



中华医学会核医学分会

技术与继续教育学组

中华医学会核医学分会第十一届委员会
技术与继续教育学组
系列专家讲座

FDG PET/CT 肿瘤显像规范化应用指南
解读

Interpretation of FDG PET/CT procedure guidelines for tumour imaging

专家姓名 王茜

专家单位 北京大学人民医院

专家照片



- 医学博士，主任医师，硕士生导师
- 北京大学人民医院核医学科主任
- 北京大学医学部核医学系副主任
- 中国医学影像技术研究会副会长，核医学分会主任委员
- 中华医学会核医学分会委员
- 中国医师协会核医学分会委员
- 中国核学会核医学分会理事、委员
- 中国医学装备协会核医学装备与技术专业委员会常委
- 北京医学会核医学分会副主任委员
- 北京市住院医师规范化培训专家组成员



内容

前言

目标

相关概念

常见临床适应证

监管方面的问题

人员资质和责任

规范的检查程序

记录与报告

感兴趣区定义

质量控制和机构间PET/CT系统性能协调

患者的辐射暴露

其他注意事项

GUIDELINES

FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0

Ronald Boellaard · Roberto Delgado-Bolton · Wim J. G. Oyen · Francesco Giammarile · Klaus Tatsch · Wolfgang Eschner · Fred J. Verzijlbergen · Sally F. Barrington · Lucy C. Pike · Wolfgang A. Weber · Sigrid Stroobants · Dominique Delbeke · Kevin J. Donohoe · Scott Holbrook · Michael M. Graham · Giorgio Testanera · Otto S. Hoekstra · Josee Zijlstra · Eric Visser · Corneline J. Hoekstra · Jan Pruim · Antoon Willemsen · Bertjan Arends · Jörg Kotzerke · Andreas Bockisch · Thomas Beyer · Arturo Chiti · Bernd J. Krause

Received: 10 November 2014 / Accepted: 12 November 2014 / Published online: 2 December 2014
© The Author(s) 2015. This article is published with open access at Springerlink.com

Abstract The purpose of these guidelines is to assist physicians in recommending, performing, interpreting and reporting the results of FDG PET/CT for oncological imaging of adult patients. PET is a quantitative imaging technique and therefore requires a common quality control (QC)/quality assurance (QA) procedure

to maintain the accuracy and precision of quantitation. Repeatability and reproducibility are two essential requirements for any quantitative measurement and/or imaging biomarker. Repeatability relates to the uncertainty in obtaining the same result in the same patient when he or she is examined more than once on the same

R. Boellaard (✉) · O. S. Hoekstra
Department of Radiology & Nuclear Medicine, VU University
Medical Centre, De Boelelaan 1117, 1081 HV Amsterdam, The
Netherlands
e-mail: r.boellaard@vumc.nl

S. F. Barrington · L. C. Pike
PET Imaging Centre, St Thomas' Hospital, Division of Imaging
Sciences and Biomedical Engineering, King's College London,
King's Health Partners, London, UK

W. A. Weber
Department of Radiology, Memorial Sloan Kettering Center, New
York, NY, USA

R. Delgado-Bolton
Department of Diagnostic Imaging (Radiology) and Nuclear
Medicine, San Pedro Hospital and Centre for Biomedical Research of

目的

- 帮助医生推荐、执行、解释和报告成人患者肿瘤显像结果

必要性

- PET是一种定量成像技术，因此需要一个共同的质量控制（QC）/质量保证（QA）程序保证其准确性和定量精度。
- 可重复性和再现性是一切定量测量和/或生物标记成像的两个基本要求。

相关概念

全身成像



颅顶—脚

躯干成像

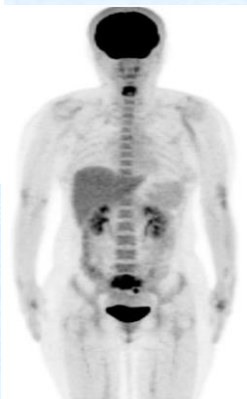


颅底—大腿中部

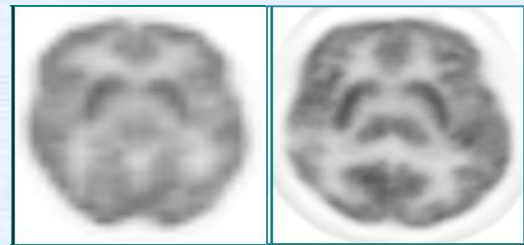
局部成像



专用脑成像+
全身/躯干成像

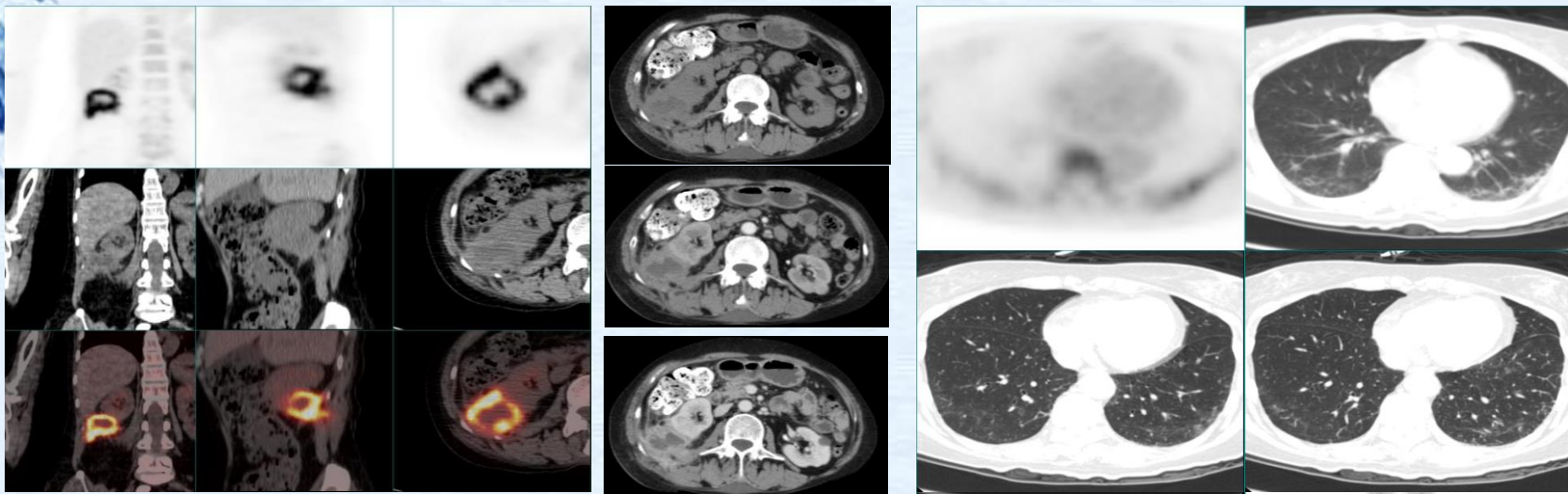


颅顶—大腿中部



CT衰减校正和散射校正

- 低剂量CT：仅用于衰减校正和相关解剖发现
- 诊断CT：用于专门的放射诊断



常见临床适应症

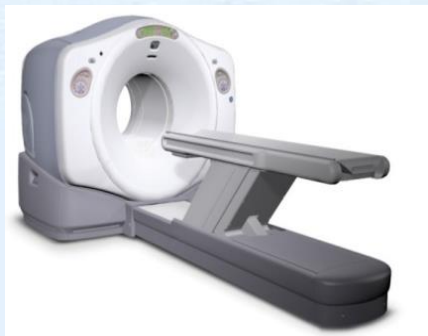
包括但不限于:

- 良性与恶性病变的鉴别
- 首先发现转移性病变或出现副肿瘤综合征, 寻找未知原发肿瘤
- 已知恶性肿瘤的分期
- 已知恶性肿瘤治疗疗效监测
- 明确查体或其他影像检查发现的残留病灶性质 (肿瘤/纤维化/坏死)
- 检测肿瘤复发, 特别是在肿瘤标志物升高的情况下
- 选择最有可能产生活组织检查诊断信息的肿瘤区域
- 指导放疗计划

规范的检查程序

审核申请单

- 应包括足够的医疗信息，显示出行PET/CT检查的必要性
- 至少包括诊断和显像目的



询问病史

- 已知肿瘤类型和部位
- 肿瘤相关伴发疾病（感染、炎症和糖尿病）
- 神经、精神疾患相关表现，包括疑似副肿瘤综合征
- 身高和体重
- 血糖，日期，时间
- 当前和近期使用的药物，如抗糖尿病药物、皮质类固醇、生长因子和镇静药
- 其他影像学检查结果
- PET/CT检查前24-48h静脉造影剂使用史或特殊准备
- 造影剂过敏史
- 肾功能



患者准备和预防措施

怀孕:

- 对已知或疑似怀孕女性受检者应权衡利弊，判断其检查合理性
- 国际放射防护委员会（ICRP）报告FDG（7mCi）对非妊娠子宫的吸收辐射剂量为4.7mGy
- 排卵后10天孕检可能对决定有帮助



母乳喂养:

- ICRP不建议FDG注射后停止母乳喂养，因为FDG很少分泌到乳汁中
- 建议注射FDG后的12小时内限制母子间接触，以减少婴儿受到来自乳房FDG蓄积所致的外照射
- 注射前喂饱婴儿，最大限度延长下次哺乳间隔时间
- 12h内可以奶瓶喂母乳



患者指导：

- 非糖尿病患者检查前禁食>4h，最好前一天晚吃清淡饭菜；计划下午检查者可吃一顿清淡早餐。
- 充分的预水合作用可降低尿液中FDG浓度，建议注射前2h内饮水1升，需要时水中可加入口服造影剂。
- 不推荐咖啡或含咖啡因的饮料，因可能含有简单的碳水化合物成分。
- 注射前至少4h停止肠外营养和含葡萄糖的静脉给液。
- 注射后药物摄取期患者应保持坐姿或平卧（特别是头颈部肿瘤患者），应尽量减少肌肉摄取FDG。
- 注射前30-60min、FDG摄取期及检查中患者应持续保持体温，减少棕色脂肪FDG蓄积（特别是冬季或房间有空调时）。
- 检查前避免剧烈运动至少6小时，最好24小时。

FDG注射前血糖水平:

- 禁食可降低血糖，维持胰岛素低水平（减少非肿瘤细胞的葡萄糖摄取），但对于血糖不稳定或难以控制的糖尿病患者，高血糖不是绝对禁忌症。
- FDG注射前必须测量血糖
- 使患者血糖水平在到达成像中心前维持在4 - 7 mmol/L，可能会避免必要的等待。
- 对于临床检查：血糖 <11 mmol/L可进行； ≥ 11 mmol/L应根据患者的情况和正在进行的检查重新安排时间或取消检查。
- 对于临床研究：推荐血糖水平7~8.3mmol/L；研究方案中应规定上限。
- 应该说明报告的SUV是否被葡萄糖校正，记录和报告血糖水平。

使用胰岛素降血糖：

- 给予胰岛素降血糖时应根据给药类型和途径推迟显像时间，施用胰岛素与注射的间隔时间应 $>4h$ ，否则会导致更多的肌肉摄取。
- 优选的给药途径是皮下注射。
- 推荐使用速效胰岛素（15min入血，60min达高峰，作用2-4h）。

糖尿病患者

II型糖尿病（口服药物控制）：

- PET/CT最好安排在上半晚些时候进行
- 患者必须遵守上述禁食规定
- 维持口服药物控制血糖；如需使用静脉造影剂应在检查过程中至检查后48小时内停用二甲双胍。



I型和胰岛素依赖性II型糖尿病

- 与患者和主治医生协商，尽量使检查前血糖水平控制到正常水平
- 安排检查有三种方式：

上午晚些时候或中午

- 早上正常吃早餐并注射常量胰岛素
- 此后除规定饮水外不进食额外食物或液体
- 皮下注射速效胰岛素后4 h或短效胰岛素6 h后注射FDG。使用中效和/或长效胰岛素后的同一天不建议注射FDG

清晨

- 前一天晚上给与的中效胰岛素不影响PET/CT检查，糖血尚处于被控状态（建议使用）；但若使用长效胰岛素可能会有轻微干扰
- 患者在检查后吃正常的早餐并注射常量胰岛素

对连续输注胰岛素的患者

- 检查应尽量安排在早上进行
- FDG给药前至少关闭胰岛素泵4h
- 检查后患者可以吃早餐并开启连续的胰岛素输注

特殊情况下保证图像质量的建议：

- 镇静剂可用于头颈部肿瘤患者（减少肌肉摄取）或幽闭症患者；减少棕色脂肪摄取（FDG注射前10分钟静注安定5mg）。
- 心肌及其周边病变观察时需24h内低碳水化合物饮食。
- 全身成像或躯干+脑成像可提高PET/CT的临床价值。
- 水合作用可防止尿路对腹盆腔肿瘤检出干扰，并减少延迟显像或速尿干预；采用导尿的方法时应考虑到尿路感染的风险；骨盆扫描发现病灶应在PET/CT采集后再采集局部CT。
- 增强CT扫描作为FDG/CT检查的一部分时，必须对其适应证和禁忌证进行评估。
- 要考虑到治疗用药对静脉造影剂的作用，注意相关病史。

放射性药物

^{18}F -fluoro-2-deoxyglucose (FDG)

最小推荐注射剂量

床位重叠 $\leq 30\%$

FDG (MBq) = $14 (\text{MBq} \cdot \text{min} \cdot \text{bed}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}) \times$ 患者
体重 (kg) / 每床位采集时间 ($\text{min} \cdot \text{bed}^{-1}$).

床位重叠 $> 30\%$

FDG (MBq) = $7 (\text{MBq} \cdot \text{min} \cdot \text{bed}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}) \times$ 患者
体重 (kg) / 每床位采集时间 ($\text{min} \cdot \text{bed}^{-1}$).

具体考虑:

- 使用高灵敏和先进的设备可适当减低FDG注射量
- 缩短床位采集时间可通过给与较高剂量的FDG调节
- 对体重 > 90 公斤患者应增加床位采集时间，而不是注射剂量，以保证图像质量
- 若PET床位采集时间可单独设置, 胸腹之外的每床位采集时间可适当缩短（至50%）
- 任何情况下FOV内的FDG活度不应超过系统的峰值计数能力，应保持PET图像质量在可接受的范围内

注射FDG和造影剂需配备的物品：

- 体重秤
- 测量高度设备
- 床边血糖仪
- FDG注射用三通阀系统或自动化注射系统需的配套用品
- CT增强扫描用高压注射装置
- 检查室内用一线急救药和设备（根据国家和医院相关规定）
- 人工给药：使用静脉留置装置注射FDG；注射后确保针内中没有残余FDG；至少10ml的生理盐水经三通阀进行冲洗
- 自动给药系统

FDG和造影剂注射管理：

- 报告任何与FDG注射及成像有关的问题（如怀疑注射点有渗出）
- 给药后移除给药管路（随后要注射CT造影剂除外）
- 测量给药管路的残留放射性活度
- 注射后让患者于候诊室安静休息（平躺或座靠）；提供舒适的床、椅子、毛毯；检查前5分钟排空膀胱。
- 脑成像者应被安排在安静、昏暗的房间，给药前几分钟和FDG摄取期不要说话、读书或活动，尽量闭眼。
- 等待期嘱患者饮水500ml，不能口服补水者可静脉注射生理盐水
- 推荐给药至开始采集时间为60min；因疾病和显像目的不同可调整，显像方案记录说明。同一患者重复PET/CT检查（评价治疗反应）时，FDG的摄取时间应控制在基本相同（< 10min），并使用相同机型、采集和处理条件。

图像分析和解释

图像观察和SUV计算：

- FDG PET/CT应同时展示带与不带衰减校正的图及PET与CT融合图；显示器应符合相关技术标准，确保图像观察；图像数据应该存储在认证的PACS系统和并以DICOM格式储存。
- PET图像中是否有FDG摄取均应描述：局限性浓聚灶应描述其摄取程度和解剖大小；CT/其他影像观察到的解剖异常有无示踪剂摄取也很重要，报告该将PET/CT与其他检查结果相关联；疗效评估时图像应以相同灰度或颜色观察。
- 同时观察衰减校正与非衰减校正图像，确定有无造影剂、金属植入物或病人移动造成的伪影。临床试验应事先确定视觉判断标准。
- 除视觉判断，SUV是一种基于体积标准化的肿瘤摄取测量值。推荐使用瘦体重标准化(LBM)后的SUV评价FDG摄取情况（称为SUL）

$$\text{SUL} = \text{ActVOI (kBq/mL)} / \text{Actadministered (MBq)} / \text{LBM (kg)}$$

生理性FDG分布:

- 注射后60min 见大脑、心脏、肾脏及尿路FDG聚集
- 脑对FDG的吸收约为注射活度的7%
- 心肌禁食状态FDG摄取是低的，但可变；葡萄糖负荷状态下摄取FDG
- FDG不同于真正的葡萄糖，由肾脏排泄到尿液中并在尿路中积聚
- 运动或给与血清胰岛素后可使肌肉FDG摄取增加
- 胃肠道摄取FDG多变，服用二甲双胍会增加肠道摄取
- 淋巴组织摄取常见于Waldeyer 's环和回肠和盲肠末端；胸腺在儿童和年轻人可见生理性摄取
- 棕色脂肪摄取在年轻人中常见，尤其当环境温度低时
- 骨骼本身无生理性摄取FDG，但骨髓在接受生长因子治疗及其他原因刺激骨髓增生时，如感染、炎症、贫血、化疗后等，可出现不同程度摄取增高。

生理性FDG分布及解释：

- FDG PET/CT对脑转移检出价值有限，不主要用于检出或排除脑转移。
- 其他肿瘤病变、肉芽组织、感染和炎症过程均可摄取FDG，导致假阳性或假阴性。
- FDG摄取模式、CT形态学标准以及与临床资料的结合，有助于病变良、恶性判断。
- 应重视定量分析、肿瘤代谢体积（MTV）和总病灶糖酵解（TLG）对治疗监测和预后评估的作用。
- 肿瘤FDG摄取值不设诊断下限，而依据肿瘤与周围组织的对比；其影响因素包括：肿瘤病理类型（FDG趋向性）、主要肿瘤细胞体积、静态采集过程中的运动和邻近组织生理性高摄取等。
- 监测化疗反应时显像应与末次化疗至少间隔10天，或尽可能接近下一周期前。

- 生长因子(G-CSF和GM-CSF)的影响 (骨髓摄取)通常在2周以上。
- 由于放射治疗作用持久, PET/CT应在放疗3个月后进行。
- 手术患者若要评估手术区域, 应将检查推迟至少6周, 避免术后炎症反应带来的干扰。
- 用于诊断目的的FDG PET/CT通常使用视觉标准, 临床应用中以SUV评价恶性肿瘤FDG摄取的价值尚未确定, 部分原因是方法学上存有很大的差异。建议在多中心研究中协调定量的FDG PET/CT成像程序, 并协调定量解释标准, 以评估治疗反应。

报告书写

直接沟通

对于延误治疗会引起严重后果的疾病，应直接口头将重要影像发现传达给相关责任人。



书面沟通

口头报告的内容应在病案中做书面记录，并作为PET/CT报告的一部分。



报告内容

检查信息：

- 患者的全名，病历号和出生日期
- 检查名称及检查日期、时间
- 电子病案一般包括以上信息及检查编号。



临床信息：

临床病史应至少包括：年龄，性别，体重，身高，就诊原因和检查目的；并尽可能提供诊断和简短的治疗史；还应总结相关的实验室检查和影像检查结果等。

检查流程的描述:

- 有对照检查时，应记录检查的类型和日期
- FDG注射前血糖水平
- 放射性药物种类、剂量、给药途径和时间、注射部位；受管制的非放射性药物名称、剂量和给药途径；PET/CT机型
- 检查过程：患者接受检查的时间或FDG注射到采集开始的间隔时间；检查野覆盖范围；患者体位。
- CT检查：用于衰减校正和与PET图像进行解剖配准的低剂量CT所见；诊断CT则需更详细地描述检查程序和解剖所见；说明是否用增强CT进行了衰减校正。
- 常规诊断参数的处理过程通常不需要在报告中说明，但对需要额外处理的特殊情况应加以描述，例如运动校正等。

影像所见:

- 图像质量：运动伪影、示踪剂异常生物学分布（肌肉/或棕色脂肪）、注射外漏或高血糖症、CT伪影等。
- 正常组织中病理性FDG摄取的位置，范围和程度（SUV和/或SUL）
- FDG病理性摄取相应部位的CT所见；与本底比较分轻、中或高度摄取。
- 描述CT所有解剖学阳性发现（一些部位FDG PET可能是阴性的）。
- 局限性：根据需要指出可能的干扰因素。
- 结合临床：对临床问题的解答通常在结论中给出，但检查描述中应给出回答临床问题的对应影像信息。
- 补充信息：与既往检查比较，在其他影像和临床信息基础上解读FDG PET/CT会更具价值。
- 疗效评估：记录FDG摄取范围和程度，并与以往检查比较，可使用PERCST标准、五分评分表（评估淋巴瘤治疗反应）或根据临床情况以半定量参数的变化评价。

结论及诊断/印象:

- 明确指出检查为正常或异常
- 直接回答临床提出的问题
- 尽可能给出明确诊断；尽量提供分期（TNM或其他）；说明诊断是否存在不确定性或提出需鉴别的情况
- 在适当的情况下应给出重复检查和/或其他检查的建议
- 对于疗效评估应该使用视觉和/或半定量评估来进行比较
- 对危值报告进行书面记录



规范化操作贯穿于PET/CT检查全过程中



问诊



盯机



阅片



报告



中华医学会核医学分会
技术与继续教育学组



谢谢!

中华医学会核医学分会第十一届委员会 技术与继续教育学组成员名单

组长	姚稚明 缪蔚冰
副组长	王茜 范岩 刘纯
传媒管理	林端瑜 余飞
委员	王闯 程兵 黄斌豪 邓群力 袁梦晖 边艳珠 李忠原 黄占文 张卫方 李凤岐 褚玉 潘建英 程祝忠 梅丽努尔·阿布都热西提 肖欢 武兆忠 杨吉琴 农天雷 徐微娜 苏莉 江勇 董萍 黄谋清 马宏星 耿建华 陈亮 杨治平 肖茜 李梦春 郑堃 李从心 向阳
秘书	李旭 郑山