❖规范与标准

Guidelines for pediatric bone imaging

CHEN Yue[1]，WANG Hui[2]，YANG Jigang[3]，ZHAO Ruifang[4]，QIU Lin[1]，WANG Xuemei[5]，PANG Hua[6]，WU Ha[4]，BAI Xia[5]，LIU Bin[7]，LI Yaming[8*]

(1. Department of Nuclear Medicine，the Affiliated Hospital of Southwest Medical University，Luzhou 646000，China；2. Department of Nuclear Medicine，Xin Hua Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine，Shanghai 200092，China；3. Department of Nuclear Medicine，Beijing Friendship Hospital，Capital Medical University，Beijing 100050，China；4. Department of Nuclear Medicine，Childrens Hospital of Fudan University，Shanghai 201102，China；5. Department of Nuclear Medicine，the Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University，Hohhot 010050，China；6. Department of Nuclear Medicine，the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University，Chongqing 400042，China；7. Department of Nuclear Medicine，West China Hospital，Sichuan University，Chengdu 610041，China；8. Department of Nuclear Medicine，the First Hospital of China Medical University，Shenyang 110001，China)

[**Abstract**]　The guidelines for pediatric bone scanning include information related to the indications and contraindications，responsibilities of nuclear medicine personnel，procedures of examination (including history-taking，patient preparation and precautions，radiopharmaceutical，image acquisition and imaging modalities)，imaging intervention，quality control，and radiation safety，focusing primarily on $^{99}Tc^{m}$-MDP bone scintigraphy in children. The purpose of these guidelines was to offer nuclear medicine teams a framework that could prove practical and helpful in daily clinical practice.

[**Key words**]　Child；Radionuclide imaging；Bone imaging

DOI：10.13929/j.1003-3289.201611010

儿童骨显像操作指南

陈　跃[1]，王　辉[2]，杨吉刚[3]，赵瑞芳[4]，邱　琳[1]，王雪梅[5]，庞　华[6]，吴　哈[4]，白　侠[5]，刘　斌[7]，李亚明[8*]

(1. 西南医科大学附属医院核医学科，四川 泸州　646000；2. 上海交通大学医学院附属新华医院核医学科，上海　200092；3. 首都医科大学附属北京友谊医院核医学科，北京　100050；4. 复旦大学附属儿科医院核医学科，上海　201102；5. 内蒙古医科大学附属医院核医学科，内蒙古 呼和浩特　010050；6. 重庆医科大学附属第一医院核医学科，重庆　400042；7. 四川大学华西医院核医学科，四川 成都　610041；8. 中国医科大学附属第一医院核医学科，辽宁 沈阳　110001)

[**摘　要**]　儿童骨显像操作指南编写的主要内容包括儿童骨显像检查的临床适应证及禁忌证、核医学医务人员岗位要求、检查操作规范(病史采集、患儿准备及注意事项、放射性药物、图像采集、显像模式)、报告处理、质量控制及显像过程中的辐射安全。该指南主要适用于临床应用最多的$^{99}Tc^{m}$-MDP 儿童骨显像检查。该操作指南的目的是为核医学医师在临床工作中处理儿童骨显像检查提供实用而行之有效的操作规范。

[**第一作者**] 陈跃(1968—)，男，四川自贡人，硕士，教授。研究方向：核医学。E-mail：chenyue5523@126.com

[**通信作者**] 李亚明，中国医科大学附属第一医院核医学科，110001。E-mail：ymli2001@163.com

[**收稿日期**] 2016-11-02　　[**修回日期**] 2016-12-15

［关键词］ 儿童；放射性核素显像；骨显像
［中图分类号］ R817.4 ［文献标识码］ A ［文章编号］ 1003-3289(2017)01-0153-04

自$^{99}Tc^{m}$标记的二磷（膦）酸盐（锝［$^{99}Tc^{m}$］亚甲基二膦酸盐，$^{99}Tc^{m}$-MDP）进入临床应用，放射性核素骨显像已广泛用于评估儿童骨骼病变。其优点为灵敏度高，且一次检查可完成对全身骨骼系统的评估。骨显像以动态、静态、全身、局部、断层、融合显像等多种方式，反映骨血供、代谢、形态变化，可非常灵敏地、无创性地诊断骨骼疾病，对于多种骨骼疾病的早期诊断有重要临床价值，具有简便、安全、灵敏等特点，临床易于推广应用。

核医学骨显像是儿童骨骼疾病常用的诊断方法，临床应用广泛[1-8]。骨显像的主要目的是早期发现和诊断骨骼系统病变，为临床制定最佳的治疗方案提供依据，评估病变程度和范围及观察病情变化，评价治疗疗效和预后。

1 临床适应证

（1）感染：急性骨髓炎的诊断和与蜂窝组织炎的鉴别诊断；亚急性和慢性骨髓炎的诊断、化脓性关节炎合并骨髓炎的诊断、无菌性关节炎的诊断。

（2）骨肿瘤与肿瘤样病变：原发性骨肿瘤的诊断、良恶性的鉴别诊断、判断肿瘤侵犯范围、有无远处转移；良性骨肿瘤如骨样骨瘤、肿瘤样病变如朗格汉斯组织细胞增生症；恶性肿瘤骨转移的诊断。

（3）创伤性骨病：创伤后诊断不明，应力性骨折，儿童受虐综合征，多发创伤，骨折术后修复和愈合的判断。

（4）代谢性骨病与内分泌疾病：进行性骨干发育不良，甲状旁腺功能亢进。

（5）选择活检部位，引导手术。

（6）骨缺血坏死的诊断。

（7）移植骨存活的监测。

（8）骨痛、不明原因发热的诊断。

（9）监测骨病治疗疗效。

骨显像简便、安全、无创，无绝对禁忌证。

2 岗位要求

2.1 医师　医师应具有执业医师资格。$^{99}Tc^{m}$-MDP 骨显像应在医师的指导下执行，选择动态、静态、全身、局部、延迟、断层、融合显像等。$^{99}Tc^{m}$-MDP 骨显像图像重建完成后，医师首先判断图像是否达到诊断要求、是否存在污染、是否需要增加局部采集。

2.2 技师　核医学骨显像检查应由核医学技师操作完成。核医学图像能否达到诊断要求很大程度上取决于技师的操作。

2.3 护师　核医学护师需要对患儿进行预约，详细交代检查前、检查期间及检查后的注意事项。核医学护师需要掌握临床各种急救操作，在紧急情况下需要对患儿进行急救处理。

儿科核医学检查医师、技师、护师等应该熟悉儿科不同阶段的行为特点、疾病特点。掌握同儿童、父母交流的技巧，让患儿顺利完成核医学检查。为使患儿做好检查前的准备和检查期间的配合，常常比成人检查需要更多的沟通和交流。

3 操作规范

3.1 病史采集　包括临床医师进行该项检查的目的、临床诊断及相关病史、填写病史采集单。症状体征，如骨折、创伤、骨髓炎、关节炎、骨肿瘤、代谢性骨病史，可能影响本次骨显像结果的检查史（如骨显像检查前短期内 MRI 对比剂的应用[9]）、用药史（如抗生素应用）、患儿生长发育的状况、手术史（如骨骼矫形器、内固定器安置与否及安置位置）、肾功能异常病史。

3.2 患儿准备和注意事项

（1）患儿与家属的密切配合。儿科核医学医师、技师或护师与患儿和家属交流很重要，预约检查时医务人员应将检查信息告诉患儿和/或家属，检查前准备、检查所需时间应事先告诉临床医师、患儿和/或家属。减少患儿焦虑，获得满意检查结果[10-12]。并且通过耐心详细的宣教，解除家长对核医学检查辐射的过度担忧。

（2）注射显像剂后等待检查期间，应该鼓励患儿饮用足量的水。检查前排空膀胱（注意勿使尿液污染衣物、身体），因某些原因不能排空膀胱时，需放置导尿管以使盆腔结构清楚显影。检查后 24 h 内要求患儿多饮水、勤排尿。

（3）儿科核医学检查期间体位保持不动。为获得高质量的检查信息，正确的体位非常重要。采用胶带、布垫、沙袋、布毯等将检查部位与检查床固定，使显像部位保持不动，以便获得最佳显像图像。

对于不能或不愿配合检查的患儿，需给予适量的镇静剂。如果使用镇静剂，需遵循国家规范、医院用药原则。国内应用最多的镇静剂为 10%水合氯醛口服或灌肠，0.5～1.0 ml/kg 体质量，最大剂量 10 ml；其

次是肌肉注射鲁米那，5～10 mg/kg 体质量，最大剂量 100 mg。

提前建立静脉通道，放置“三通管”，以方便注射显像剂。

3.3　放射性药物　临床用于 SPECT 骨显像的药物主要是^{99}Tc^{m}-MDP，部分用^{99}Tc^{m}-HMDP 或 HDP（^{99m}锝标记的羟基亚甲基二膦酸盐）。

公斤体质量法：^{99}Tc^{m}-MDP 为 7.4 MBq（0.2 mCi）/kg 体质量，静态显像最小剂量 37 MBq（1 mCi），三时相最小剂量 75 MBq（2 mCi）。最大剂量 740 MBq（20 mCi）[10]。体表面积法：使用剂量＝儿童体表面积（m^2）×成人剂量/1.7（m^2）

3.4　图像采集　临床最常使用配备有低能、高分辨率准直器的单探头或双探头 γ 照相机。三时相骨显像包括血流相、血池相和延迟显像。血流相为显像剂注射后即刻于 ROI 采集的序列动态影像。血池相（或称软组织相）是在血流相完成后即刻或于显像剂注射后 10 min内完成采集，包括一帧或多帧 ROI 或全身的平面影像。血流相及全身血池相影像最适合用于可疑活动性炎症及感染的评估，且更推荐用于患有如多发性关节炎的大龄儿童。延迟显像可采集平面或断层影像。延迟显像通常于注药后 2～5 h 采集。必要时，可加采集注药后 24 h 延迟影像。

检查期间，患儿体位保持不动，父母的配合在协助患儿完成检查过程中有很大帮助。为充分显示双侧髋关节、膝关节及腓骨，需双足跟分开、双拇趾相对[13-17]。

3.5　显像模式

（1）血流相：采集血流相时，需在注药前将探头对准病变部位或可疑病变部位及对侧相应部位，静脉“弹丸”注射^{99}Tc^{m}-MDP 后立即启动计算机，使用 64×64 或更大矩阵，以 1～3 帧/秒的速度采集至少 30 帧图像。

（2）血池相（或称软组织相）：血池相应在血流相完成后即刻或于显像剂注射后 10 min 内以约 3～5 分钟/幅图像的速度进行采集。注药 10 min 后，一些骨骼摄取显像剂可能较明显。血池相通常以 128×128 或更大矩阵进行采集，每帧图像 30 万计数（四肢每帧图像 15 万～20 万计数即可）。4 岁以下的小儿，以 3 帧/分的速度采集重叠静态影像，可获得高质量的全身血池影像，获取图像时需从最可能出现病变的部位开始采集，以最不可能出现病变的部位结束。对于大龄患儿，可以 25～30 cm/min 的移床速度采集全身影像。

（3）延迟相：常规延迟显像通常于注射显像剂后 2～5 h 采集。以高分辨率或超高分辨率准直器通过多次局部重叠显像（即局部显像）或连续显像（即全身显像）进行前后位同时采集，可获得全身骨影像。

（4）针孔准直器显像：当需要获得特定区域的高分辨率图像时，针孔准直器可用于评估小器官的解剖结构，如髋关节（如股骨头骨骺滑脱）、手部、足部结构。针孔准直器的分辨率与孔径（通常 2～5 mm）成反比。准直器离骨骼越近，其放大倍数越大。使用针孔准直器探测病变需采集约 7.5 万～10 万计数。

（5）SPECT 显像：SPECT 显像有助于判断患儿病灶存在与否、病灶部位及病灶范围。SPECT 显像应按照 γ 照相机制造商设置的参数进行图像采集。γ 照相机探头采集及处理参数为旋转轨迹 360°、5.6°～6.0°/帧、10～30 秒/帧。所获数据经图像重建处理后得到轴位、矢状位、冠状位影像。

（6）SPECT/CT 融合显像：使用 SPECT/CT 采集融合影像时，需注意由 CT 扫描导致的额外辐射剂量，CT 扫描范围应严格限制在病变特定部位（ROI）。CT 扫描辐射负荷随患儿的年龄及扫描参数设置而变化[12]。因此，CT 扫描参数应根据患儿的年龄及体质量指数进行个体化调整。如果 CT 扫描仅用于衰减校正，低至 80 kVp 及低于 10 mAs 的参数设定值用于儿童扫描可满足衰减校正的需求[4,18]。

3.6　图像后处理　须在患儿离开核医学科前进行图像处理。SPECT 图像后处理需检查患儿有无运动，可使用滤过器适当提高图像对比度，但图像锐化不能太明显。具体后处理细节需结合所用的 γ 照相机及后处理软件。重建轴位、矢状位、冠状位影像，某些情况下（如观察下段脊柱）有必要根据器官轴进行图像再定位。需仔细检查融合影像是否存在 CT 部分与 SPECT 部分图像的融合不匹配。

4　报告

4.1　报告目的　①回答申请医师所关心的临床问题；②说明检查适应性、必要性及诊断效能。

4.2　报告内容　①患儿基本信息：患儿的姓名、性别、出生日期、病历号、检查项目、检查时间等。②显像过程描述：放射性药物的名称、剂量、注射途径、注射时间以及注射部位。注射^{99}Tc^{m}-MDP 到进行扫描之间的间隔时间、扫描时间及扫描范围。对于 CT 部分的描述需说明 CT 是用于衰减校正还是对代谢图像进行解剖定位。

4.3　影像描述　注意描述有意义的影像表现的部位

和范围，包括骨骼的名称、异常显像剂摄取的范围（局限性或弥漫性），必要时还应指明骨骼受累的解剖细微结构。CT 相关的表现也应描述（如未见异常、硬化、溶骨、成骨或混合性改变等），如果病灶大小有重要的临床意义，则要描述此病灶 CT 相应层面的测量值。对于有意义病变相应的^{99}Tc^{m}-MDP 摄取水平。尿路及软组织中的摄取也应予以描述。必要时报告或结论中应包括与既往检查和报告的对比。

4.4　诊断意见　①尽可能给出明确的诊断。②在适当的情况下给出鉴别诊断。③如果可能，建议患儿行进一步检查或随访。

5　质量控制、安全以及相关的教育问题

如疾病状况许可，患儿显像时均应处于伸展及双侧对称的体位。在高质量的骨显像影像上胫腓骨及尺桡骨骺板应分开、清晰可辨。可通过双侧股骨、胫骨及腓骨骺板显影的清晰度判断骨显像的图像质量。为使骨盆结构清晰显影需排空膀胱。椎体及双侧肋骨应清晰可辨。阅片时需了解 X 线平片、CT 及 MRI 的影像表现，熟悉临床病史。熟知不同年龄阶段儿童正常骨骼影像表现尤为重要。熟悉正常变异可减少假阳性的发生。不要将胸部后位影像中肋软骨联合处出现的“闪烁样”活性误认为多发肋骨骨折。

6　显像过程中的辐射安全性

根据国际辐射防护委员会 80 号出版物，一次骨显像检查有效剂量 1、5、10、15 岁分别为 0.027、0.014、0.011、0.007 mSv/MBq[19]。

[参考文献]

[1] Usmani S, Panchadar S, Banna A. Three-Phase ^{99m}Tc-MDP Bone Scintigraphy and SPECT/CT in Pediatric Pseudodystrophy. Clin Nucl Med, 2015,40(11):902-904.

[2] Arora S, Dhull VS, Mukherjee A, et al. Metastatic superscan on ^{99m}Tc-methylene diphosphonate bone scintigraphy in pediatric neuroblastoma. Indian J Nucl Med, 2015,30(3):286-287.

[3] Rossmüller B, Hahn K, Fischer S. Bone scintigraphy in nonneoplastic diseases in children. Q J Nucl Med, 1998,42(2):133-147.

[4] Franzius C, Sciuk J, Daldrup-Link HE, et al. FDG-PET for detection of osseous metastases from malignant primary bone tumours: Comparison with bone scintigraphy. Eur J Nucl Med, 2000,27(9):1305-1311.

[5] Körholz D, Wirtz I, Vosberg H, et al. The role of bone scintigraphy in the follow-up of osteogenic sarcoma. Eur J Cancer, 1996,32A(3):461-464.

[6] Alkhawaldeh K, Ghuweri AA, Kawar J, et al. Back pain in children and diagnostic value of (99m)Tc MDP bone scintigraphy. Acta Inform Med, 2014,22(5):297-301.

[7] Chan WL, Carolan MG, Fernandes VB, et al. Planar versus SPET imaging in the assessment of condylar growth. Nucl Med Commun, 2000,21(3):285-290.

[8] Yang J, Codreanu I, Servaes S, et al. Earlier detection of bone metastases from pleomorphic liposarcoma in a pediatric patient by FDG PET/CT than planar ^{99m}Tc MDP bone scan. Clin Nucl Med, 2012,37(5):e104-e107.

[9] Qiu L, Tang Y, Chen Y, et al. The effect of MRI contrast agents on hepatic and splenic uptake in the rabbit during (99m)Tc-MDP bone scintigraphy. Contrast Media Mol Imaging, 2015,10(6):438-445.

[10] Lassmann M, Biassoni L, Monsieurs M, et al. EANM Dosimetry and Paediatrics Committees. The new EANM paediatric dosage card. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2009,36(3):540-541.

[11] 吴志兴，吕宽，李尚滨，等. 儿童 Langerhans 细胞组织细胞增生症中放射性核素骨显像的临床应用价值. 中华肿瘤防治杂志，2010,17(20):1669-1671.

[12] Fahey FH, Palmer MR, Strauss KJ, et al. Dosimetry and adequacy of CT-based attenuation correction for pediatric PET: Phantom study. Radiology, 2007,243(1):96-104.

[13] 董薇，李眉，戴皓洁，等. SPECT 和 CT 融合骨显像在小儿神经母细胞瘤中的应用. 中华核医学杂志，2011,31(6):386-389.

[14] 邵虹，施美华，王静蕾，等. 骨显像在儿童常见恶性实体瘤骨转移中的应用. 中华核医学杂志，2007,27(5):275-277.

[15] 赵瑞芳，董岿然，李益卫，等. 骨显像在评价小儿神经母细胞瘤骨转移及治疗后随访中的价值. 上海医学影像，2012,21(4):262-264.

[16] 丁献敏，刘保平，韩星敏，等. 全身骨显像在婴幼儿朗格汉斯组织细胞增多症诊断和分期中的应用. 中国医学影像技术，2011,27(6):1276-1278.

[17] 焦建国，孙珂. 全身骨显像与 CT 对儿童神经母细胞瘤骨转移的诊断价值. 郑州大学学报(医学版)，2012,47(4):540-541.

[18] 林琳，郑容，刘琳，等. SPECT/CT 对骨显像疑难病灶的诊断增益分析. 中国医学影像技术，2014,30(4):560-563.

[19] Stauss J, Hahn K, Mann M, et al. Guidelines for paediatric bone scanning with ^{99m}Tc-labelled radiopharmaceuticals and ^{18}F-fluoride. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2010,37(8):1621-1628.