

SPECT(/CT) 和 PET/CT 临床质量控制 与质量保证的基本要求(2014 版)

中华医学会核医学分会

编写委员会

朱朝晖 100730 北京协和医学院、中国医学科学院北京协和医院核医学科

赵 军 200235 上海,复旦大学附属华山医院 PET 中心

尹大一 100853 北京,解放军总医院核医学科

王全师 510515 广州,南方医科大学南方医院 PET 中心

袁志斌 200233 上海交通大学附属第六人民医院核医学科

赵德善 030001 太原,山西医科大学第二医院核医学科

黄 钢 200127 上海交通大学医学院附属仁济医院

一、总则

为了保证在 SPECT、PET、SPECT/CT 和 PET/CT 检查中获得高质量的图像,以提高检查的准确性,开展质量控制 (quality control, QC) 和实现质量保证 (quality assurance, QA) 有其重要性和必要性。为此,中华医学会核医学分会组织相关专家,在参考相关标准和文献^[1-15]基础上,结合国情制订了本基本要求。

二、设备环境

1. 机房环境和硬件除尘。环境要求主要是以下 3 点:温度、湿度和尘埃。一般情况下,机房要求温度为 20~25℃,湿度为 30%~70%。工作人员平时必须有防尘除尘的意识与习惯,保持机房内环境清洁,定期请专业维护人员进行线路除尘和保养。

2. 常规目测检查、本底评估及污染检测。可用目测法发现明显危及安全或影响系统成像效果的问题,例如电线磨损和准直器表面凹陷等。每日对注射台、检查床和地面等的放射性污染进行检测。

3. 数据库管理。数据库管理分为患者数据清理与数据库重设两部分。数据清理由工作人员定期进行;数据库重设则需要专业工程师完成,重设前一定要完整备份数据。

三、SPECT

1. 能峰。能峰的检查与设置的校正应按固定的方式进行,并长期记录以发现漂移。如果能峰突然发生改变,SPECT 探头可能出现故障,应在临床使用前进行彻底检查和校正。若发现 1 种放射性核素的峰值发生了改变,需同时对其他核素的能窗设置进行校正。

2. 均匀性。均匀性质量控制旨在确认在一定限度内探测器对某均匀辐射的探测效果是均匀的。很多原因都可引起均匀性降低,因此可作为一项通用的性能测试和质量控制指标。检查均匀性的方法分为不使用准直器(固有均匀性检测)和使用准直器(系统均匀性检测)2 种。固有均匀性检测不需要使用面源,操作相对简单,但该方法不能检出准直器本身所导致的不均匀。为实现准确测量和非均匀性校正,应尽量降低由计数统计涨落造成的像素变异。若要实现像素变异系数 $<1\%$,则每个像素的计数应 $>10\,000$ 。对于 64×64 的矩阵,总计数应达 $(3\sim 4)\times 10^8$;对于 128×128 的矩阵,则应达 $(1.2\sim 1.6)\times 10^9$ 。如微分均匀性 $>1\%$,积分均匀性 $>5\%$,应对其进行检查,通常需要进行一系列新的均匀性校正。

3. 分辨率。分辨率检测是为了发现分辨率长期逐渐变差,而非突然改变。维修期间不适当的调整可能会影响分辨率,而对均匀性或其他检测的影响并不明显。

4. 旋转中心。重建程序中设定的旋转轴(或旋转中心)应与机械旋转轴准确一致,从而避免分辨率的损失和重建图像的变形。旋转中心补偿在重建过程中很容易校正,因此明确旋转中心并保持其在一定时期内稳定非常重要。

5. 模型测试。Jaszczak 和脑 Hoffman 等模型测试是为了评估 SPECT 系统的整体性能。所包含的均一部分是为了探测环形伪影,不同大小的冷球是为了评估对比度,还包含冷和(或)热棒,以分析其探测性能。通常,在模型中注入 400~600 MBq 的 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ 。为获取具有较高计数的图像,采集时间一般大于 30 min。这些模型测试在发现 SPECT 性能整体缓慢

降低尤为重要。要求在 SPECT 系统以最佳状态运作时(如验收测试期间)进行一次参照扫描。后续模型扫描应在相同的条件下进行,并与参照扫描对比,以发现 SPECT 性能的改变。

6. 检查过程。涉及以下环节。(1) 显像药物的质量控制、给药剂量及给药途径;根据不同的显像组织器官、部位、评价目标等因素选用适宜的显像药物。而显像药物的高纯化纯、给药剂量及给药途径的正确选择均是获得高质量图像的重要保证。此外,给药的成功率也是不可忽视的主要因素之一。

(2) 检查前受检者准备:受检者检查前充分的准备是确保显像成功的重要因素之一,不同组织器官的显像准备有不同的要求。怀孕或哺乳期妇女若必须进行检查,需告知其风险。

(3) 图像的采集条件:包括选用仪器的采集模式、准直器的选择、能峰和窗宽的设置、受检者体位、显像部位及注射药物后显像时间的确定、显像程序的采用等。

(4) 图像采集过程:完美的图像采集可以获得高质量的图像,不仅有清晰的图像对比度,更重要的是能够得到准确诊断疾病的信息。在完成常规显像后,应根据不同的显像器官,适时增加图像采集的部位、体位和靶器官定位,必要时可进行局部断层、延迟显像以及 CT 定位等。

7. SPECT 图像。在完成图像采集后,选用最佳图像,其应包括较高的图像清晰度、适宜的采集体位及高的靶与非靶比值等。书写诊断报告时应选用影像清晰、分辨率高和质量好的图像,且应具有诊断代表性,并与结论直接相关。若有 CT 检查结果,应与诊断结论相一致的阳性部位 CT 结果和二者的融合图像一并给出。在细节方面,图像内应含有患者的姓名、年龄、性别、检查号、显像日期、采集时间、采集器官或脏器、显像剂名称、单位名称、所用仪器等,不同采集体位要标识清楚,肾动态显像应标识出显像药物的注射剂量。

8. SPECT 报告。图像采集结束后,获得 1 份高质量的检查结果报告单是核素显像的最终目标。检查报告单是前期各项检查过程工作的最终反映和总结,应高度重视和认真对待。核医学显像报告单常见有 2 种书写格式:(1) 图文报告格式,报告中含有图像;(2) 非图文报告格式,即文字报告格式,图片另外提供,可为胶片或纸质图像。文字报告一般由六部分组成:报告常规内容、受检者简要临床病史、显像技术、影像所见、诊断意见(结论)及医师签名。① 报告常规内容:包括患者姓名、性别、年龄、病历号或住院号、检查号、临床诊断、检查名称、放射性药物、剂量、给药途径、检查日期和所用仪器等。在上述各项内容填写完毕后应进行逐项核对,避免错误;② 简要临床病史:包括发病时间,重要的临床阳性症状、体征,主要疾病诊断结果以及治疗情况等;③ 显像技术:包括主要的显像前要求、影像的采集方式、时间、显像技术(包括 SPECT 和 CT 的技术条件)及其他介入性程序等;④ 影像所见:要准确描述影像中所发现的阳性结果和重要的阴性结果,以及一些重要的客观定量指标值。复查者应与以前同一检查结果进行比较;⑤ 诊断意见或结论:在诊断意见或诊断结论中,要明确诊断的结论,可能的临床实际意义,尽量避免模糊结论或无结论的诊断意见,必要时给出鉴别诊断。对诊断不明确者,提出进一步检查的建议意见或建议随访;

⑥医师签名:包括报告医师和审核医师。

四、PET

1. PET 的基本质量控制。各仪器公司均已将 PET 的质量控制做成了程序化模块,只需按要求启动相应程序定期检测即可。主要内容为:(1)常规每日质量控制:空扫或带放射性扫描;(2)均匀性:用桶源按设定程序采集和测试;(3)标准摄取值(standardized uptake value, SUV)校正:用特定的水模完成,使得各个层面测量的 SUV 在 0.9 至 1.1 之间(按实际给药输入后的理论值设为 1.0);(4)模型测试(热区和冷区模型、体模、脑 Hoffman 模型)。而系统灵敏度、空间分辨率、散射分数等在验收和大修后进行,或作为年检指标,不作为常规质量控制推荐。

2. ^{18}F -脱氧葡萄糖(flurordeoxyglucose, FDG) PET(PET/CT)肿瘤显像适应证。肿瘤的临床分期及治疗后再分期;肿瘤治疗过程中的疗效监测和治疗后的疗效评价;肿瘤的良、恶性鉴别诊断;肿瘤患者随访过程中监测肿瘤复发及转移;肿瘤治疗后残余组织与治疗后的纤维化或坏死的鉴别;已发现肿瘤转移而临床需寻找原发灶;不明原因发热、副癌综合征、肿瘤标志物异常升高患者的肿瘤检测;指导放疗计划,提供有关肿瘤生物靶容积的信息;指导临床选择有价值的活组织检查部位或介入治疗定位;有肿瘤高危因素人群的肿瘤筛查;肿瘤治疗新药与检查新技术的客观评价;恶性肿瘤的预后评估及生物学特征评价。 ^{18}F -FDG PET/CT 对不同类型的肿瘤其检查灵敏度不同,多种显像剂联合应用,可提高诊断的准确性。

3. ^{18}F -FDG PET/CT 肿瘤显像检查过程。(1)显像剂:①放射性药物: ^{18}F -FDG 放化纯要求 $>95\%$;②放射性药物剂量:成人一般静脉给予剂量为按体质量 $2.96\sim 7.77\text{ MBq/kg}$,儿童酌情减量,因显像仪器等不同,剂量可根据情况进行适当调整;③给药方法及途径:大多采用静脉注射法。一般先建立静脉通道,用生理盐水检查通道畅通后,注入显像剂,并用生理盐水将通道内的放射性药物冲洗干净。注射部位应尽量选用病灶对侧手臂静脉,注射时防止注射点显像剂外漏,以免影响显像结果及定量分析。

(2)受检者准备:①检查前应禁食 4~6 h,禁喝含糖饮料(可不禁水),含有葡萄糖的静脉输液或静脉营养也须暂停 4~6 h;②测量体质量和身高;③测定血糖浓度,血糖水平原则上应低于 11.1 mmol/L ,如果血糖大于此值应先调整至此值以下后再进行检查,或者控制好血糖后重新预约检查时间。需要静脉注射胰岛素的患者,一般应在注射胰岛素 2 h 后再注射 ^{18}F -FDG,具体情况可根据胰岛素的类型与给药途径而定;④CT 对比剂的应用,对怀疑有胃肠道及盆腹部病变的患者,显像前可口服阳性或阴性对比剂;对于怀疑有肝脏、肾脏及头颈部肿瘤等患者,可根据临床需要使用静脉对比剂。需要静脉注射 CT 对比剂时,应按 CT 增强扫描相关要求要求进行。

(3)采集病史:①对于女性患者要了解有无怀孕、哺乳。孕妇原则上应避免 PET/CT 检查,哺乳期妇女原则上应慎用 PET/CT 检查。若因病情需要而必须进行此项检查时,应详细向患者说明可能对胎儿产生的影响,并要求签署知情同意书,哺乳期妇女注射 ^{18}F -FDG 后 24 h 内避免哺乳,并远离婴幼儿;②了解有无糖尿病史、药物过敏史、结核病史、手术史

和最近有无感染等;③详细采集病史,包括恶性肿瘤的部位、病理类型、诊断和治疗的时间(活组织检查、外科手术、放疗、化疗、骨髓刺激因子及类固醇激素的使用情况等)和目前的治疗情况;④了解图像采集期间患者能否静卧,能否将手臂举过头顶,有无幽闭恐惧症史等。

(4)显像剂注射:①注射显像剂前平静休息 10~15 min;②建立静脉通道,确认通畅后,注入显像剂;③对于脑显像, ^{18}F -FDG 注射前应封闭视、听 10~15 min;随后患者应在安静、避光的房间内休息,不要与人交谈;④对于全身显像,注射显像剂后安静休息 45~60 min,以使显像剂在体内代谢达到平衡。在此期间应尽量放松,避免肌肉紧张,以免出现肌肉生理性摄取,干扰诊断;⑤注射后鼓励多饮水,勤排尿,显像前尽量排空膀胱尿液,减少尿液放射性影响对盆腔病变的检出。对于肾脏、输尿管及膀胱病变可给予利尿剂介入后进行延迟显像;⑥显像前尽可能取下患者身上的金属等高密度物体;⑦应激情况下,如运动、紧张或寒冷等刺激可造成受检者出现肌肉紧张、棕色脂肪动员等生理性反应,干扰诊断。患者注射显像剂后应注意保暖、放松,必要时可给予 5~10 mg 安定处理;⑧对于儿童、精神紧张的患者可酌情给予镇静剂,对因肿瘤晚期疼痛难以配合检查的患者可酌情给予止痛剂;特殊情况下在有资质的临床医师陪同下使用麻醉药品;⑨需要静脉注射 CT 增强对比剂时,应按 CT 增强扫描相关要求要求进行。

(5)采集条件:①显像时间通常在注射 ^{18}F -FDG 后 45~60 min 开始进行显像,脑显像可于注射 30 min 后进行,必要时可进行 2~3 h 后的延迟显像;②显像体位常规取仰卧位,尽量双手上举抱头,特殊情况下也可采用其他体位。脑采集时双手放置身体两侧;③预定位扫描,PET/CT 采用 CT 进行预定位扫描;④在 PET/CT 检查中,先行 CT 扫描。CT 扫描可以用于衰减校正、解剖定位或 CT 诊断。如果 CT 扫描仅用于衰减校正和解剖定位,可采用低毫安秒设置,以减少患者的辐射剂量;如果用于 CT 诊断,建议采用标准毫安秒设置;⑤PET 扫描采用二维或三维扫描,常规采用静态采集,必要时可进行动态采集,门控采集主要用于心脏和肺显像检查;⑥对于腹部和盆腔的 CT 扫描,可口服对比剂,以提高病变的检出率,口服的对比剂可以是阳性对比剂(如碘化对比剂),也可以是阴性对比剂(如水)等。但高浓度的钡剂或碘化对比剂的聚集可产生衰减校正伪影,出现相应部位显像剂浓聚的假象,应注意避免及识别。通常口服低浓度的阳性对比剂和阴性对比剂不会产生衰减校正伪影,也不影响 PET 图像的质量。必要时,可以应用静脉对比剂进行 CT 增强扫描;⑦PET 和 CT 扫描过程中,患者需保持自然平静的呼吸。有条件者可进行运动校正或呼吸门控采集;⑧放疗定位应注意与 CT 模拟定位的匹配,注意标志点、成像参数、定位专用床和激光定位系统以及呼吸门控技术在精确放疗中的应用;⑨再次就诊显像时,显像和图像处理等条件应尽可能与前次保持一致;⑩图像资料的存贮与保存。

(6)扫描范围:①局部扫描多用于某些脏器(如大脑、心脏等)显像检查,如果已知病灶可能局限于身体某个区域,可进行身体某些部位的局部显像检查;②全身扫描主要用于恶性肿瘤的诊断或评价全身的转移情况。全身扫描范围至少包括从颅顶至大腿中上段。根据病情需要,脑部可单独进行

三维扫描,获得脑以及从外耳道至大腿中部的病灶分布情况。对于怀疑累及下肢的肿瘤,扫描范围应当从头顶至足底,对于怀疑累及上肢的肿瘤,扫描范围应包括双侧上肢。

(7) 常规显像和延迟显像:①常规显像是显像剂引入机体后,在早期对组织脏器的摄取进行图像采集,称为常规显像。不同的显像剂被不同的组织脏器摄取,代谢的速度不同,常规显像的时间点也不一样;②延迟显像是相对于常规显像而言,在常规显像后经过一定的时间间隔进行的显像。显像剂不同,延迟显像的时间点也不同。FDG 一般选在常规显像后的 1~2 h。通过比较常规显像与延迟显像病灶内显像剂积聚量的增减,分析组织脏器及病灶对显像剂的代谢、清除速率等,为肿瘤良恶性的鉴别诊断提供依据,也有助于胃肠道生理性浓聚与肿瘤的鉴别。

(8) 图像重建:PET 图像重建常用滤波反投影法(filtered backprojection,FBP)和有序子集最大期望值迭代法(ordered subsets expectation maximization,OSEM)2种方法,目前主要采用 OSEM。飞行时间(time of flight,TOF)技术是降低图像噪声的有效方法。重建的图像可用横断面、冠状面和矢状面显示,也可以用旋转的最大密度投影(maximum intensity projection,MIP)图像显示。CT 采用标准法重建。

4. PET/CT 报告。(1)一般资料:患者姓名、性别、年龄、科别、住院号、病区、病床、门诊号、检查号、临床诊断、检查日期、报告医师和审核医师签名、报告日期等。

(2) 病史:简要记录病史资料及疾病诊治情况,明确 PET/CT 检查目的。

(3) 检查名称、方法或技术:患者空腹及禁食时间、基础血糖、放射性药物的名称、剂量、给药方式、部位和注射至显像的时间、其他药物使用情况。检查范围及患者体位;CT 透射扫描模式;是否口服或静脉给予对比剂等,需说明其名称、浓度、体积和给予方式;PET 发射扫描模式:每个床位采集时间、层厚、重建参数等;是否行延迟显像等。

(4) 图像质量评价:高质量的图像应基本信息显示正确,图像对比度、清晰度良好,无伪影,符合诊断要求。

(5) PET/CT 影像学表现:分别描述 PET 及 CT 的影像学表现,包括病变的位置、形态、大小、数目、密度、与邻近组织器官的关系,描述放射性浓聚程度及最大 SUV(maximum SUV, SUV_{max})和(或)平均 SUV(mean SUV, SUV_{mean})等。如果多次检查应进行对比分析。

(6) 结论或诊断:①要与 PET/CT 影像表现描述相对应;②按肿瘤 TNM 分期的顺序分别进行描述;③主要病变先描述,次要病变后描述;④对于良性病变可根据对身体的危害程度分别给出相应的诊断;⑤对于 2 次或多次检查的患者应进行前后比较;⑥尽可能给出明确的疾病诊断,必要时给出鉴别诊断,对诊断不明确者,提出进一步检查的建议意见或建议随访。

(7) 报告的审核与签发:报告者的医师资格应符合有关规定;三级医院由副高或以上职称医师进行复核。

五、多模式设备中 CT 部分

1. 球管预热和空气校正。球管需要预热到正常的工作温度,才能保证射线质量,呈现最佳工作状态,并以此确保恒定的高质量图像。球管预热依照提前预设好的曝光条件运

行,球管预热不但能降低图像伪影的可能性,同时还有助于延长自身的使用寿命。球管预热的执行时间是每次开机后,或者在开机状态超过 2 h 没有作任何扫描、下一次扫描之前进行。球管预热和空气扫描前要去掉扫描视野内的任何物体。由于断电而执行的球管预热,一定要等探测器温度恢复正常后进行。

CT 值是根据物质对 X 线的吸收系数来定义的,其单位为 HU,范围一般在-1 000~+1 000 之间。空气的 CT 值为-1 000,骨的 CT 值为+1 000,水的 CT 值为 0。水的 CT 值校正通常用供应商提供的水模来进行,水模内不能有杂质和气泡,否则可能影响 CT 值的测量精度。

2. CT 的图像噪声。在完成水的 CT 值测量后,利用相同的图像,测量较大范围水的 CT 值,用该范围内水的 CT 值的标准差表示该 CT 扫描仪的图像噪声。标准差越小,表明图像噪声越小。

3. 水的均匀性。水的均匀性为 CT 扫描视野中 CT 值的均匀性。通过测定、比较水模周边几个感兴趣区(region of interest,ROI)与中心同样大小 ROI 的 CT 值的差异进行评价。

4. 与 SPECT 或 PET 的配准精度。图像配准是将 SPECT 或 PET 与 CT 图像经过变换处理使其空间位置坐标相匹配。配准的精度要定期检测和校正,使其符合要求。

六、其他

1. 放射防护的质量控制。放射防护是核医学工作中的重要内容之一,包括对工作人员和检查对象的防护,特别是对儿童、育龄妇女和哺乳期女性的慎重选择等。在执行日常工作过程中,尽可能少地受到辐射损害是放射防护的最主要目标,做好日常工作中的放射防护是确保核医学专业工作人员、患者、患者家属及其他社会人员身心健康的重要保证。辐射防护的质量控制工作包括防护设施的准备和使用、工作前检测、工作中预防和工作结束后的检测和处置。

(1) 辐射防护设施的准备、安装和使用:配备和安装具有足够防护能力的防护设施是确保辐射防护的最基本保障。

(2) 工作前测定:在工作人员进行显像操作前,应首先使用专用放射性防护探测设施,如放射性表面沾污仪、X- γ 射线探测仪等对工作场所(尤其是放射性核素发生器室和源库)进行必要的检测,以防放射性核素泄露。若工作前检测结果明显异常,先行记录,再积极寻找和分析异常原因,并对放射性药物污染的地方进行合理处置。

(3) 工作中预防:在工作前检测结果为安全正常的情况下,工作人员可进入高活性区工作场所进行日常操作。操作前应在工作服外面穿戴防护用品,如铅衣、铅围脖、铅眼镜等,佩戴个人剂量仪和个人辐射报警仪。同时,戴一次性胶皮手套。在给予受检者放射性药物时,将含有放射性药物的注射器针管置于注射铅套中,而在转运放射性药物时应使用铅盒。给受检者静脉注射放射性药物时,必须使用具有防护作用的专用注射台。如果需要床旁注射或遇到较难完成进针注射的患者时,需事先使用含有生理盐水的注射器建立静脉通道。

(4) 工作结束后的测定和处置:在每日工作结束后,应该使用放射性表面沾污仪和 X- γ 射线探测仪对个人和整个工作区域进行放射性探测,以寻找和排除放射性药物泄漏和污

染区域,并记录。在发现污染区域后,根据放射性测定计数来判断污染的严重程度,若达到警戒标准(2.5 μSv/h)就应采取措施,积极处置,同时寻找和分析污染原因。首先将污染区域进行封存,设立禁行标志,然后根据不同的放射性核素污染物采取相应的处置方式。

2.放射性药物的质量控制。放射性药物的质量控制对检查结果的准确性影响很大。从放射性药物配送中心购买标记好的药物的单位,应向供应商索要每支药物的标签,并与受检者的检查资料一同保存,使得每支药物的使用可以溯源;购买核素发生器自行标记显像剂的单位,需自行进行放射性药物的质量控制检测。

3.设备和放射性诊疗许可及人员资质审查。(1)设备: SPECT 和 SPECT/CT 为乙类设备,由地方省级卫生行政部门审批发放配置许可证。PET、PET/CT 和 PET/MRI 为甲类设备,由国家卫生和计划生育委员会审批发放配置许可证。放射性活度计和辐射安全监测设备需经有资质的部门定期进行强制性检测。

(2)放射性药品:核医学科必须拥有地方省级药品监督管理部门审批发放的放射性药品使用许可证,在此基础上方可购买、使用放射性药品,进行核素显像和治疗工作。

(3)放射工作人员资质:开展 SPECT(/CT)和(或)PET/CT 检查的医疗机构应单独设立核医学科,核医学科应根据业务开展情况配备医师、技师、护士、物理师和化学师。从事核医学专业的工作人员必须取得当地省级卫生行政部门颁发的放射工作人员证,同时分别具有从事临床医学的医师资格证、执业医师证、技师资格证、护理资格证、放射物理师证书及放射化学师证书等。操作 SPECT(/CT)和(或)PET/CT 的核医学工作人员还应该拥有核医学专业大型仪器设备上岗证。操作 SPECT(/CT)和(或)PET/CT 的人员最好同时拥有 CT 上岗证书。

七、附表

表 1 SPECT(/CT)和 PET/CT 性能质量控制(QC)推荐频率

QC 分类	测试项目	日	周	月	季	年
基本 QC	机房环境控制	●				
	常规目测、本底评估及污染检测	●				
	数据库管理		●			
	硬件除尘					●
SPECT QC	SPECT 探头能峰	●				
	SPECT 探头均匀性	●				
	SPECT 探头分辨率				●	
	SPECT 旋转中心			●		
PET QC	模型测试					●
	常规日质控	●				
	均匀性		●			
	SUV 校正			●		
CT QC	模型测试					●
	CT 球管预热和空气校正	●				
	水的 CT 值校正		●			
	CT 噪声			●		
	CT 均匀性			●		
	与 SPECT 的配准精度		●			

表 2 SPECT(/CT)和 PET/CT 临床 QC 与质量保证检查清单

项 目	内 容
资质审查	☐ 设备的配置许可证 ☐ 放射性药品的使用许可证 ☐ 人员的资格证、执业证和大型仪器设备上岗证等
放射防护	☐ 科室有相关管理制度 ☐ 管理制度及防护设施 ☐ 有相关部门出具的个人剂量监测记录和放射性工作场所检测记录 ☐ 放射性污染预防、检测和处理措施及应急预案
设备的共同基本 QC	☐ 相关管理制度 ☐ 有温度、湿度和尘埃等环境控制记录 ☐ 设备的常规目测和污染检测记录 ☐ 数据库管理等记录 ☐ 发现问题后的处理、改进措施记录
SPECT 性能的 QC	☐ 相关管理制度 ☐ 规定频次的能峰、均匀性、分辨率、旋转中心和模型测试等的监测记录 ☐ 发现问题后的处理、调试、维修记录
PET 性能的 QC	☐ 相关管理制度 ☐ 规定频次的日 QC、均匀性、SUV 校正和模型测试等的监测记录 ☐ 发现问题后的处理、调试、维修记录
CT 性能的 QC	☐ 球管预热和空气校正、水 CT 值校正、噪声、均匀性、与 SPECT 的配准精度等的监测记录 ☐ 发现问题后的处理、调试、维修记录
报告及图像的 QC	☐ 相关管理制度、读片制度和审核制度、疑难病例讨论制度 ☐ 报告的常规内容、受检者的简要病史、病人的准备、放射性药物的名称和剂量、显像技术、影像所见、图像质量、诊断意见及医师签名等 ☐ 发现问题后的处理、改进措施记录

参 考 文 献

[1] 中华医学会核医学分会.肺占位病变¹⁸F-FDG PET/CT 显像技术操作和临床应用指导原则(试行版·2008)[J].中华核医学杂志, 2008, 28; 359-360.

[2] National Electrical Manufacturers Association. NEMA NU 1. Performance measurement of scintillation cameras[DB/OL]. Rosslyn, VA; National Electrical Manufacturers Association, 2001, 2007. <http://www.nema.org/stds/nul.cfm>.

[3] International Electrotechnical Commission. IEC 61675-2. Radionuclide imaging devices-Characteristics and test conditions-Part 2: Single photon emission computed tomographs. Consolidated Edition 1.1[DB/OL]. Geneva; International Electrotechnical Commission, 2005[2014-08-20]. <http://engineers.ihs.com/document/abstract/WDQDHBAAAAAAAAA>.

[4] International Atomic Energy Agency. Quality assurance for SPECT systems. Human Health Series No. 6[DB/OL]. Vienna; International Atomic Energy Agency, 2009[2014-08-20]. http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1394_web.pdf.

- [5] Zanzonico P. Routine quality control of clinical nuclear medicine instrumentation: a brief review[J]. J Nucl Med, 2008, 49: 1114-1131.
- [6] Australian and New Zealand Society of Nuclear Medicine. Minimum quality control requirements for nuclear gamma cameras[DB/OL]. Australian and New Zealand Technical Standards Subcommittee of the Society of Nuclear Medicine, 2013[2014-08-20]. <http://www.anzsnm.org.au/cms/assets/Uploads/Documents/Committees/Technical-Standards/MinimumGammaCameraQCSchedule19Aug2013.pdf>.
- [7] National Electrical Manufacturers Association. NEMA NU 2. Performance measurements of positron emission tomographs(PETs) [DB/OL]. Rosslyn, VA: National Electrical Manufacturers Association, 1994, 2001, 2007 [2014-08-20]. <http://www.nema.org/Standards/Pages/Performance-Measurements-of-Positron-Emission-Tomographs.aspx>.
- [8] International Electrotechnical Commission. IEC/TR 61948. Nuclear medicine instrumentation-Routine tests-Part 3: Positron emission tomographs[DB/OL]. Geneva: International Electrotechnical Commission, 2005 [2014-08-20]. http://webstore.iec.ch/Webstore/webstore.nsf/Artnum_PK/34473.
- [9] International Atomic Energy Agency. Quality assurance for PET and PET/CT systems. Human Health Series, No. 1[DB/OL]. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2009[2014-08-20]. http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1393_web.pdf.
- [10] Atomic Energy Agency, American Association of Physicists in Medicine, American College of Radiology Guidelines and Standards Committee, et al. Technical standard for medical nuclear physics performance monitoring of PET/CT imaging equipment[DB/OL]. Reston, VA: American College of Radiology, 2013[2014-08-20]. <http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/PGTS/standards/MonitorPETCTEquipment.pdf>.
- [11] Delbeke D, Coleman RE, Guiberteau MJ, et al. Procedure guideline for tumor imaging with ^{18}F -FDG PET/CT 1.0 [J]. J Nucl Med, 2006, 47: 885-895.
- [12] Boellaard R, O'Doherty MJ, Weber WA, et al. FDG PET and PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour PET imaging: version 1.0[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2010, 37: 181-200.
- [13] Fletcher JW, Djulbegovic B, Soares HP, et al. Recommendations on the use of ^{18}F -FDG PET in oncology[J]. J Nucl Med, 2008, 49: 480-508.
- [14] Coleman RE, Hillner BE, Shields AF, et al. PET and PET/CT reports: observations from the National Oncologic PET Registry[J]. J Nucl Med, 2010, 51: 158-163.
- [15] ImPACT Information Leaflet No. 1: CT scanner acceptance testing, Version 1.02, 18/05/01[DB/OL] [2014-08-20]. <http://wenku.baidu.com/view/9699974be518964bcf847c87.html>.

(收稿日期:2014-08-26)