图像提供相应的解剖信息, 有效地弥补核医学图像在这方面的缺陷。Jeong 等<sup>[25]</sup>报道, <sup>18</sup>F-FDG PET-CT 对头颈部淋巴结转移癌的诊断灵敏度和特异度分别为 91.8% 和 98.9%, 并认为 <sup>18</sup>F-FDG PET-CT 对前哨淋巴结的检出及显示淋巴结的周围结构有帮助。

PET 技术在淋巴结转移的诊断中发挥着不可或缺的作用, 随着新的肿瘤特异性核素药物的开发利用, 深入到细胞水平标记受体, 甚至标记核酸探针, 具有基因显像的实力, 加上多种显像剂的组合运用, 势必能成为诊断淋巴结病变的一种有效手段。

#### 5 结语和展望

综上所述, 淋巴结显像的影像学诊断尽管各有所长, 但是功能成像技术发挥着越来越重要的作用。USPIO 增强 MRI 对淋巴结分期的诊断已被证实是一种优于非增强 MRI 的方法, 尽管有潜在的应用前景, 但是 USPIO 颗粒的应用受到限制, 我

们期待毒性更低、靶向性更好的 MRI 示踪剂出现。由于 PET 的空间分辨率低和  $^{18}\text{F}$ -FDG 在淋巴结病变的摄取受时间限制, 其对淋巴结分期的诊断效果欠佳。但是,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET 可以直接靶向定位于癌性淋巴细胞, 直接显示淋巴结病变, 随着技术改进、延迟显像应用的进一步研究,  $^{18}\text{F}$ -FDG PET 的诊断率有望提高。另外, 随着新的靶向分子探针的不断研制和开发, PET 在淋巴结转移诊断方面的作用也越来越大。同时, PET-CT 将功能成像与解剖定位相融合, 能明显提高淋巴结病变的诊断率。我们相信, 随着 PET-CT 的逐步普及、新的放射性药物的不断研发, 淋巴结病变诊断的准确率会越来越高。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] Jemal A, Siegel R, Xu JQ, et al. Cancer statistics, 2010. *CA Cancer J Clin*, 2010, 60(5): 277-300.
- [ 2 ] Solbiati L, Cioffi V, Ballarati E. Ultrasonography of the neck. *Radiol Clin North Am*, 1992, 30(5): 941-954.
- [ 3 ] 陈晓辉, 柳硕岩, 吴周贵. 彩超检查对食管癌颈部淋巴结转移的诊断价值(附 150 例分析). *福建医药杂志*, 2009, 31(3): 108-110.
- [ 4 ] 于海容, 朱强, 乔华. 超声对头颈部恶性肿瘤颈部淋巴结转移的诊断价值. *山东医药*, 2009, 49(48): 77-79.
- [ 5 ] Rubaltelli L, Corradin S, Dorigo A, et al. Automated quantitative evaluation of lymph node perfusion on contrast-enhanced sonography. *AJR Am J Roentgenol*, 2007, 188(4): 977-983.
- [ 6 ] Valls C, Andía E, Sanchez A, et al. Dual-phase helical CT of pancreatic adenocarcinoma: assessment of resectability before surgery. *AJR Am J Roentgenol*, 2002, 178(4): 821-826.
- [ 7 ] 陆秀伟, 谢筱晞, 徐莉萍, 等. 胆囊癌淋巴结转移的多层螺旋 CT 分析. *实用放射学杂志*, 2010, 26(9): 1295-1297.
- [ 8 ] 乔英, 李健丁, 张瑞平, 等. CT 三期增强扫描对胃癌淋巴结转移的诊断价值. *放射学实践*, 2006, 21(5): 507-510.
- [ 9 ] Rumboldt Z, Al-Okaili R, Deveikis JP. Perfusion CT for head and neck tumors: pilot study. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2005, 26(5): 1178-1185.
- [ 10 ] de Bondt RB, Hoeberigs MC, Nelemans PJ, et al. Diagnostic accuracy and additional value of diffusion-weighted imaging for discrimination of malignant cervical lymph nodes in head and neck squamous cell carcinoma. *Neuroradiology*, 2009, 51(3): 183-192.
- [ 11 ] Eiber M, Beer AJ, Holzapfel K, et al. Preliminary results for characterization of pelvic lymph nodes in patients with prostate cancer by diffusion-weighted MR-imaging. *Invest Radiol*, 2010, 45(1): 15-23.
- [ 12 ] Nakai G, Matsuki M, Inada Y, et al. Detection and evaluation of pelvic lymph nodes in patients with gynecologic malignancies using body diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *J Comput Assist Tomogr*, 2008, 32(5): 764-768.
- [ 13 ] Kwee TC, Takahara T, Luijten PR, et al. ADC measurements of lymph nodes: inter- and intra-observer reproducibility study and an overview of the literature. *Eur J Radiol*, 2010, 75(2): 215-220.
- [ 14 ] Saokar A, Braschi M, Harisinghani M. Lymphotropic nanoparticle enhanced MR imaging (LNMRI) for lymph node imaging. *Abdom Imaging*, 2006, 31(6): 660-667.
- [ 15 ] Harisinghani MG, Saini S, Weissleder R, et al. MR lymphangiography using ultrasmall superparamagnetic iron oxide in patients with primary abdominal and pelvic malignancies: radiographic-pathologic correlation. *AJR Am J Roentgenol*, 1999, 172(5): 1347-1351.
- [ 16 ] 吴元魁, 许乙凯, 黄其鏊. 超顺磁氧化铁粒子增强 MRI 区分肿瘤转移性与良性淋巴结的实验研究. *中华放射学杂志*, 2002, 36(6): 562-566.
- [ 17 ] Pandharipande PV, Mora JT, Uppot RN, et al. Lymphotropic nanoparticle-enhanced MRI for independent prediction of lymph node malignancy: a logistic regression model. *AJR Am J Roentgenol*, 2009, 193(3): W230-W237.
- [ 18 ] Will O, Purkayastha S, Chan C, et al. Diagnostic precision of nanoparticle-enhanced MRI for lymph-node metastases: a meta-analysis. *Lancet Oncol*, 2006, 7(1): 52-60.
- [ 19 ] Thoeny HC, Triantafyllou M, Birkhaeuser FD, et al. Combined ultrasmall superparamagnetic particles of iron oxide-enhanced and diffusion-weighted magnetic resonance imaging reliably detect pelvic lymph node metastases in normal-sized nodes of bladder and prostate cancer patients. *Eur Urol*, 2009, 55(4): 761-769.
- [ 20 ] Fletcher JW, Djulbegovic B, Soares HP, et al. Recommendations on the use of  $^{18}\text{F}$ -FDG PET in oncology. *J Nucl Med*, 2008, 49(3): 480-508.
- [ 21 ] Kyzas PA, Evangelou E, Denaxa-Kyza D, et al.  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose positron emission tomography to evaluate cervical node metastases in patients with head and neck squamous cell carcinoma: a meta-analysis. *J Natl Cancer Inst*, 2008, 100(10): 712-720.
- [ 22 ] Gould MK, Kuschner WG, Rydzak CE, et al. Test performance of positron emission tomography and computed tomography for mediastinal staging in patients with non-small-cell lung cancer: a meta-analysis. *Ann Intern Med*, 2003, 139(11): 879-892.
- [ 23 ] Basu S, Kung J, Houseni M, et al. Temporal profile of fluorodeoxyglucose uptake in malignant lesions and normal organs over extended time periods in patients with lung carcinoma: implications for its utilization in assessing malignant lesions. *Q J Nucl Med Mol Imaging*, 2009, 53(1): 9-19.
- [ 24 ] Kwee TC, Basu S, Torigian DA, et al. Defining the role of modern imaging techniques in assessing lymph nodes for metastasis in cancer: evolving contribution of PET in this setting. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2011, 38(7): 1353-1366.
- [ 25 ] Jeong HS, Baek CH, Son YI, et al. Use of integrated  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT to improve the accuracy of initial cervical nodal evaluation in patients with head and neck squamous cell carcinoma. *Head Neck*, 2007, 29(3): 203-210.