

PET-CT 在儿科肿瘤中的临床应用

王嘉兴 朱汇庆

【摘要】 儿科肿瘤是儿童死亡的重要原因之一。对儿童进行 PET-CT 检查, 充分做好检查前准备和选择合适的剂量是顺利且合理完成检查的关键步骤。PET-CT 可以用于分期、分级、疗效的评价, 以及作为预后随访的指标, 这使得 PET-CT 在儿科肿瘤治疗中制定个体化方案有很大的价值。

【关键词】 正电子发射断层摄影术; 体层摄影术, X 线计算机; 肿瘤; 儿童

Application of PET-CT imaging in pediatric oncology

WANG Jia-xing, ZHU Hui-qing

(Department of Nuclear Medicine, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai, 200040, China)

【Abstract】 Pediatric oncology is one of the important cause of children death. PET-CT, which can provide functional and anatomical images in the same scanning session, has a high sensitivity and specialty in the diagnosis of tumors. During the examination of children, careful preparation and individualized dosage are the keys to make it. PET-CT has a great value in making the personal therapy strategy during the clinical activity, including staging, grading, evaluation of therapy, and the items of prognosis and follow-up.

【Key words】 Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Neoplasms; Child

近年来出现的 PET-CT 能够同时提供解剖和代谢的信息, 形成融合图像, 这种显像方式提高了肿瘤诊断和分期的准确性。检查前充分细致的沟通和准备工作是所有儿童影像学检查的必要内容, 由于 PET-CT 检查时间较其他影像学检查时间为长, 故要求更高。控制最恰当的剂量是 PET-CT 研究儿童恶性肿瘤的先决条件和重要基础。

1 辐射剂量的控制

资料显示, 与成年人相比, 放射性对儿童尤其是婴幼儿所造成的风险要大, 而且年龄越小风险越大, 例如对于 10 岁儿童所遭受到的风险是 30 岁成年人的 1.0~1.8 倍^[1-2]。PET-CT 中的辐射剂量来自两个部分: PET 和 CT, CT 的放射性要比 PET 大。

PET 具有较高的空间分辨率, CT 的运用使衰减校正的时间大大缩短。患者吸收的剂量取决于放射性药物的种类、给药剂量、患者的年龄和体积。对于儿童, 所用的放射性药物剂量一定要减量, 剂量可以通过体质量或者体表面积进行计算, 常用的是体质量, 临床上常用的 ¹⁸F-氟脱氧葡萄糖 (¹⁸F-fluorodeoxyglucose, ¹⁸F-FDG) 为 5.18 MBq/kg (0.14

mCi/g)^[1-2]。另外, 也可以通过增加显像时间来达到要求的影像质量, 利用三维技术, 采集每个床位要求 5 min, 可达到减少放射性药物的注射剂量而获得满意的影像质量要求。

CT 的辐射剂量与管压、电流、螺距和照射时间有关。有时为了得到高质量的图像, CT 临床上所用的辐射剂量偶会超过诊断所需的剂量。不同的器官显像所需要的剂量不同, 空腔器官进行 CT 扫描所受到的当量剂量就要比实质器官大。许多学者都在努力研究并尝试在不影响诊断质量的前提下, 将所用的照射剂量减至最低。有的医院根据患儿的体质量, 制定了相对应的 CT 操作相关技术参数表, 以便技术人员进行个体化检查。对于寻找小病灶进行多时相的 CT 或者造影检查, 要仔细分析潜在的价值, 并进行认真评价, 因为这将大大增加患者的吸收剂量, 同时造影剂的使用会造成相关的伪影。应根据检查的目的来调整剂量, 比如, 仅仅为了定位或者衰减校正, 所需的 CT 参数就要比诊断病灶低得多, 同时可以减少致密实质器官的伪影; 若只是为了病灶定性或者判断预后, 仅仅用 PET 就足够了, 它的假阴性很低^[3]。为达到减少剂量的目的, 在有充足时间的情况下, 可以先进行 PET, 然后对可疑部位进行 CT, 这一检查模式对儿童的价值更为突出。

总之, 鉴于儿童的特殊性, 对儿童进行 PET-CT 时需要更周全的考虑。儿童与成年人生理和病理学的表现是不同的, 尤其是肿瘤生物学特性有很大不同; 在不同年龄和性别的儿童之间也是有区别的, 因此个体化原则是非常重要的^[4]。PET-CT 时必须考虑到儿童的特殊性, 尽可能做到利益风险比最大化。

2 PET-CT 在儿科肿瘤中的应用

儿科肿瘤是致儿童死亡的第二位病因, 占儿童死亡的 10%。PET-CT 在肿瘤的分期、分级, 疗效评价和预后评估有较大价值。¹⁸F-FDG 在儿童中的分布特点与成年人有所区别, 儿童的 ¹⁸F-FDG 生理性聚集区包括胸腺、骨髓、扁桃体和腺样肿、棕色脂肪组织、声带、活动性肌肉、骺软骨、卵巢等^[5]。整体来说, ¹⁸F-FDG PET-CT 影响了约 20% 患者的治疗方案^[6-9]。儿科肿瘤中发病率最高的是血液系统肿瘤, 中枢神经系统肿瘤次之, 然后依次是成神经细胞瘤, 骨肿瘤, 肾胚细胞瘤, 横纹肌肉瘤等^[10]。

2.1 血液系统肿瘤

PET-CT 在血液系统肿瘤中应用较为广泛, 而且研究最多的是淋巴瘤, 包括霍奇金病和非霍奇金淋巴瘤, 二者发病率分别为 11.7% 和 10.4%^[10]。

临床上常用 CT 进行淋巴瘤患者的分期和病情监测, 但 CT 对淋巴瘤患者的诊断和分期标准建立在病灶本身大小和数量上, 因此存在一定的局限性: 容易造成骨骼、骨髓和脾脏病灶漏诊^[7-9]; 体积小的病灶不一定没有肿瘤细胞, 体积大的也未必就是肿瘤转移或浸润; 对化疗后的病灶坏死和残余或复发肿瘤的鉴别存在一定的不足。¹⁸F-FDG PET-CT 可以对淋巴瘤进行分期和随访, 对淋巴瘤诊断的敏感性和特异性均高于 CT (表 1)。PET-CT 检查可改变患者的分期, 这对于制定出个体化的治疗方案有很大的帮助。

表 1 PET-CT 和 CT 在淋巴瘤诊断中的比较

作者	灵敏度 (%)		特异度 (%)		分期改变 (%)
	PET-CT	CT	PET-CT	CT	PET-CT
Kabickova, et al ^[7]	96.5	87.5	100.0	60.0	15.0
Miller, et al ^[8]	99.0	80.0	100.0	23.0	32.3
Tatsumi, et al ^[11]	97.0	74.0	99.0	91.0	-
Melissa, et al ^[12]	95.0	78.9	90.0	93.8	-

*: “-” 为未测。

2.2 中枢神经系统肿瘤

儿科中枢神经系统肿瘤患病率约为 27.6%, 其中星形胶质细胞瘤、原发性神经外胚层瘤的患病率分别为 13.3%、6.6%^[10]。其预后与肿瘤的生物学行为和肿瘤在脑中的位置有关。CT 和 MRI 是监测肿瘤复发和评价治疗效果的首选, 但常规 MRI 和 CT 在鉴别残余肿瘤或者肿瘤复发和治疗后引起的良性组织改变有一定的困难^[13]。PET-CT 则对此类的鉴别诊断有较好的应用价值。另外, PET-CT 可以协助进行脑肿瘤的穿刺活检, 这是由于它能显示代谢最活跃的区域, 并能够定位, 可以减少穿刺数目, 提高穿刺结果的准确性, 同时也降低了对重要脑功能区的损害。除此之外, PET-CT 在评价疗效、治疗方案的制定以及随访方面也有很大的用处^[13]。

¹¹C-甲硫氨酸 PET-CT 可以提高肿瘤和正常脑组织摄取的信噪比, 优势在于可以鉴别低度恶性和非肿瘤的病变; 缺陷在于其半衰期短, 价格昂贵。近年来, ¹⁸F-酪氨酸、¹⁸F-胆碱、²H₂¹⁵O 等药物的不断涌现, 拓宽了 PET-CT 在中枢神经系统肿瘤中的运用范围。

2.3 成神经细胞瘤

成神经细胞瘤是最常见的儿科颅外实体肿瘤, 患病率约为 7.3%, 好发年龄为 1~4 岁^[10]。患病部位多见于肾上腺髓质, 常为交感神经节丰富区。

临床上 CT 用于肿瘤累及的腹部、盆腔和纵膈, MRI 用于脊髓, 尤其在脊髓压迫症状患者上有较大优势, 但二者均在区别残余肿瘤病灶、肿瘤复发还是术后良性反应方面有一定的局限性。¹²³I 或 ¹³¹I 标记的间碘苄胍可以在病灶选择性浓聚, 在发现骨、软组织转移灶都有较高的敏感性和特异性, 临床上常用间碘苄胍进行病灶评估。骨显像可以发现隐匿的肿瘤转移灶, 但在区分肿瘤和骨修复有困难。由于低分化肿瘤对间碘苄胍的亲合力比较低, 骨显像可作为间碘苄胍的补充检查方式。¹⁸F-FDG PET-CT 可以对疗效进行评价, 在给药后 30~60 min 即可得到结果。虽然骨组织对 ¹⁸F-FDG 的摄取相对较少, 胸腺、肠道亦可对 ¹⁸F-FDG 摄取, 但是对于间碘苄胍阴性的患者, PET-CT 可作为间碘苄胍的补充检查^[14-15]。

2.4 骨肿瘤

儿科骨肿瘤患病率最高的是骨肉瘤和 Ewing 肉瘤, 二者分别为 4.7% 和 2.3%^[10]。骨肉瘤好发于下

肢长骨,最常见的转移灶是肺脏(15%)。Ewing肉瘤好发部位是股骨、盆腔、耻骨、骶骨等,治疗后的复发率高达90%。

复合式化疗是治疗的手段之一,准确地进行诊断分期是进行合适个体化化疗的前提。PET利用代谢显像的优势,在区别残余肿瘤病灶、肿瘤复发还是术后良性反应方面有一定的优势^[10]。PET-CT则解决了以往PET解剖定位不准的问题,改善了PET在肺部小病灶监测的敏感性,减少了假阳性和假阴性,有较高的阳性预测值和阴性预测值。PET-CT在Ewing肉瘤诊断和分期中有很高的敏感性、特异性和准确性^[11-9]。

2.5 Wilms 肿瘤

Wilms肿瘤又称肾胚胎细胞瘤,是儿童中常见的颅外实体肿瘤,发病率为5.3%^[10],常累及单侧肾脏,双侧少见(约占该肿瘤的5%),最常见的转移部位是肺脏。该病的诊断、分期主要依靠X平片、超声检查、CT、MRI以及肾盂造影,利用肾图可以评估肾功能^[17]。对于超声检查、CT以及MRI在区分术后良性增生和残余肿瘤所遇到的困难,PET-CT可以起到明显的帮助。¹⁸F-FDG在肾脏上的聚集会在一定程度上影响病灶的判断。有报道称,与MRI和骨显像相比,PET-CT对Wilms肿瘤分期的准确性更高,因此PET-CT在肿瘤的活力判断、协助活检以及制定手术方案和化疗计划方面有一定价值^[18-19]。

2.6 横纹肌肉瘤

横纹肌肉瘤是儿童恶性软组织肿瘤中最常见的肿瘤,处于颅外实体肿瘤的第三位,患病率为4.4%^[1-10]。累及部位常见的是头部(眼眶)和颈部,发病年龄常常有两个,分别为2~6岁、10~18岁。

CT的优势在肿瘤累及的骨骼和腹部病灶,MRI则可以了解病灶周围软组织浸润的情况,在四肢、盆腔和脊柱病灶有优势,但此两种检查方法在准确诊断病灶治疗后的转归方面有一定困难^[20]。

PET-CT可对肺脏发现的病灶进行定性,对原发灶的诊断灵敏度为77%~100%,特异度为83%~95%;对周围结节及转移灶的诊断灵敏度为62%~77%,特异度为83%~95%,是对CT、MRI的有效补充^[21]。对病灶早期正确分期,有助于制定合适的手术方式和放疗范围的确定。Peng等^[22]进行的回顾性研究认为,CT和MRI对横纹肌肉瘤化疗后的

早期反应评估不甚敏感,对治疗后的病灶评估有一定的困难,而PET-CT在评价化疗后反应的敏感性、治疗后的转归方面均有较大的价值。

随着PET-CT在儿科肿瘤中应用研究的不断深入、新型正电子药物的研发以及PET-CT技术的发展,重视辐射安全、尽可能减少对儿童不必要的伤害,对提高儿科肿瘤分期、分级、预后评价有较大的帮助,并将展示其良好的应用前景。

参 考 文 献

- [1] Jadvar H, Connolly LP, Fahey FH, et al. PET and PET/CT in pediatric oncology. *Semin Nucl Med*, 2007, 37(5): 316-331.
- [2] Gelfand MJ, Lemen LC. PET/CT and SPECT/CT dosimetry in children: The challenge to the pediatric imager. *Semin Nucl Med*, 2007, 37(5): 391-398.
- [3] Hahn K, Pfluger T. Is PET/CT necessary in paediatric oncology? Against. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2006, 33(8): 966-968.
- [4] Munson S, Eshel N, Ernst M, et al. Ethics of PET research in children//charron M. *Pediatric PET imaging*. New York: Springer New York, 2006: 72-91.
- [5] Nanni C, Rubello D, Castellucci P, et al. ¹⁸F-FDG PET/CT fusion imaging in pediatric solid extracranial tumours. *Biomed Pharmacother*, 2006, 60(9): 593-606.
- [6] Wegner EA, Barrington SF, Kingston JE, et al. The impact of PET scanning on management of pediatric oncology patients. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2005, 32(1): 23-30.
- [7] Kabickova E, Sumerauer D, Cumilvska E, et al. Comparison of ¹⁸F-FDG-PET and standard procedures for the pretreatment staging of children and adolescents with Hodgkin's disease. *Eur Nucl Med Mol Imaging*, 2006, 33(9): 1025-1031.
- [8] Miller E, Metser U, Avrahami G, et al. Role of ¹⁸F-FDG PET/CT in staging and follow-up of lymphoma in pediatric and young adult patients. *J Comput Assist Tomogr*, 2006, 30(4): 689-694.
- [9] Gerth HU, Juergens KU, Dirksen U, et al. Significant benefit of multimodal imaging: PET/CT compared with PET alone in staging and follow-up of patients with Ewing tumors. *J Nucl Med*, 2007, 48(12): 1932-1939.
- [10] Linabery AM, Ross JA. Trends in childhood cancer incidence in the U.S.(1992-2004). *Cancer*, 2008, 112(2): 416-432.
- [11] Tatsumi M, Miller JH, Wahl RL. ¹⁸F-FDG PET/CT in evaluating non-CNS pediatric malignancies. *J Nucl Med*, 2007, 48(12): 1923-1931.
- [12] Rhodes MM, Delbeke D, Whitlock JA, et al. Utility of FDG-PET/CT in follow-up of children treated for Hodgkin and non-Hodgkin lymphoma. *J Pediatr Hematol Oncol*, 2006, 28(5): 300-306.
- [13] Patil S, Biassoni L, Borgwardt L. Nuclear medicine in pediatric neurology and neurosurgery: epilepsy and brain tumors. *Semin Nucl Med*, 2007, 37(5): 357-381.
- [14] Ishola TA, Chung DH. Neuroblastoma. *Surg Oncol*, 2007, 16(3): 149-156.

- [15] Maris JM, Hogarty MD, Bagatell R, et al. Neuroblastoma. *Lancet*, 2007, 369(9579): 2106-2120.
- [16] Federman N, Feig SA. PET/CT in evaluating pediatric malignancies: a clinician's perspective. *J Nucl Med*, 2007, 48(12): 1920-1922.
- [17] Chawla M, NC, Agarwala S, et al. Serial renal dynamic scintigraphy in evaluation of renal function in patient with bilateral Wilms' tumors. *Clin Nucl Med*, 2005, 30(12): 820-822.
- [18] McLean TW, Castellino SM. Pediatric genitourinary tumors. *Curr Opin Oncol*, 2008, 20(3): 315-320.
- [19] Misch D, Steffen IG, Schönberger S, et al. Use of positron emission tomography for staging, preoperative response assessment and posttherapeutic evaluation in children with Wilms tumour. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2008, 35(9): 1642-1650.
- [20] Leaphart C, Rodeberg D. Pediatric surgical oncology: management of rhabdomyosarcoma. *Surg Oncol*, 2007, 16(3): 173-185.
- [21] Klem ML, Grewal RK, Wexler LH, et al. PET for staging in rhabdomyosarcoma: an evaluation of PET as an adjunct to current staging tools. *J Pediatr Hematol Oncol*, 2007, 29(1): 9-14.
- [22] Peng F, Rabkin G, Muzik O. Use of 2-deoxy-2-[F-18]-fluoro-D-glucose positron emission tomography to monitor therapeutic response by rhabdomyosarcoma in children: report of a retrospective case study. *Clin Nucl Med*, 2006, 31(7): 394-397.
- (收稿日期: 2008-08-12)

放射性核素显像鉴别甲状腺“冷结节”良恶性的研究进展

杨帆 袁卫红

【摘要】 甲状腺“冷结节”是甲状腺结节核素显像较为常见的表现形式，炎症、囊肿、肿瘤、出血等均可表现为冷结节，另外，据统计，平均约 20% 的甲状腺冷结节为甲状腺癌，因此准确鉴别甲状腺冷结节的性质不仅有助于全面检出甲状腺癌，而且可为临床选择正确治疗方案提供重要指导。目前，临床上依据显像剂的不同研究了多种鉴别甲状腺冷结节性质的方法，并且在不断完善中。

【关键词】 甲状腺结节；甲状腺肿瘤；放射性核素显像

Study progress of nuclide imaging in the differential diagnosis of nonfunctional cold thyroid nodules

YANG Fan, YUAN Wei-hong

(Department of Nuclear Medicine, the Second Affiliated Hospital of Kunming University, Kunming 650101, China)

【Abstract】 “Cold nodules” are the common form of thyroid nodules in radionuclide imaging. Inflammation, cysts, tumors, hemorrhage and so on can be expressed as cold nodules. And, according to the statistics, an average of about 20% of the cold nodules are malignant. So accurate identification of nonfunctioning thyroid nodules not only contribute to the comprehensive nature of the detection of thyroid cancer, but also the right choice for the clinical treatment programs provide an important guide. At present, on the basis of kinds of different imaging agents, a number of methods to identify the nature of thyroid cold nodules were developed, and constantly perfected.

【Key words】 Thyroid nodules; Neoplasm; Radionuclide imaging

甲状腺结节在临床上较常见，在人群的发病率为 5%~50%，且随着年龄的增长而增加^[1]。普通核

素显像根据甲状腺结节摄取显像剂的能力将结节分为“热结节、温结节、凉结节和冷结节”，90%左右的甲状腺结节在核素显像时表现为冷结节，冷结节呈显像剂异常浓聚则为阳性。冷结节多见于甲状腺囊肿、结节性甲状腺肿、多灶性甲状腺炎、甲状