



团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

=

正电子发射断层显像/磁共振成像 (PET/MR) 全身一体化临床扫描规范

Hybrid PET/MR clinical scanning standards for whole body

(工作组讨论稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国生物医学工程学会 发 布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 ¹⁸ F-FDG 一体化 PET/MR 全身扫描过程	2
5 检查前准备	2
5.1 检查前患者准备	2
5.2 接诊医生工作	2
6 放射性探针注射	2
7 PET/MR 检查扫描流程	3
7.1 患者信息录入	3
7.2 患者进入检查间前注意事项	3
7.3 患者摆位	3
7.4 扫描参数设定	3
7.3.1 PET 扫描	3
7.3.2 MRI 扫描	3
8 检查后注意要点	3
8.1 图像质量判断	3
8.2 延迟扫描判断	4
8.3 检查后注意事项	4
附 录 A （资料性） 一体化 PET/MR 全身扫描基本序列参数	错误！未定义书签。
参 考 文 献	6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国生物医学工程学会提出。

本文件由中国生物医学工程学会知识产权与标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：首都医科大学宣武医院、中日友好医院、厦门大学附属第一医院、北京邮电大学、北京大学肿瘤医院、南京市第一医院、中山大学肿瘤防治中心、上海长海医院、华中科技大学附属同济医学院附属同济医院。

本文件主要起草人：卢洁、闫少珍、崔碧霄、张春、马国林、汪建华、刘勇、赵坤、杨志、王峰、林晓平、左长京、朱小华。

引 言

一体化正电子发射断层显像/磁共振成像（PET/MR）是集PET和MRI为一体的大型设备，一次扫描能够同时获得2种图像，实现结构、功能和分子影像在时间和空间的最佳配准，提供代谢和功能等的综合信息。与PET/CT相比，一体化PET/MR既有成像具有独特的优势，又可明显降低辐射剂量，对全身疾病的临床应用和研究提供了更先进的方法。

一体化PET/MR也给医师和技师带来了挑战，既要熟悉核医学的知识，又要掌握MRI的原理、操作及诊断。目前，一体化PET/MR已经逐渐进入临床应用，全国已有将近100台PET/MR安装并用于临床，但由于PET/MR操作技术的复杂性，尚未形成规范化的检查流程。为规范临床2-脱氧-2-[^{18}F]氟-D-葡萄糖(^{18}F -FDG)一体化PET/MR全身临床扫描流程，特制订本文件。

正电子发射断层显像/磁共振成像（PET/MR）全身一体化临床扫描规范

1 范围

本文件规定了临床¹⁸F-FDG一体化PET/MR全身扫描，包括患者检查前准备、放射性探针与MRI增强对比剂注射流程、PET/MR检查扫描和检查后注意要点。

本文件适用于参与操作临床¹⁸F-FDG一体化PET/MR全身扫描的工作人员，包括医生，技师及相关科研工作者。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

一体化正电子发射断层显像/磁共振成像（Integrated Positron Emission Tomography/Magnetic Resonance Imaging, PET/MR）

将功能代谢显像（PET）与结构成像（MRI）整合于一体的高端医学影像设备，可同时获取组织代谢与解剖信息，广泛应用于肿瘤、神经系统和心血管疾病诊断。

3.2

2-脱氧-2-[¹⁸F]氟-D-葡萄糖（2-Deoxy-2-[¹⁸F] fluoro-D-glucose, ¹⁸F-FDG）

葡萄糖类似物，是PET检查中最常用的放射性代谢示踪剂。

3.3

T1 加权成像（T1-weighted Imaging, T1WI）

以组织纵向弛豫（T1 弛豫）为成像基础，通过设定短重复时间（TR）和短回波时间（TE），让T1弛豫快的组织呈现高信号（亮影），T1弛豫慢的组织呈现低信号（黑影），清晰区分解剖结构。

3.4

T2 加权成像（T2-weighted Imaging, T2WI）

以组织横向弛豫（T2弛豫）为成像基础，通过设定长重复时间（TR）和长回波时间（TE），让T2弛豫慢的组织呈现高信号（亮影），T2弛豫快的组织呈现低信号（黑影），重点凸显病变相关的信号改变。

3.5

液体衰减反转恢复序列（fluid attenuated inversion recovery, FLAIR）

是通过抑制水的信号，使水在T2WI图像上的高信号变为低信号，原有的与水的高信号混杂或近似的信号未被抑制，仍保持高信号。

3.6

扩散加权成像（Diffusion Weighted Imaging, DWI）

利用磁共振成像观察体内水分微观扩散运动的一种成像方法。

3.7

重复时间（Repetition time, TR）

两个相邻的射频激发脉冲间的间隔时间。

3.8

回波时间 (Echo time, TE)

在激励射频脉冲作用后，从横向磁化强度最初产生到形成最大回波信号间的时间间隔。

3.9

基于 MRI 衰减校正技术 (MRI-based Attenuation Correction, MRAC)

通过利用MRI扫描获取的解剖结构与组织信号信息，模拟计算PET成像中光子的衰减情况，对PET原始图像进行衰减校正，抵消组织衰减导致的PET信号失真，让PET代谢定量结果更精准，同时保证 PET 与 MR 图像融合的一致性。

3.10

扫描视野 (Field of View, FOV)

PET扫描时探测器能有效探测伽马光子的空间范围，以厘米 (cm) 为单位。决定了单次扫描可覆盖的身体区域，如全身扫描需FOV (通常60cm)，局部扫描可采用FOV (35cm)。

4 ^{18}F -FDG 一体化 PET/MR 全身扫描过程

^{18}F -FDG一体化PET/MR全身扫描过程见图1。



图1 ^{18}F -FDG 一体化 PET/MR 全身临床扫描过程图

5 检查前准备

5.1 检查前患者准备

检查前患者准备如下：

- 在检查前应至少禁食 6h，禁食期间可以饮用不含糖的水；
- 检查前一天禁酒，禁做剧烈或长时间运动；
- 糖尿病患者应该对血糖浓度加以控制，建议控制在正常范围；
- 患者应说明使用药物的情况，检查当日高龄、体弱行动不便及认知障碍障碍者须家属陪同。

5.2 接诊医生工作

接诊医生工作包括：

- 核对申请单，确认信息、检查目的和检查方案；
- 采集患者身高、体重、血糖；
- 确认有无 MRI 检查禁忌症；
- 告知检查流程、注意事项包括检查安全须知、检查禁忌症；
- 签署检查知情同意书。

6 放射性探针注射

- 核对患者基本信息及增强检查申请单要求；
- 根据体重计算药物注射剂量，按照 ^{18}F -FDG 3.7MBq/kg 静脉注射放射性探针 ^{18}F -FDG；
- 注射完毕后进行视听封闭，调暗休息室灯光亮度，温度控制在 22℃左右，卧床闭目休息至少 40 min，期间避免交谈、进食和咀嚼。

7 PET/MR 检查扫描流程

7.1 患者信息录入

- a) 在登记界面输入患者姓名、ID 号码、体重、身高、年龄、性别和检查部位；
- b) 进入扫描序列选择界面选择全身序列；
- c) 血糖、注射放射性药物名称、注射剂量、注射时间依次输入。

7.2 患者进入检查间前注意事项

- a) 患者应更换衣物，移除首饰与随身物品；
- b) 吸氧患者使用氧气袋；
- c) 患者轮椅、担架、检查床、氧气瓶、监测设备等严禁进入检查间；
- d) 患者禁止使用磁性辅助工具。

7.3 患者摆位

- a) 全身扫描前需佩戴耳塞，以降低检查噪声。
- b) 患者仰卧，头先进，身体左右居中，双手置于身体两侧，于胸前肋弓下放置呼吸门控，训练患者腹式呼吸及呼气末屏气。
- c) 连接头颈联合线圈、全身线圈，线圈之间部分重叠。头顶设置为定位中心，进床至扫描位置。
- d) 检查前患者手握报警球，检查过程中如有不适，手捏报警球通知扫描人员。

7.4 扫描参数设定

常规PET和MRI进行同步扫描，参见附录表1，具体参数如下：

7.4.1 PET 扫描

- a) PET/MR 扫描范围自颅顶到股骨上段，覆盖全身；
- b) PET 扫描为 5 个床位；
- c) 用三维平面定位像的冠状位和矢状位定位 PET 图像；
- d) 扫描时间每个床位 5 min，总计 25 min；
- e) 扫描视野（FOV）60cm，矩阵 192，有效子集 28，时间飞行技术，基于 MRI 的衰减校正，散射校正。

7.4.2 MRI 扫描

- a) MR 和 PET 扫描的定位中心同步，PET 扫描中心确定后，MR 扫描中心无法上下移动，只能左右或前后移动，若该扫描定位中心对于 MR 扫描定位不理想，则需要重新调整 PET 扫描定位中心；
- b) MR 全身成像以横轴位和冠状位为主，每个方向均应包含横轴位 T2 加权成像序列（T2WI）、T1 加权成像序列（T1WI），扩散加权成像（DWI），矢状位快速自旋回波 T2 加权成像（T2WI-FSE），具体参数参考表 1；
- c) 横轴位可根据扫描范围增加扫描层数，相邻两个床位之间的 MR 扫描范围应有 20-30%重叠
- d) 头部扫描需要增加扫描液体衰减反转恢复序列（FLAIR）序列
- e) 横轴位 DWI 序列需添加局部匀场，频率编码为左右方向，b 值一般头颅为 1000，体部为 800；
- f) 胸腹部横轴位 T1WI 序列采用呼气末屏气扫描；
- g) 胸腹部横轴位 T2WI 和 DWI 序列采用呼吸触发技术，需更新呼吸频率。

8 检查后注意要点

8.1 图像质量判断

- a) PET 能区分病灶与正常组织的代谢差异，MR 可明确病灶解剖位置、边界及周围结构关系；
- b) PET 与 MR 图像无错位，病灶代谢信号与解剖定位完全匹配，满足诊断需求。

8.2 延迟扫描判断

- a) 常规扫描病灶代谢不明显、病灶边界模糊，或需鉴别良恶性病变；
- b) 延迟扫描时保持体位与首次扫描一致，避免体位变动导致图像融合偏差；
- c) 扫描后重点对比两次图像的病灶代谢变化，辅助定性诊断。

8.3 检查后注意事项

PET/MR检查后注意事项如下：

- a) 检查后 24 小时内避免与孕妇、婴幼儿及免疫力低下人群密切接触（保持 2 米距离）；
- b) 减少公众场合停留时间，不共用餐具、毛巾等个人物品，降低他人辐射暴露风险；
- c) 24 小时内多喝水（每日 2000-3000ml），促进放射性药物经尿液排出；
- d) 检查后可正常饮食；
- e) 部分人可能出现轻微乏力、头晕，属正常反应，保证充足休息，避免剧烈运动
- f) 检查后 24 小时内不要进行其他放射性检查（如 CT 增强、核素扫描）
- g) 育龄女性检查后 3-6 个月内建议避孕
- h) 糖尿病患者检查后需及时监测血糖，根据情况调整饮食或用药，防止低血糖。

附录 A

(资料性)

一体化 PET/MR 全身扫描基本序列参数

A.1 一体化 PET/MR 全身扫描基本序列参数见表 A.1。

表 A.1

床位	PET 时间	MR 序列	TE/ms	TR/ms	层厚/mm	层间距/mm	视野/mm	矩阵
		全身三维定位像	4.47	8.7	10	4	350×500	192×115.2
Bed 1	5min	横轴位 T2 加权成像 (T2WI)	91	5000	5	1	24×24	288×384
		横轴位 T1 加权成像 (T1WI)	13	2000	5	1	24×24	256×256
		横轴位液体衰减反转恢复 T2 加权成像 (T2WI-FLAIR 脂肪抑制)	94	9000	5	1	24×24	256×256
		横轴位弥散加权成像 (DWI, b 值=1000)	85	5900	5	1	24×24	146×146
		矢状位 T2WI	95	5500	5	1	24×24	307×384
Bed 2	5min	横轴位 T2WI	86	2200	6	0	40×40	320×320
		横轴位 DWI (b 值=800)	78	6400	6	0	40×30	96×128
		横轴位 T1WI	1.24	4.04	3.2	0	42×32	175×320
		冠状位 T2WI	95	1000	6	1.2	40×40	256×256
Bed 3	5min	横轴位 T2WI	86	2200	6	0	40×40	320×320
		横轴位 DWI (b 值=800)	78	6400	6	0	40×30	96×128
		横轴位 T1WI	1.24	4.04	3.2	0	42×32	175×320
		冠状位 T2WI	95	1000	6	1.2	40×40	256×256
Bed 4	5min	横轴位 T2WI	86	2200	6	0	40×40	320×320
		横轴位 DWI (b 值=800)	78	6400	6	0	40×30	96×128
		横轴位 T1WI	1.24	4.04	3.2	0	42×32	175×320
		冠状位 T2WI	95	1000	6	1.2	40×40	256×256
Bed 5	5min	横轴位 T2WI	86	2200	6	0	40×40	320×320
		横轴位 DWI (b 值=800)	78	6400	6	0	40×30	96×128
		横轴位 T1WI	1.24	4.04	3.2	0	42×32	175×320
		冠状位 T2WI	95	1000	6	1.2	40×40	256×256

参 考 文 献

- [1] 卢洁, 赵国光. 一体化PET/MR实操手册(第2版)[M]. 北京. 人民卫生出版社, 2025.
 - [2] 中华医学会放射学分会青年学组, 中华医学会放射学分会心胸学组, 中华医学会放射学分会磁共振学组. 肺部MRI检查和评估专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2025, 59(6): 625-634.
 - [3] 刘晶哲, 于经瀛, 陈敏, 马林, 中国医学影像技术研究会. 磁共振对比剂高压注射技术应用专家共识[J]. 中国医学影像学杂志, 2025, 33(6): 577-582.
 - [4] 中华医学会放射学分会腹部学组. 磁共振胰胆管成像扫描技术及临床应用中国专家共识[J]. 磁共振成像, 2023, 14(4): 1-5, 21.
 - [5] Sundar L K S, Hacker M, Beyer T. Whole-body PET imaging: a catalyst for whole-person research?[J]. Journal of Nuclear Medicine, 2023, 64(2): 197.
 - [6] Guedj E, Varrone A, Boellaard R, et al. EANM procedure guidelines for brain PET imaging using [18F] FDG, version 3[J]. European journal of nuclear medicine and molecular imaging, 2022, 49(2): 632-651.
 - [7] Bogdanovic B, Gafita A, Schachoff S, et al. Almost 10 years of PET/MR attenuation correction: the effect on lesion quantification with PSMA: clinical evaluation on 200 prostate cancer patients[J]. European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 2021, 48(2): 543-553.
 - [8] 胡鹏程, 赵军, 杨志, 王雪梅, 赵长久, 高永举, 卢洁, 王峰, 莫逸, 樊卫, 杜雪梅, 陈曙光, 张政, 石洪成. 肝胆系统PET/MR成像检查规范专家共识[J]. 中国临床医学, 2020, 27(5): 881-885.
 - [9] 陈曙光, 胡鹏程, 樊卫, 莫逸, 王峰, 卢洁, 高永举, 杨志, 赵军, 杜雪梅, 张政, 石洪成. PET/MR全身显像 workflow及协议规划专家共识[J]. 中国临床医学, 2020, 27(4): 713-721.
 - [10] 田嘉禾, 郭启勇. PET/MR [M]. 北京. 人民卫生出版社, 2020.
- 卢洁, 赵国光. 一体化PET/MR操作规范和临床应用[M]. 北京. 人民卫生出版社, 2017.