

# 胶质瘤显像剂的研究与应用进展

孙娜 赵晋华 乔文礼

**【摘要】**核医学显像在胶质瘤的诊断、分级及预后等方面有重要的临床价值,随着核医学的发展,用于胶质瘤的显像剂也越来越多样化,目前研究应用较多的SPECT显像剂有 $^{201}\text{Tl}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI、 $^{123}\text{I}$ -碘代甲基酪氨酸以及新型受体类显像剂 $^{131}\text{I}$ -蝎螯毒素等,PET显像剂主要有葡萄糖代谢显像剂、氨基酸代谢显像剂、胆碱代谢显像剂、核苷酸代谢显像剂、乏氧代谢显像剂等。它们分别提供胶质瘤的物质代谢、细胞增殖、组织乏氧等方面的信息,进而用于临床诊断,该文主要对上述各类显像剂在胶质瘤的应用和进展方面进行论述。

**【关键词】**神经胶质瘤;体层摄影术,发射型计算机,单光子;正电子发射断层显像术;放射性示踪剂

**Advances in application of radiotracers for glioma imaging** SUN Na, ZHAO Jin-hua, QIAO Wen-li.  
Department of Nuclear Medicine, the First People's Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200080, China

Corresponding author: ZHAO Jin-hua, Email: zjh1963@gmail.com

**【Abstract】** Nuclear medicine imaging plays an important role in diagnosis, grading and prognosis of patients with gliomas. With the development of nuclear medicine, a variety of radiotracers have been proposed used as targets for glioma imaging. At present, the most widely used SPECT radiotracers are  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI,  $^{123}\text{I}$ -iodo-methyl tyrosine and  $^{131}\text{I}$ -Butus martensi Karsch chlorotoxin-like toxin. The most important PET radiotracers include radiolabeled glucose, amino acids, choline, nucleotides and hypoxia markers. They can provide the information of substance metabolism, cell proliferation and hypoxia metabolism in gliomas to promote the accurate clinical diagnosis. This review mainly introduces the advances in application of above-mentioned radiotracers in glioma imaging.

**【Key words】** Glioma; Tomography, emission-computed, single photon; Positron emission tomography; Radioactive tracers

胶质瘤是最常见的颅内肿瘤,约占所有颅内肿瘤的45%。胶质瘤呈浸润性生长,边界不清,难以完全切除,对放疗化疗不甚敏感,非常容易复发,至今仍是全身肿瘤中预后最差的肿瘤之一。常规采用的增强CT和增强MRI可提供病灶精准的定位诊断信息,但是,在胶质瘤的定性、分级、评价治疗及鉴别肿瘤治疗后残余或复发等方面存在明显的局限性,某些良性病变,如炎症、脑出血、亚急性脑梗死等也可出现类似胶质瘤的征象,容易造成误诊。核医学显像可反映病变组织的代谢状况和生理生化改变,使对胶质瘤的认识深入到分子影像学水

平。目前用于胶质瘤显像的核医学显像剂主要有以下几类。

## 1 SPECT显像剂

### 1.1 $^{201}\text{Tl}$

$^{201}\text{Tl}$ 在探测胶质瘤代谢方面具有高度特异性,可用于胶质瘤的诊断、分级及鉴别肿瘤复发与放射性坏死。Higa等<sup>[1]</sup>研究发现, $^{201}\text{Tl}$ SPECT与胶质瘤病理活检分级显著相关,对于不能或不愿做活检的疑似胶质瘤患者可用 $^{201}\text{Tl}$ SPECT进行诊断和分级。此外, $^{201}\text{Tl}$ 还可用于评估胶质瘤的预后,一项研究表明, $^{201}\text{Tl}$ 摄取高的胶质瘤患者的生存时间显著短于摄取低的患者,肿瘤对 $^{201}\text{Tl}$ 的摄取与患者的生存时间呈显著负相关<sup>[2]</sup>。

### 1.2 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI

目前,临床对胶质瘤应用最多的SPECT显像剂

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2011.06.003

基金项目:国家自然科学基金(81171368);上海市科委国际科技合作基金(07SP07004)

作者单位:200080,上海交通大学附属第一人民医院核医学科

通信作者:赵晋华(Email: zjh1963@gmail.com)

是 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI, 它的诊断价值与 $^{201}\text{Tl}$ 相似, 但 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI的物理性能好、半衰期短、简便易得, 因而在临床上更为常用, 它可用于鉴别脑内良恶病变、划定手术范围、鉴别肿瘤复发与放射性坏死、预测疗效。对于治疗后的胶质瘤出现复发时,  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI SPECT可比MRI早4个月出现异常。一项荟萃分析表明,  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI在鉴别放疗后胶质瘤复发方面具有高特异性和敏感性<sup>[9]</sup>。不过,  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI在脑内脉络丛有生理性摄取, 对于某些脉络丛封闭不完全的患者, 病灶位于脉络丛附近时容易被误认为正常脉络丛而漏诊。

### 1.3 $^{123}\text{I}$ -碘甲基酪氨酸( $^{123}\text{I}$ -iodo-methyltyrosine, $^{123}\text{I}$ -IMT)

$^{123}\text{I}$ -IMT对放疗后低级别胶质瘤的敏感性高于 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI和 $^{18}\text{F}$ -FDG<sup>[9]</sup>。 $^{123}\text{I}$ -IMT联合MRI划定手术区域较单用MRI可显著提高准确率。此外,  $^{123}\text{I}$ -IMT在鉴别放疗后低级别星形胶质瘤有无出现进展方面具有独特的优势, 但它对高级别胶质瘤的放疗疗效无预测价值。 $^{123}\text{I}$ -苯丙氨酸对诊断胶质瘤也有高敏感性和高特异性, 它的阳性预测价值很高, 一般出现阳性即可确诊胶质瘤, 但其对低级别胶质瘤可出现假阴性<sup>[9]</sup>。 $^{123}\text{I}$ -苯丙氨酸在肿瘤与正常脑组织的摄取比值低于 $^{123}\text{I}$ -IMT(特别是低级别胶质瘤), 因此,  $^{123}\text{I}$ -IMT在鉴别低级别胶质瘤方面优于 $^{123}\text{I}$ -苯丙氨酸, 但 $^{123}\text{I}$ -苯丙氨酸在肿瘤组织中停滞的时间长, 故可用 $^{131}\text{I}$ 标记后用于治疗。

### 1.4 $^{131}\text{I}$ -蝎氯毒素

蝎氯毒素是一类能特异阻断神经胶质瘤氯电流的短链蝎毒素, 动物实验研究表明,  $^{131}\text{I}$ -蝎氯毒素能与C6大鼠脑胶质瘤细胞特异性结合, 肿瘤组织与正常组织放射性计数比值最高可达 $6.79 \pm 0.29$ , 故可用于胶质瘤显像<sup>[9]</sup>。值得注意的是, 蝎氯毒素可抑制脑胶质瘤的生长和转移而不影响正常脑细胞, 达到治疗脑胶质瘤的目的, 因此,  $^{131}\text{I}$ -蝎氯毒素能在胶质瘤治疗前对病灶范围提供附加信息, 在治疗后区别肿瘤残余灶和坏死组织, 这种蝎氯毒素本身具有的抑制脑胶质瘤细胞的作用与放射性核素杀伤肿瘤细胞的作用, 可形成“双重效应”<sup>[7]</sup>。 $^{131}\text{I}$ -蝎氯毒素对胶质瘤的诊断和治疗效果令人期待, 但其正式投入临床使用还有很多工作需要完成。

SPECT在胶质瘤的诊断、分级和预后方面表现出很高的临床价值, 而且SPECT的显像剂易于制备, 不需要安装回旋加速器, 易于在基层医院推广, 因此SPECT显像剂在胶质瘤的应用一直受到核医学工作

者的关注。然而, SPECT的图像质量较差, 难以定量描述脑功能和代谢水平, 这在很大程度上限制了它在胶质瘤中的应用, PET则很好的弥补了这些不足, 并将核医学在胶质瘤的应用提升到了更高的水平。

## 2 PET显像剂

### 2.1 葡萄糖代谢显像剂

$^{18}\text{F}$ -FDG是在胶质瘤中应用最多的PET显像剂, 主要用于: ①胶质瘤的诊断和分级:  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT可反映胶质瘤细胞的糖代谢状况,  $^{18}\text{F}$ -FDG的摄取程度与血管内皮生长因子的表达密切相关<sup>[9]</sup>, 而血管内皮生长因子是决定胶质瘤病理分级的重要参数。②确定活检部位:  $^{18}\text{F}$ -FDG在胶质瘤中的摄取增高, 可显示肿瘤区域, 为活检提供便利。多项研究表明,  $^{18}\text{F}$ -FDG在胶质瘤活检部位选择上要比单独应用MRI的准确率高<sup>[9]</sup>。③鉴别高级别胶质瘤的复发与放射性坏死:  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-CT可通过反映肿瘤组织的代谢状况, 对肿瘤复发与放射性坏死进行鉴别。④预测临床疗效: 胶质瘤在治疗后, 病灶对 $^{18}\text{F}$ -FDG摄取减低或接近正常组织水平多表明治疗有效, 如仍残存明显高代谢灶, 则往往提示预后不良<sup>[10]</sup>。⑤判断预后: 一项大样本研究表明,  $^{18}\text{F}$ -FDG可用于预测胶质瘤转移者的生存率, 约71%的早期高摄取者生存期少于1年, 94%的低摄取者生存期则多于1年<sup>[11]</sup>。

$^{18}\text{F}$ -FDG虽在胶质瘤的诊断、分级等方面有很高的临床价值, 但它仍存在不足: 肿瘤与正常脑组织对比差异小; 摄取增高不只限于恶性肿瘤, 一些良性病变(如: 炎症等)也可出现高摄取; 高血糖、库欣综合征、激素治疗等可降低脑组织对 $^{18}\text{F}$ -FDG的摄取。研究发现, 对 $^{18}\text{F}$ -FDG做7h后延迟显像可有助于解决胶质瘤与正常灰质摄取相近的问题, 但在临床较难实施<sup>[12]</sup>。

### 2.2 氨基酸代谢显像剂

目前已研制成功的氨基酸代谢显像剂包括 $^{11}\text{C}$ -甲硫氨酸( $^{11}\text{C}$ -methionine,  $^{11}\text{C}$ -MET)、 $^{18}\text{F}$ -乙基酪氨酸( $^{18}\text{F}$ -fluoroethyl-L-tyrosine,  $^{18}\text{F}$ -FET)、 $^{18}\text{F}$ -多巴和 $^{18}\text{F}$ -苯丙氨酸等, 而目前临床应用最多的是 $^{11}\text{C}$ -MET和 $^{18}\text{F}$ -FET。

#### 2.2.1 $^{11}\text{C}$ -MET

$^{11}\text{C}$ -MET是诊断胶质瘤最常用的氨基酸类PET显像剂, 主要用于: ①发现肿瘤病灶、划定肿瘤浸

润界限与范围。 $^{11}\text{C}$ -MET 在鉴别低级别胶质瘤与非肿瘤损伤方面有高敏感性, 72%~76%的低级别胶质瘤会出现显像剂摄取增高, 95%~100%的高级别胶质瘤可出现 $^{11}\text{C}$ -MET 摄取升高。②术前分级: 胶质瘤对 $^{11}\text{C}$ -MET 的摄取程度与肿瘤组织的微血管密度紧密相关, 而后者是对胶质瘤进行病理分级的重要指标<sup>[13]</sup>。已有研究表明, $^{11}\text{C}$ -MET 可较好的区分高级别与低级别胶质瘤, 但其在某些相邻病理级别的胶质瘤的区分上尚存在较大困难<sup>[14]</sup>。③预后评估:  $^{11}\text{C}$ -MET PET 在胶质瘤(尤其是对世界卫生组织标准的 II 级胶质瘤)的预后评估上有着重要作用<sup>[15]</sup>。④鉴别肿瘤复发与放射性坏死: 多项研究表明, $^{11}\text{C}$ -MET 可鉴别胶质瘤, 特别是低级别胶质瘤复发与放射性坏死, 且其准确率显著高于 $^{18}\text{F}$ -FDG<sup>[16]</sup>。⑤预测低级别胶质瘤的恶性转归:  $^{11}\text{C}$ -MET PET 在恶性胶质瘤进展时可出现摄取率增高, 且其增高与肿瘤内血管内皮生长因子表达有关。

尽管 $^{11}\text{C}$ -MET 在诊断胶质瘤方面有明显的优势, 但其对胶质瘤的诊断仍有一定局限性, 研究显示, 良性的脉络丛乳头状瘤、脑内急性缺血灶及炎性病灶等也可出现 $^{11}\text{C}$ -MET 摄取增高。此外, $^{11}\text{C}$ 的半衰期很短, 不便于长途运输, 使得此类显像只能在有回旋加速器的大型医院完成, 这在很大程度上限制了 $^{11}\text{C}$ -MET PET 的发展。

### 2.2.2 $^{18}\text{F}$ -FET

$^{18}\text{F}$ -FET 与 $^{11}\text{C}$ -MET 在检测胶质瘤的特异性方面无显著差异<sup>[17]</sup>, 目前主要用于: ①胶质瘤的分级: Pöpperl 等<sup>[18]</sup>研究发现, 对 $^{18}\text{F}$ -FET 摄取进行动态分析可明确区分高、低级别胶质瘤, 低级别的胶质瘤表现为摄取率稍有增高, 而高级别的胶质瘤则在早期达到摄取高峰后出现增值速率下降。②活检定位: Plotkin 等<sup>[19]</sup>研究发现,  $^{18}\text{F}$ -FET 在对 MRI 未见强化的胶质瘤进行活检定位方面显著优于 $^{18}\text{F}$ -FDG。③预测临床疗效:  $^{18}\text{F}$ -FET 联合 MRI 被推荐用于预测无强化的低级别胶质瘤的临床转归, 对无强化的低级别胶质瘤临床随访 65 个月后发现, 无 $^{18}\text{F}$ -FET 摄取者预后最好, 其次为轻度摄取者, 最差的是高摄取者<sup>[20]</sup>。Hutterer 等<sup>[21]</sup>研究发现, 在复发的高级别胶质瘤接受抗血管生成治疗时,  $^{18}\text{F}$ -FET PET 在预测临床疗效方面明显优于 MRI。亦有研究发现,  $^{18}\text{F}$ -FET 在诊断多重治疗后不同级别胶质瘤的复发或恶化方面的阳性率可达 84%<sup>[22]</sup>。

### 2.3 胆碱代谢显像剂

$^{11}\text{C}$ -胆碱主要参与细胞膜的合成, 用药后 5 min 即可进行胆碱代谢显像, 靶/非靶比值高, 脑胶质瘤组织显像清晰, 而且 $^{11}\text{C}$ -胆碱成本较低, 可明显提高性价比。

$^{11}\text{C}$ -胆碱在胶质瘤方面的应用与 $^{11}\text{C}$ -MET 类似, 但 $^{11}\text{C}$ -胆碱可获得比 $^{11}\text{C}$ -MET 更高的靶/非靶值而得到更好的胶质瘤影像。多项临床研究报告显示, 放疗前后行 $^{11}\text{C}$ -胆碱 PET-CT 可提高胶质瘤特别是 II、III 级胶质瘤靶区勾画的准确性<sup>[23]</sup>。但是, $^{11}\text{C}$ -胆碱仍是一种非特异性肿瘤显像剂, 对胶质瘤检查可能产生假阳性或假阴性, 例如: 结核性脑膜炎会出现 $^{11}\text{C}$ -胆碱阳性显像, 某些低级别胶质瘤会出现 $^{11}\text{C}$ -胆碱阴性显像。此外, $^{11}\text{C}$ -胆碱在脉络丛、静脉窦和垂体中的摄取较高, 限制了其在诊断这些区域的胶质瘤方面的应用。

### 2.4 核苷酸代谢显像剂

$^{18}\text{F}$ -氟脱氧胸苷( $3'$ -deoxy- $3'$ - $^{18}\text{F}$ -fluorothymidine,  $^{18}\text{F}$ -FLT)是目前性能最好的核酸代谢显像剂, 主要用于: ①胶质瘤的诊断和分级: 研究表明, $^{18}\text{F}$ -FLT 在无侵袭性的胶质瘤分级方面优于 $^{11}\text{C}$ -MET<sup>[24]</sup>, 但不适用于复发的低级别胶质瘤的评估和诊断<sup>[25]</sup>。②鉴别胶质瘤放疗后的无菌性炎症和肿瘤复发:  $^{18}\text{F}$ -FLT 可特异性的被增殖组织摄取, 而成人的脑细胞或炎症组织分裂增殖活性低, 摄取 $^{18}\text{F}$ -FLT 较低, 所以可用于鉴别放疗后的炎症和肿瘤复发。③预测临床疗效: Schiepers 等<sup>[26]</sup>研究发现, 复发的高级别胶质瘤经治疗后的疗效及生存率可通过 $^{18}\text{F}$ -FLT PET 的标准化摄取值的改变进行测定。Rueger 等<sup>[27]</sup>则发现, $^{18}\text{F}$ -FLT 的摄取与肿瘤基因表达有关, 且其在治疗 3 d 后即可进行评估, 因而可作为非侵入性监测抗增殖疗效的指标, 但这还有待于进一步研究证实。

### 2.5 乏氧代谢显像剂

$^{18}\text{F}$ -氟米索硝唑是目前应用最多的乏氧代谢显像剂。它主要用于以下几个方面: ①诊断高级别胶质瘤: 研究发现, $^{18}\text{F}$ -氟米索硝唑在高级别胶质瘤内出现积聚, 且其摄取与血管内皮生长因子受体 1 和 Ki-67 抗原(细胞增殖相关蛋白)显著相关, 故可用于高级别胶质瘤的诊断, 但其在低级别胶质瘤内未见明显摄取; ②指导临床治疗计划: 放疗前进行肿瘤乏氧状态的评估可找出胶质瘤放疗区域内对

放疗耐受的乏氧区域,进而制定个性化的放疗计划;③评估组织乏氧状态:组织乏氧状态与肿瘤的侵袭性呈生物相关,乏氧显像联合MRI可用于检测肿瘤新生血管和肿瘤的侵袭性<sup>[28]</sup>。

尽管乏氧代谢显像剂的研究成果令人振奋,但其图像对比率低、恶性组织的摄取速率慢等可能会限制其在临床的应用。

### 3 小结

综上所述,核医学显像在脑胶质瘤的诊断、分级、预后等方面都具有重要的临床价值,而随着多种核医学显像剂的开发,它们可以分别通过提供胶质瘤物质代谢、细胞增殖、组织乏氧等多方面的信息进而提高核医学在胶质瘤诊断、分级等方面的准确率。此外,临床上已不满足于仅用单一示踪剂显像,越来越多的学者开始着手于联合显像的研究,获得最佳的临床效果,一些新的影像学仪器如PET-MRI也已研制成功并开始逐步走向临床,如能开发PET-MRI多模式显像剂,无疑将会进一步提高核医学显像在胶质瘤的应用价值。

### 参 考 文 献

- [1] Higa T, Maetani S, Yoichiro K, et al. TI-201 SPECT compared with histopathologic grade in the prognostic assessment of cerebral gliomas. *Clin Nucl Med*, 2001, 26(2): 119-124.
- [2] Semba T, Sugawara Y, Ochi T, et al. Thallium-201 SPECT in prognostic assessment of malignant gliomas treated with postoperative radiotherapy. *Ann Nucl Med*, 2006, 20(4): 287-294.
- [3] Cheng X, Li YJ, Xu ZQ, et al. A meta-analysis of <sup>99m</sup>Tc-MIBI SPECT for detection of recurrent glioma after radiation therapy. *J Clin Neurosci*, 2011, 18(3): 307-312.
- [4] Henze M, Ozdemir-Sahin N, Hipp P, et al. Comparison of diagnostic accuracy of (18)F-FDG PET, (123)I-IMT-and(99m)Tc-MIBI SPECT: evaluation of tumour progression in irradiated low grade astrocytomas. *Nuklearmedizin*, 2006, 45(1): 49-56.
- [5] Hellwig D, Ketter R, Romeike BF, et al. Prospective study of p-[<sup>123</sup>I]iodo-L-phenylalanine and SPECT for the evaluation of newly diagnosed cerebral lesions: specific confirmation of glioma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2010, 37(12): 2344-2353.
- [6] 乔文礼, 赵晋华, 邵晓霞, 等. <sup>131</sup>I-BmK CT 的制备及其在胶质瘤荷瘤大鼠体内分布与显像研究. *核技术*, 2011, 34 (3): 213-216.
- [7] Zhao JH, Qiao WL, Zhang Y, et al. Preparation and in vitro evaluation of <sup>131</sup>I-BmK CT as a glioma-targeted agent. *Cancer Biother Radiopharm*, 2010, 25(3): 353-359.
- [8] Cher LM, Murone C, Lawrentschuk N, et al. Correlation of hypoxic cell fraction and angiogenesis with glucose metabolic rate in gliomas using <sup>18</sup>F-fluoromisonidazole, <sup>18</sup>F-FDG PET, and immunohistochemical studies. *J Nucl Med*, 2006, 47(3): 410-418.
- [9] Pirotte BJ, Lubansu A, Massager N, et al. Results of positron emission tomography guidance and reassessment of the utility of and indications for stereotactic biopsy in children with infiltrative brainstem tumors. *J Neurosurg*, 2007, 107 Suppl5: 392-399.
- [10] 李伟龙. 大鼠 C6 胶质瘤放射治疗前后 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 显像及病理学变化. *放射学实践*, 2011, 26(5): 479-482.
- [11] Padma MV, Said S, Jacobs M, et al. Prediction of pathology and survival by FDG PET in gliomas. *J Neurooncol*, 2003, 64 (3): 227-237.
- [12] Spence AM, Muzi M, Mankoff DA, et al. <sup>18</sup>F-FDG PET of gliomas at delayed intervals: improved distinction between tumor and normal gray matter. *J Nucl Med*, 2004, 45(10): 1653-1659.
- [13] Kracht LW, Friese M, Herholz K, et al. Methyl-[<sup>11</sup>C]-I-methionine uptake as measured by positron emission tomography correlates to microvessel density in patients with glioma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2003, 30(6): 868-873.
- [14] 邵虹, Trampal C, 吴靖川. <sup>11</sup>C-蛋氨酸 PET 显像诊断胶质瘤的价值. *中华核医学杂志*, 2003, 23(2): 75-76.
- [15] 胡裕效, 朱虹. <sup>11</sup>C-MET PET 显像在脑胶质瘤中的应用进展. *放射学实践*, 2010, 25(11): 1293-1295.
- [16] 理东丽, 许乙凯, 王全师, 等. <sup>11</sup>C-MET 和 <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 对胶质瘤诊断的价值比较. *核技术*, 2011, 34(2): 151-154.
- [17] Weber WA, Wester HJ, Grosu AL, et al. O-(2-[<sup>18</sup>F]fluoroethyl)-L-tyrosine and L-[methyl-<sup>11</sup>C] methionine uptake in brain tumours: initial results of a comparative study. *Eur J Nucl Med*, 2000, 27(5): 542-549.
- [18] Pöppel G, Kreth FW, Mehrkens JH, et al. FET PET for the evaluation of untreated gliomas: correlation of FET uptake and uptake kinetics with tumor grading. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2007, 34 (12): 1933-1942.
- [19] Plotkin M, Blechschmidt C, Auf G, et al. Comparison of F-18 FET-PET with F-18 FDG-PET for biopsy planning of non-contrast-enhancing gliomas. *Eur Radiol*, 2010, 20(10): 2496-2502.
- [20] Floeth FW, Pauleit D, Sabel M, et al. Prognostic value of O-(2-[<sup>18</sup>F]fluoroethyl)-L-tyrosine PET and MRI in low-grade glioma. *J Nucl Med*, 2007, 48(4): 519-527.
- [21] Hutterer M, Nowosielski M, Putzer D, et al. O-(2-[<sup>18</sup>F]-Fluoroethyl)-L-tyrosine PET predicts failure of antiangiogenic treatment in patients with recurrent high-grade glioma. *J Nucl Med*, 2011, 52 (6): 856-864.
- [22] Mehrkens JH, Pöppel G, Rachinger W, et al. The positive predictive value of O-(2-[<sup>18</sup>F] fluoroethyl)-L-tyrosine(FET)PET in the diagnosis of a glioma recurrence after multimodal treatment. *J Neurooncol*, 2008, 88(1): 27-35.
- [23] 李方明, 聂青, 赵文锐, 等. CHO PET 功能显像: 脑胶质瘤诊断和优化放疗方案. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2011, 10 (2): 154-157.

- [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 predicting 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