

肿瘤成纤维细胞激活蛋白 PET 显像操作 专家共识(2026 版)

中华医学会核医学分会 中国医师协会核医学医师分会

通信作者:兰晓莉,华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科,武汉 430022,
Email: hzslxl@163.com;汪静,空军军医大学第一附属医院核医学科,西安 710032,
Email: wangjing@fmmu.edu.cn

【摘要】 肿瘤相关成纤维细胞(CAFs)是实体瘤肿瘤微环境中的重要成分。成纤维细胞激活蛋白(FAP)在 CAFs 特异性高表达,而在大多数正常组织中不表达或低表达,是一种极具前景的肿瘤诊疗靶点。2018 年首次报道核素标记 FAP 抑制剂(FAPI)PET/CT 在 28 种不同恶性肿瘤中具有出色的肿瘤可视化效果,中国自 2019 年开展了大量 FAP PET 相关的临床研究,但不同医疗机构的操作存在差异。鉴于此,由中华医学会核医学分会牵头,基于严谨的文献整理、专家经验,组织专家组进行多次讨论,最终形成该共识,旨在为肿瘤 FAP PET 显像规范化操作和临床推广应用提供指导。

【关键词】 肿瘤;成纤维细胞激活蛋白 α ;正电子发射断层显像术;多数赞同

基金项目:国家科技重大专项(2024ZD0525900,2024ZD0525901,2025ZD1803400,2025ZD1803404)

实践指南注册:国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2025CN990)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20251116-00406

Expert consensus on the operation of fibroblast activation protein PET imaging for tumors (2026 edition)

Chinese Society of Nuclear Medicine, Chinese Association of Nuclear Medicine Physicians

Corresponding authors: Lan Xiaoli, Department of Nuclear Medicine, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China, Email: hzslxl@163.com; Wang Jing, Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of the Air Force Medical University, Xi'an 710032, China, Email: wangjing@fmmu.edu.cn

【Abstract】 Cancer-associated fibroblasts (CAFs) are important components of the tumor microenvironment in solid tumors. Fibroblast activation protein (FAP) is highly expressed in CAFs, while it is not expressed or expressed at low levels in most normal tissues, making it a promising target for tumor diagnosis and treatment. In 2018, it was first reported that radiolabeled FAP inhibitor (FAPI) PET/CT exhibited excellent tumor visualization effects in 28 different malignant tumors. Since 2019, a large number of FAP PET-related clinical studies have been carried out in China, but there are differences in the operations of different medical institutions. In view of this, led by the Chinese Society of Nuclear Medicine, this consensus is formed through rigorous literature review, expert experience, and multiple discussions by an expert group. The aim is to guide standardized operation and clinical application promotion of tumor FAP PET imaging.

【Key words】 Neoplasms; Fibroblast activation protein alpha; Positron-emission tomography; Consensus

Fund program: National Science and Technology Major Project (2024ZD0525900, 2024ZD0525901, 2025ZD1803400, 2025ZD1803404)

Practice guideline registration: Practice Guideline Registration for Transparency (PREPARE-2025CN990)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20251116-00406

20 世纪 90 年代,2 个独立的小组相继发现成纤维细胞激活蛋白(fibroblast activation protein, FAP)在多种实体瘤微环境中的肿瘤相关成纤维细胞(cancer-associated fibroblasts, CAFs)中高表达,而在大多数正常组织中不表达或低表达,开启了 FAP 作为一种新型肿瘤诊疗靶点的序幕^[1]。2018 年,德国海德堡大学团队应用⁶⁸Ga 标记 FAP 抑制剂(FAP inhibitor, FAPI)在 28 种恶性肿瘤中进行 PET/CT

显像,均展现出优异的肿瘤可视化效果,获评 2019 年美国核医学与分子影像学会(Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, SNMMI)年度图像^[2-5]。随后,FAP 在肿瘤核医学的研究备受关注,一系列靶向 FAP 的小分子抑制剂、多肽作为前体被开发、优化,并应用多种放射性核素标记,进行肿瘤的诊断与治疗,为肿瘤精准靶向诊疗提供了新思路^[6]。

最近,SNMMI 和欧洲核医学学会(European Association of Nuclear Medicine, EANM)发布了 FAP PET 显像程序标准/实践指南^[7]。然而,在国内,不同医院和专家对 FAP PET 显像的理解存在差异,如何在肿瘤诊疗中合理且规范地应用 FAP PET/CT (MR)成为一个亟待解决的临床问题。制定我国肿瘤 FAP PET 显像的操作规范已成为迫切需求。

2025 年,中华医学会核医学分会组织撰写本共识,旨在全面梳理肿瘤 FAP PET 显像的规范化操作流程,以期规范临床实践,满足不断增长的临床需求。本共识已在国际实践指南注册与透明化平台(International Practice Guidelines Registry Platform; <http://www.guidelines-registry.org>)注册,注册编号为 PREPARE-2025CN990。本共识包含 5 个方面的内容:(1)共识撰写原则及使用范围;(2)临床适应证与禁忌证;(3)操作程序;(4)图像评估和报告书写;(5)质量控制、安全性及相关的教育问题。本共识主要基于迄今为止发表的文献证据及专家经验,旨在为肿瘤 FAP PET 显像提供临床实践参考。共识的建议并非强制性,未来应在临床实践以及相关证据等级不断优化基础上持续进行更新。

一、共识撰写原则及使用范围

1. 共识发起及工作组。本共识由中华医学会核医学分会牵头,共有 16 名专家参与问卷咨询与调研,涵盖核医学医师、技师及放射性药物的相关专家。所有专家均具有 FAP PET 的临床使用相关经验,其中 12 位主任医师、2 位核医学技师、2 位放射性药物化学师,博士学位占比为 15/16。

2. 文献检索方法。本共识主要基于各医学文献数据库中的相关资料,同时参考国内外权威机构发布的指南共识等。检索英文数据库 PubMed、Web of Science 以及中文数据库中国知网、万方数据库。检索英文关键词“fibroblast activation protein 或 FAP”“fibroblast activation protein inhibitor 或 FAPI”“positron emission computed tomography 或 PET”,中文关键词“成纤维细胞激活蛋白或 FAP”“成纤维细胞激活蛋白抑制剂或 FAPI”“正电子发射型断层显像或 PET”,检索时间截至 2025 年 7 月 30 日。根据显像操作相关问题进行分类整理、证据总结,构建并起草本共识的推荐内容。

3. 共识意见的形成。写作组基于现有证据,综合考虑我国患者的偏好与价值观、干预措施的利弊平衡、资源利用等因素,针对每个操作问题初步形成共识意见,先后于 2025 年 6 月 9 日及 2025 年 8 月

29 日举行 2 轮德尔非法问卷咨询,针对每条共识意见进行投票,投票设置“同意”“中立”和“不同意”3 个选项,并要求参与专家提供选择同意或不同意的主要原因以及修改意见。每次调查结束后,根据专家的反馈意见对“陈述”进行修改或增补。参考 Hassett 等^[8]的共识形成方法,当同意率 $\geq 75\%$ 时,可认为该条“陈述”达成共识;2 轮咨询均未达成共识的条目将被删除。

4. 共识的目标人群和使用人群。本共识推荐意见适用于接受肿瘤 FAP PET 显像的患者。本共识的目标使用人群为各级医疗机构中肿瘤 FAP PET 应用全流程管理的医技护工作人员,如核医学科医师、技师、护士、肿瘤科医师、肿瘤相关内外科医师等专业人员。

5. 共识传播形式及更新计划。本共识起草完成后,共识工作组计划通过以下形式进行学术推广和宣传:(1)在领域学术期刊上公开发表本共识的内容;(2)在相关不同领域全国各级学术会议中对本共识进行详细解读;(3)通过媒体、公众号等进行推广;(4)通过线上媒体和线下共识宣讲会相结合的形式,加深广大医技护人员对共识的理解。此外,共识专家组将根据循证医学证据的不断充实、积累及临床实践需求的不断变化,按需更新本共识覆盖的内容及推荐意见。

二、临床适应证与禁忌证

在肿瘤 FAP PET 显像中,肿瘤分为三类:具有丰富 CAFs 成分的纤维增生性肿瘤、在肿瘤间质和肿瘤细胞上均表达 FAP 的肿瘤、没有显著纤维增生反应的肿瘤^[7]。前两类肿瘤高表达 FAP,适合进行 FAP 显像,尤其适用于¹⁸F-FDG 摄取较低的肿瘤(如印戒细胞癌、黏液腺癌、肝细胞肝癌等),以及¹⁸F-FDG 生理性摄取高的区域(如脑、肝脏、口腔、鼻咽部、胃肠道等)。

根据现有文献报告,FAP 显像对以下肿瘤原发灶和(或)转移灶的探测灵敏度优于¹⁸F-FDG:鼻咽癌颅底侵犯^[9]、喉部鳞状细胞癌(简称鳞癌)^[10]、乳腺癌^[11-12]、肺腺癌/鳞癌^[13-16]、消化系统肿瘤(食管癌^[17]、胃癌^[18-24]、结直肠癌^[19,25-26]、肝癌^[21,27-29]、胆道癌症^[28-30]、胰腺癌^[21,31])、卵巢癌^[32-34]、宫颈癌^[35]、腹膜转移癌^[36]、骨和软组织肉瘤^[37-38]、膀胱癌^[39-40]等。

FAP 显像与常规¹⁸F-FDG 显像相比,病变探测和显像效能相似或 FAP 显像的优势仍有争议的肿瘤包括:胶质瘤^[41]、头颈部癌^[42]、甲状腺癌^[43]、肾

细胞癌^[44-45]、前列腺癌^[46-47]、多发性骨髓瘤^[48]、淋巴瘤^[49-50]、神经内分泌肿瘤^[51]等。

1.适应证。(1)高表达 FAP 肿瘤的诊断与分期^[9-11,13,22,28-39,52-53],如鼻咽癌颅底侵犯、喉部鳞癌、乳腺癌、肺腺癌/鳞癌、消化系统肿瘤(食管癌、胃癌、结直肠癌、肝癌、胆道癌症、胰腺癌)、卵巢癌、骨和软组织肉瘤、膀胱癌等;(2)评估恶性肿瘤腹膜转移^[36,54];(3)指导高表达 FAP 肿瘤放疗规划^[17,22,55-56],辅助临床决策^[11,22,57-58];(4)高表达 FAP 肿瘤随访、监测复发^[32,59-61]。

2.潜在适应证。(1)评估与预测肿瘤治疗反应及疗效^[62-66]、评估预后^[23,29];(2)筛选适合 FAP 靶向核素治疗的患者。

3.禁忌证。由于所有放射性药物均存在对胎儿及婴幼儿造成危害的可能性,妊娠女性为禁忌证。哺乳期女性和儿童为相对禁忌证,若哺乳期必须接受 FAP PET 检查,建议依据使用放射性药物的核素类型及活度,在给药 4~12 h 后再进行母乳喂养,以最小化其对婴儿的影响;如儿童有必要做 FAP PET 检查,应按照体质量注射显像药物。

推荐意见 1:肿瘤 FAP PET 显像适用于高表达 FAP 的肿瘤,尤其适用于¹⁸F-FDG 亲和力和较低的肿瘤和 FDG 高生理性摄取区域的肿瘤显像。妊娠女性为肿瘤 FAP PET 显像禁忌证;哺乳期女性和儿童为相对禁忌证。

三、操作程序

1.病史采集。病史采集为 FAP PET 显像前的患者准备、图像解读和报告分析提供参考依据。病史采集内容主要包括:(1)检查目的;(2)主要症状;(3)手术/活组织检查的病理结果;(4)血生化、血清肿瘤标志物及动态变化;(5)既往影像学检查结果;(6)由于手术、创伤修复等会引起显像假阳性,采集病史时尤其应记录手术或有创操作的方式及范围;(7)肿瘤治疗史;(8)既往史;(9)育龄期女性月经史,需排除妊娠。

推荐意见 2:建议在检查前进行详细完整的病史采集,尤其是手术或有创操作的方式及范围。

2.患者准备。(1)需携带病史及既往检查资料,包括超声、CT、MRI 图像资料及报告,各种实验室检查、病理报告、手术记录、出院小结等,了解患者有无强迫体位,判断是否需要采用特殊体位、扫描特殊部位等。

(2)FAP 显像不会受到血糖水平影响,检查当天可正常进食及服用日常所需药物。

(3)检查当天避免穿有金属物件的衣物,不佩戴金属饰品。

(4)注射前可建立静脉通道,通过留置导管给药,减少显像剂渗漏。

(5)对尿失禁者可预先留置导尿管、尿袋等。

(6)嘱患者检查前适当饮水,促进显像剂排泄。

推荐意见 3:肿瘤患者行 FAP PET 检查前无需禁食;建议适当饮水,以促进显像剂的排泄。

3.显像药物。目前临床上使用的靶向 FAP 的分子探针有很多种,主要为⁶⁸Ga 和¹⁸F 等核素标记。在使用前,需完成必要的放射性药物质量控制;对无菌等无法实时检测的项目,需定期进行追溯性检验,以保证用药安全(表 1)。

推荐意见 4:建议各临床机构根据实际条件选择 FAP 显像剂,并确保制备的显像剂质量控制合格后方可使用。

4.给药方式与剂量。给药方式为静脉注射,注射活度取决于所使用的放射性药物、注射与扫描的间隔时间和使用的机器类型。

对成人患者,⁶⁸Ga 标记显像剂的推荐剂量为 1.85~2.96 MBq/kg(按体质量),通常范围为 100~200 MBq;¹⁸F 标记显像剂的推荐剂量为 3~4 MBq/kg(按体质量),通常范围为 175~275 MBq^[7]。对于儿童患者,目前尚缺乏临床经验,如有需要,总剂量酌减,可按体质量确定药物剂量。

推荐意见 5:FAP 显像剂的给药方式为静脉注射。⁶⁸Ga 标记显像剂的推荐剂量为 1.85~2.96 MBq/kg(按体质量),通常范围为 100~200 MBq;¹⁸F 标记显像剂的推荐剂量为 3~4 MBq/kg(按体质量),通常范围为 175~275 MBq。儿童总剂量酌减,可按体质量确定药物剂量。

5.显像时间。注射⁶⁸Ga 标记药物后,显像时间通常在 20~60 min。对于¹⁸F 标记药物,推荐的显像时间为 30~90 min,可获得较好的图像质量。

推荐意见 6:建议根据 FAP 显像剂类型,在注射后间隔不同时间进行 PET 检查。⁶⁸Ga 标记化合物的显像时间为 20~60 min,¹⁸F 标记化合物的显像时间为 30~90 min。

6.图像采集和重建。扫描前嘱患者排空膀胱,取下身上金属物品。患者取仰卧位,PET/CT 检查体部时双臂上举放置于头颅两侧,头颅检查时双臂置于躯体两侧;PET/MR 显像时双臂置于躯体两侧。若要进行 PET/CT 引导下的放疗靶区勾画,患者体位与放疗定位时保持一致,并在放疗定位模具的辅

表 1 FAP PET 显像常用放射性药物的标记及质量控制标准

项目	分类	
	⁶⁸ Ga 标记显像剂	¹⁸ F 标记显像剂
显像剂名称	⁶⁸ Ga-FAPI-02/04/42/46/74 ⁶⁸ Ga-oncoFAPI ⁶⁸ Ga-FAP-2286	Al ¹⁸ F-FAPI-04/42/74 Al ¹⁸ F-FAP-2286
制备相关		
螯合剂	DOTA	NOTA
核素	⁶⁸ Ga	¹⁸ F
标记 pH 值	3.5~4.5	4.0~4.5
标记温度	90~100 ℃	100~110 ℃
标记时间	5~10 min	10~15 min
纯化方式	不纯化或 C18 固相萃取	C18 固相萃取
质量控制相关		
⁶⁸ Ge 含量	<0.001%	—
物理半衰期	64~72 min	105~115 min
颜色性状	无色、澄明液体	
pH 值	5~8(不纯化的为 4 左右)	
放化纯	≥90%	
乙醇含量	≤10%	
内毒素	≤15 EU/ml	
无菌	符合药典对注射液的无菌要求	
核纯度	γ 能谱图中除 0.511 MeV 和 1.022 MeV 外应无其他峰出现	

注:FAP 为成纤维细胞激活蛋白,FAPI 为 FAP 抑制剂,DOTA 为 1,4,7,10-四氮杂环十二烷-1,4,7,10-四乙酸,NOTA 为 1,4,7-三氮杂环壬烷-1,4,7-三乙酸,EU 为内毒素单位;—表示无数据

助下进行精准定位。图像采集及重建方案见表 2。

常见伪影的识别与解决方法。(1)运动伪影。常见于呼吸运动、咳嗽、吞咽、肢体活动等,PET 图像模糊、重影、错位,融合后 PET 与解剖结构不匹配。解决方法:与患者充分沟通,嘱患者扫描时保持静止,必要时训练患者屏气;采用呼吸门控技术或延迟显像、固定装置;不能耐受的患者可在医师评估后使用短效镇静剂。

(2)金属伪影。金属种植体附近出现条纹或阴影,PET 出现假性高摄取或低摄取。解决方法:扫描前去除患者体表金属物,金属伪影严重的区域对比非衰减校正 PET 图像;必要时使用金属伪影校正算法。

(3)注射外渗伪影。在注射部位出现局灶高摄取。解决方法:注射前确认静脉通畅,注射过程中注意推注速度与患者感受;使用足量生理盐水冲管,确保药物完全进入体内;一旦发生外渗,在报告中说明,避免误判。

(4)设备质量控制不良伪影。出现环形伪影或条纹,图像噪声大,不同时间点 SUV 差异大。解决方法:严格执行每日、每周和每月设备质量控制,定期检查核心部件,保持扫描协议一致性。

推荐意见 7:建议根据 FAP 显像剂类型和所用设备个性化设定每床位 PET 扫描时长,扫描范围通

常为躯干+头颅,根据疾病需求可延长扫描范围至足部;必要时增加局部或延迟显像,确保图像质量符合诊断要求。

四、图像评估和报告书写

1.图像显示和半定量分析。图像分析需要在专门的图像分析工作站完成,以实现 PET、CT(MR)和 PET/CT(MR)图像在轴位、冠状位和矢状位及最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)的可视化,需通过同机 CT/MR 定位 PET 阳性结果。同时,有必要调整显示窗来动态改变 SUV 阈值,以适应显像剂摄取部位或其邻近的高摄取器官(如肾、膀胱、子宫)的摄取变化。使用三维感兴趣区体积(volume of interest, VOI)方法可从所有 PET 层面衰减校正后的结果中获得可疑病灶的 SUV_{max},但目前还没有严格界定的 SUV 阈值能可靠区分良恶性病变。

2.图像解读。FAP 系列探针并非肿瘤特异性显像剂,图像评估应密切结合临床病史。

(1)阳性病灶。对于已确诊恶性肿瘤,行 FAP PET 检查进行分期和再分期的患者,除外生理性摄取和假阳性摄取后,明确高于周围组织本底的局灶性摄取应被视为阳性病变,需考虑肿瘤原发灶和转移灶的可能。

表 2 肿瘤 FAP PET 显像图像采集与重建参数推荐

项目	设备类型	
	PET/CT	PET/MR
扫描范围	躯干+头颅,必要时延长扫描范围至足底	
显像时间	注射后 20~90 min,具体依据显像剂类型,参考推荐意见 6	
采集模式	依次进行低剂量 CT 扫描和 PET 扫描	PET、MR 同步采集
CT/MR 采集条件	低剂量 CT,开启剂量调制模式	MR 采用头颈联合线圈+胸腹盆线圈;序列包括肝脏体积加速采集 T ₁ 加权成像、T ₂ 加权成像(压脂)、b 值为 800 s/mm ² 的 DWI;头部 MR 使用 T ₂ FLAIR 序列,必要时加扫 T ₁ 、T ₂ 、DWI 等其他序列
增强扫描	因诊断所需可在 PET/CT 采集完成以后行 CT 增强扫描	因诊断所需可在 PET/MR 采集完成以后采用 T ₁ 加权序列(压脂)行 MR 增强扫描
采集模式	三维采集	三维采集
采集时间 ^a	每个床位 1~3 min	每个床位 3~6 min
图像重建 ^a	推荐 192×192 矩阵,采用 OSEM 算法,迭代 2~4 次,校正方法包括衰减校正、散射校正、探测器归一化校正、随机校正、衰变校正等;CT 图像重建至少 512×512 矩阵,包含腹部窗宽窗位;有条件时可采用 TOF 技术	推荐 192×192 矩阵,采用 OSEM 算法,迭代 2~4 次,校正方法包括衰减校正、井型校正、探测器归一化校正、随机校正、散射校正、死区校正等;有条件时可采用 TOF 和 PSF 技术
局部加扫/延迟显像	扫描结束后由医师判断图像质量,必要时可加扫局部或在注射后 2 h 行延迟显像	

注:^a可根据扫描设备型号、显像剂类型、注射剂量、衰减时间等进行适当调整;FAP 为成纤维细胞激活蛋白,OSEM 为有序子集最大期望值迭代法,TOF 为飞行时间,DWI 为弥散加权成像,FLAIR 为液体衰减反转恢复,PSF 为点扩散函数

(2)生理性摄取。⁶⁸Ga-FAPI 主要通过泌尿系统排泄,因此在双肾、膀胱中可见显像剂浓聚;¹⁸F-FAPI 除泌尿系统生理性摄取外,另可见胆道系统、肠道的生理性摄取^[11,15]。FAP 显像剂在部分患者的胰腺^[67]有一定的生理性摄取,形式多变,可以为局灶性或弥漫性摄取增高,这与该部位胰岛 α 细胞密度高有关^[68],可能会影响胰腺原发肿瘤的检出率,因此在缺乏 CT/MR 或其他影像学检查证实相应区域存在明确病灶的情况下,不能够单独依靠胰腺局部摄取异常来诊断肿瘤性病变。在女性患者的乳腺、子宫中可见生理性摄取,子宫的生理性摄取可能会影响宫颈及子宫病变的检出,FAP 显像剂在子宫的摄取程度与患者年龄(育龄期、围绝经期、绝经期)、子宫肌瘤及相关的手术史(剖宫产、引产、节育环置入)存在一定关联^[69]。此外,由于肌肉组织中的肌成纤维细胞表达一定量的 FAP,在一部分患者中可见不同程度的肌肉生理性摄取。

(3)假阳性摄取。FAP 在许多重塑组织、增生的良性组织和细胞中高表达,可能产生假阳性结果,且良性/生理性摄取值与恶性肿瘤摄取值之间存在明显重叠,因此需结合 CT 或 MR 等解剖结构影像认真解读显像剂浓聚灶。最主要的假阳性原因包括:炎症反应或感染(如肺炎、近期手术或外伤、反应性淋巴结肿大、肉芽肿性病变等)、纤维化病变(骨髓纤维化、肺纤维化、肝纤维化等以纤维化为病理学特征的病变)、骨关节良性病变^[70]、自身免疫性疾病

[免疫球蛋白(immunoglobulin, Ig)G4 相关性疾病、类风湿关节炎、大血管炎]等。此外,在治疗后的评估中,正在修复的手术切口会摄取 FAP 显像剂^[11],手术后或放疗后假阳性摄取的程度和时间并不明确,暂无推荐适宜的时间窗来进行 FAP 显像,以区分有活性的肿瘤与炎症反应或纤维化过程。

(4)假阴性摄取。常与以下几种原因有关。①肿瘤体积影响:临床 PET 空间分辨率约 3~5 mm,受部分容积效应影响,体积过小的肿瘤可能会出现假阴性结果。②治疗相关改变:近期接受化疗、靶向或免疫治疗可能导致肿瘤组织 FAP 表达抑制改变,引起假阴性。③肿瘤本身特性:部分肿瘤间质成分较少,使 FAP 显像剂摄取水平不高,如部分小肝癌、高分化肝癌、骨髓瘤、淋巴瘤等血液系统肿瘤等。④组织本底摄取干扰:女性子宫、乳腺、肾脏集合系统和膀胱等器官存在生理性高摄取;部分脏器在特殊病理状态下本底摄取增高,如桥本甲状腺炎患者的甲状腺、肝硬化患者的肝脏、慢性胰腺炎患者的胰腺,如果这些脏器内的肿瘤病灶显像剂摄取程度与周围组织本底相当,可能被掩盖而呈现假阴性结果。对于假阴性结果,如不能明确排除恶性肿瘤,可加做¹⁸F-FDG PET 或其他影像学检查或结合临床密切观察。

3.报告书写。报告目的是回答申请医师所关心的临床问题,说明检查的意义,进行初步的诊断,给出可能的鉴别诊断及进一步检查的建议。

报告应包括以下内容。(1)患者基本信息:姓

名、性别、年龄、住院号/门诊号、检查项目、检查日期、检查编号等。

(2)临床信息:患者身高、体质量、临床诊断、简要病史及诊治经过、相关检查及既往影像学结果、检查目的以及需要回答的特定问题等。

(3)显像过程描述:放射性药物名称、剂量、给药方式(静脉注射)、注射部位、显像时间、患者体位、扫描范围等信息;应报告图像的质量,如存在运动伪影、衰减伪影等应进行说明;如果是非标准体位,如被动体位、俯卧位、手臂置于两侧等,应予以说明。

(4)影像学表现的描述:需要注意逻辑性、严谨性;描述病灶的情况和生理性摄取,病灶要首先进行定位,描述病灶的位置、形态、大小、密度、边界、与邻近组织及器官的关系,接着描述 FAP 显像剂摄取的范围(局限性或弥漫性)和强度,并测量病灶的 SUV。报告或结论中应该包括与既往相同显像剂或其他显像剂(如 ^{18}F -FDG 等)PET 检查的对比,必要时还应比较同一病灶对不同显像剂的摄取情况。

(5)诊断意见:按重要性依次给出结论。首先给出检查目的相关的结论,尽可能给出明确诊断,包括原发肿瘤的部位、局部受累情况、淋巴结及远处转移情况,在适当情况下给出鉴别诊断,可提出假阳性或假阴性结果的潜在原因;若不能给出明确诊断,可建议进行进一步检查或随访。其次是其他 FAP 阳性病变,最后按描述顺序列出有解剖学改变但无 FAP 显像剂摄取的其他病变。签发报告的医师资格应符合国家有关规定,三级医院由副高级及以上职称医师审核签发报告。

推荐意见 8:FAP 与 FDG 体内分布特征不同,建议根据显像剂生理性摄取特点及分布规律进行 PET 图像解读。

推荐意见 9:建议根据 FAP 显像剂摄取部位联合 CT 或 MR 的解剖结构图像,并结合临床资料分析阳性摄取灶。

推荐意见 10:建议应用视觉或半定量分析参数对病灶及生理性摄取进行评估。

五、质量控制、安全性及相关的教育问题

核医学医师、技师、护师应该根据临床需求为患者制定合适的、能够获得满意诊断质量图像的最低辐射剂量方案,指导患者积极配合,正确执行检查前、检查中及检查后的注意事项,以达到最好的显像效果。

目前尚未对 FAP 显像剂不同给药活度的辐射剂量进行评估,也没有上限/下限要求。建议在建立

扫描方案时,在确保图像达到满意诊断质量的前提下,尽可能降低辐射剂量,遵循辐射防护最优化,即尽可能低的合理水平(as low as reasonably achievable, ALARA)原则。文献报道的常见 FAP 探针的有效辐射剂量大多低于 0.02 mSv/MBq(表 3),略低于其他常用的肿瘤 PET 探针。

表 3 常见 FAP 探针的有效辐射剂量

显像剂类型	有效剂量(mSv/MBq)	文献
^{68}Ga -FAPi-02	1.80×10^{-2}	[4]
^{68}Ga -FAPi-04	1.64×10^{-2}	[4]
	2.23×10^{-2}	[71]
^{68}Ga -FAPi-46	7.80×10^{-3}	[72]
^{68}Ga -FAPi-74	1.61×10^{-2}	[15]
^{68}Ga -FAP-2286	1.16×10^{-2}	[73]
Al^{18}F -FAPi-74	1.40×10^{-2}	[15]
Al^{18}F -NOTA-FAPi	1.24×10^{-2}	[74]

注:FAP 为成纤维细胞激活蛋白,FAPi 为 FAP 抑制剂,NOTA 为 1,4,7-三氮杂环壬烷-1,4,7-三乙酸

目前未见 FAP 显像剂输注相关的不良反应报道。

推荐意见 11:FAP PET 显像时应遵循辐射防护最优化 ALARA 原则。

利益冲突 编写组成员声明无利益冲突

编写指导委员会(按姓氏拼音顺序):丁虹(《中华核医学与分子影像杂志》编辑部);黄钢(上海交通大学医学院附属仁济医院核医学科);兰晓莉(华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科);李林(四川大学华西医院核医学科);汪静(空军军医大学第一附属医院核医学科);杨志(北京大学肿瘤医院核医学科);张永学(华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科)

编写组组长:兰晓莉(华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科)

执笔:覃春霞(华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科);康飞(空军军医大学第一附属医院核医学科);陈皓鋆(厦门大学附属第一医院核医学科);盖永康(华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科)

共识编写专家组(按姓氏拼音顺序):陈皓鋆(厦门大学附属第一医院核医学科);陈跃(西南医科大学附属医院核医学科);盖永康(华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科);何勇(武汉大学中南医院核医学科);康飞(空军军医大学第一附属医院核医学科);兰晓莉(华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科);李桂玉(空军军医大学第一附属医院核医学科);刘建军(上海交通大学医学院附属仁济医院核医学科);缪蔚冰(福建医科大学附属第一医院核医学科);覃春霞(华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科);阮伟伟(华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科);宋少莉(复旦大学附属肿瘤医院核医学科);汪静(空军军医大学第一附属医院核医学科);王欣璐(广州医科大学附属第一医院核医学科);吴湖炳(南方医科大学南方医院核医学科);杨志(北京大学肿瘤医院核医学科)

参 考 文 献

[1] 兰晓莉. FAPi:构建核医学肿瘤诊疗一体化的新篇章[J].中华

- 核医学与分子影像杂志, 2023, 43(6): 321-324. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230503-00118.
- Lan XL. FAPI will build a new chapter for radiotheranostics in oncology[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 43(6): 321-324. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230503-00118.
- [2] Lindner T, Loktev A, Altmann A, et al. Development of quinoline-based theranostic ligands for the targeting of fibroblast activation protein[J]. J Nucl Med, 2018, 9(59): 1415-1422. DOI: 10.2967/jnumed.118.210443.
- [3] Loktev A, Lindner T, Mier W, et al. A tumor-imaging method targeting cancer-associated fibroblasts[J]. J Nucl Med, 2018, 59(9): 1423-1429. DOI: 10.2967/jnumed.118.210435.
- [4] Giesel FL, Kratochwil C, Lindner T, et al. ^{68}Ga -FAPI PET/CT: biodistribution and preliminary dosimetry estimate of 2 DOTA-containing FAP-targeting agents in patients with various cancers[J]. J Nucl Med, 2019, 60(3): 386-392. DOI: 10.2967/jnumed.118.215913.
- [5] Kratochwil C, Flechsig P, Lindner T, et al. ^{68}Ga -FAPI PET/CT: tracer uptake in 28 different kinds of cancer[J]. J Nucl Med, 2019, 60(6): 801-805. DOI: 10.2967/jnumed.119.227967.
- [6] 陈若华, 黄钢, 刘建军. FAPI PET 分子影像: 微环境重编程可视化开拓肿瘤生物学研究新视野[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2025, 45(12): 705-707. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20251117-00408.
- Chen RH, Huang G, Liu JJ. FAPI PET imaging: visualizing microenvironment reprogramming opens new horizons in tumor biology research[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2025, 45(12): 705-707. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20251117-00408.
- [7] Hope TA, Calais J, Goenka AH, et al. SNMMI Procedure Standard/EANM Practice Guideline for fibroblast activation protein (FAP) PET[J]. J Nucl Med, 2025, 66(1): 26-33. DOI: 10.2967/jnumed.124.269002.
- [8] Hassett MJ, Somerfield MR, Baker ER, et al. Management of male breast cancer: ASCO guideline[J]. J Clin Oncol, 2020, 38(16): 1849-1863. DOI: 10.1200/JCO.19.03120.
- [9] Qin C, Liu F, Huang J, et al. A head-to-head comparison of ^{68}Ga -DOTA-FAPI-04 and ^{18}F -FDG PET/MR in patients with nasopharyngeal carcinoma: a prospective study[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 48(10): 3228-3237. DOI: 10.1007/s00259-021-05255-w.
- [10] Xia R, Wang X, Cheng J, et al. Head-to-head comparison of ^{18}F -FAPI-42 and ^{18}F -FDG PET/CT in the evaluation of laryngeal squamous cell carcinoma[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2025, 52(9): 3101-3113. DOI: 10.1007/s00259-025-07180-8.
- [11] Guo W, Xu W, Meng T, et al. FAP-targeted PET/CT imaging in patients with breast cancer from a prospective bi-center study: insights into diagnosis and clinic management[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2025, 52(7): 2317-2334. DOI: 10.1007/s00259-025-07108-2.
- [12] Backhaus P, Burg MC, Roll W, et al. Simultaneous FAPI PET/MRI targeting the fibroblast-activation protein for breast cancer[J]. Radiology, 2022, 302(1): 39-47. DOI: 10.1148/radiol.202104677.
- [13] Wei Y, Ma L, Li P, et al. FAPI compared with FDG PET/CT for diagnosis of primary and metastatic lung cancer[J]. Radiology, 2023, 308(2): e222785. DOI: 10.1148/radiol.222785.
- [14] Wang L, Tang G, Hu K, et al. Comparison of ^{68}Ga -FAPI and ^{18}F -FDG PET/CT in the evaluation of advanced lung cancer[J]. Radiology, 2022, 303(1): 191-199. DOI: 10.1148/radiol.211424.
- [15] Giesel FL, Adeberg S, Syed M, et al. FAPI-74 PET/CT using either ^{18}F -AIF or cold-kit ^{68}Ga labeling: biodistribution, radiation dosimetry, and tumor delineation in lung cancer patients[J]. J Nucl Med, 2021, 62(2): 201-207. DOI: 10.2967/jnumed.120.245084.
- [16] 李友财, 张晓瑶, 张岩, 等. ^{18}F -FAPI-42 和 ^{18}F -FDG PET/CT 显像在初诊肺癌诊断中的应用比较[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2021, 41(12): 709-716. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20210831-00300.
- Li YC, Zhang XY, Zhang Y, et al. Comparison of clinical utility of ^{18}F -FAPI-42 and ^{18}F -FDG PET/CT imaging in the diagnosis of newly diagnosed lung cancer[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 41(12): 709-716. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20210831-00300.
- [17] Zhao L, Chen S, Chen S, et al. ^{68}Ga -fibroblast activation protein inhibitor PET/CT on gross tumour volume delineation for radiotherapy planning of oesophageal cancer[J]. Radiother Oncol, 2021, 158: 55-61. DOI: 10.1016/j.radonc.2021.02.015.
- [18] Qin C, Shao F, Gai Y, et al. ^{68}Ga -DOTA-FAPI-04 PET/MR in the evaluation of gastric carcinomas: comparison with ^{18}F -FDG PET/CT[J]. J Nucl Med, 2022, 63(1): 81-88. DOI: 10.2967/jnumed.120.258467.
- [19] Pang Y, Zhao L, Luo Z, et al. Comparison of ^{68}Ga -FAPI and ^{18}F -FDG uptake in gastric, duodenal, and colorectal cancers[J]. Radiology, 2021, 298(2): 393-402. DOI: 10.1148/radiol.202023275.
- [20] Lin R, Lin Z, Chen Z, et al. [^{68}Ga]Ga-DOTA-FAPI-04 PET/CT in the evaluation of gastric cancer: comparison with [^{18}F]FDG PET/CT[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 49(8): 2960-2971. DOI: 10.1007/s00259-022-05799-5.
- [21] Xu W, Cai J, Peng T, et al. Fibroblast activation protein-targeted PET/CT with ^{18}F -fibroblast activation protein inhibitor-74 for evaluation of gastrointestinal cancer: comparison with ^{18}F -FDG PET/CT[J]. J Nucl Med, 2024, 65(1): 40-51. DOI: 10.2967/jnumed.123.266329.
- [22] Qin C, Song Y, Gai Y, et al. Gallium-68-labeled fibroblast activation protein inhibitor PET in gastrointestinal cancer: insights into diagnosis and management[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 49(12): 4228-4240. DOI: 10.1007/s00259-022-05847-0.
- [23] Qin C, Fu Y, Zhang X, et al. Prognostic value of [^{68}Ga]Ga-FAPI-04 PET in patients with newly diagnosed gastric carcinoma[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2025, 52(9): 3075-3086. DOI: 10.1007/s00259-025-07164-8.
- [24] 晁芳芳, 谢新立, 张彦梅, 等. Al^{18}F -NOTA-FAPI-04 和 ^{18}F -FDG PET/CT 显像在初诊胃癌患者中的应用比较[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(4): 225-229. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230411-00101.
- Chao FF, Xie XL, Zhang YM, et al. Comparison of Al^{18}F -NOTA-FAPI-04 and ^{18}F -FDG PET/CT in evaluating patients with initial gastric cancer[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(4): 225-229. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230411-00101.
- [25] Kömek H, Can C, Kaplan İ, et al. Comparison of [^{68}Ga]Ga-DOTA-FAPI-04 PET/CT and [^{18}F]FDG PET/CT in colorectal cancer[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 49(11): 3898-3909. DOI: 10.1007/s00259-022-05839-0.
- [26] 覃春霞, 宋杨美惠, 刘芳, 等. ^{68}Ga -FAPI PET 对结肠直肠癌再分期的诊断价值及对治疗决策的影响[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2021, 41(12): 717-721. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20210901-00306.
- Qin CX, Song YMH, Liu F, et al. Diagnostic value of ^{68}Ga -FAPI

- PET for restaging and its impact on treatment decision in patients with colorectal cancer[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 41(12): 717-721. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20210901-00306.
- [27] Peng D, Cao J, Guo C, et al. Influence of cirrhosis on ^{68}Ga -FAPI PET/CT in intrahepatic tumors[J]. Radiology, 2023, 307(5): e222448. DOI:10.1148/radiol.222448.
- [28] Shi X, Xing H, Yang X, et al. Comparison of PET imaging of activated fibroblasts and ^{18}F -FDG for diagnosis of primary hepatic tumours; a prospective pilot study[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 48(5): 1593-1603. DOI:10.1007/s00259-020-05070-9.
- [29] 覃春霞, 吕玉虎, 宋杨美惠, 等. ^{68}Ga -FAPI PET 对肝脏及胆道恶性肿瘤的诊断及预后价值[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2023, 43(6): 337-342. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230410-00099.
- Qin CX, Lyu YH, Song YMH, et al. Diagnostic and prognostic value of ^{68}Ga -FAPI PET for malignant tumors of the liver and biliary tract[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 43(6): 337-342. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230410-00099.
- [30] Lan L, Zhang S, Xu T, et al. Prospective comparison of ^{68}Ga -FAPI versus ^{18}F -FDG PET/CT for tumor staging in biliary tract cancers[J]. Radiology, 2022, 304(3): 648-657. DOI: 10.1148/radiol.213118.
- [31] Li X, Lu N, Lin L, et al. ^{18}F -FAPI-04 outperforms ^{18}F -FDG PET/CT in clinical assessments of patients with pancreatic adenocarcinoma[J]. J Nucl Med, 2024, 65(2): 206-212. DOI: 10.2967/jnumed.123.266283.
- [32] Liu S, Feng Z, Xu X, et al. Head-to-head comparison of [^{18}F]-FDG and [^{68}Ga]-DOTA-FAPI-04 PET/CT for radiological evaluation of platinum-sensitive recurrent ovarian cancer[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 50(5): 1521-1531. DOI: 10.1007/s00259-022-06096-x.
- [33] Xi Y, Sun L, Che X, et al. A comparative study of [^{68}Ga]-FAPI-04 PET/MR and [^{18}F]-FDG PET/CT in the diagnostic accuracy and resectability prediction of ovarian cancer[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 50(9): 2885-2898. DOI: 10.1007/s00259-023-06235-y.
- [34] 叶芊芊, 李光明. ^{68}Ga -FAPI PET 在卵巢癌诊疗中的临床应用进展[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2025, 45(5): 313-316. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20240510-00162.
- Ye QP, Li GM. Clinical application and progress of ^{68}Ga -FAPI PET in the diagnosis and treatment of ovarian cancer[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2025, 45(5): 313-316. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20240510-00162.
- [35] Chen H, Peng H, Liang J, et al. [^{18}F]-FAPI-04 PET/CT improves metastatic lesions detection for patients with uterine malignancy after radical surgery; prospectively compared with [^{18}F]-FDG PET/CT[J]. Eur J Radiol, 2025, 190: 112270. DOI:10.1016/j.ejrad.2025.112270.
- [36] Gege Z, Xueju W, Bin J. Head-to-head comparison of ^{68}Ga -FAPI PET/CT and FDG PET/CT for the detection of peritoneal metastases; systematic review and meta-analysis[J]. AJR Am J Roentgenol, 2023, 220(4): 490-498. DOI:10.2214/AJR.22.28402.
- [37] Kessler L, Ferdinandus J, Hirmas N, et al. ^{68}Ga -FAPI as a diagnostic tool in sarcoma; data from the ^{68}Ga -FAPI PET prospective observational trial[J]. J Nucl Med, 2022, 63(1): 89-95. DOI: 10.2967/jnumed.121.262096.
- [38] Lanzafame H, Mavroei IA, Pabst KM, et al. ^{68}Ga -fibroblast activation protein inhibitor PET/CT improves detection of intermediate and low-grade sarcomas and identifies candidates for radiopharmaceutical therapy[J]. J Nucl Med, 2024, 65(6): 880-887. DOI: 10.2967/jnumed.123.267248.
- [39] Unterrainer LM, Eismann L, Lindner S, et al. [^{68}Ga]-FAPI-46 PET/CT for locoregional lymph node staging in urothelial carcinoma of the bladder prior to cystectomy; initial experiences from a pilot analysis[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 51(6): 1786-1789. DOI:10.1007/s00259-024-06595-z.
- [40] Koshkin VS, Kumar V, Kline B, et al. Initial experience with ^{68}Ga -FAP-2286 PET imaging in patients with urothelial cancer[J]. J Nucl Med, 2024, 65(2): 199-205. DOI: 10.2967/jnumed.123.266390.
- [41] Ruan D, Sun J, Han C, et al. ^{68}Ga -FAPI-46 PET/CT in the evaluation of gliomas; comparison with ^{18}F -FDG PET/CT and contrast-enhanced MRI[J]. Theranostics, 2024, 14(18): 6935-6946. DOI:10.7150/thno.103399.
- [42] Jiang Y, Wen B, Li C, et al. The performance of ^{68}Ga -FAPI-04 PET/CT in head and neck squamous cell carcinoma; a prospective comparison with ^{18}F -FDG PET/CT[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 50(7): 2114-2126. DOI: 10.1007/s00259-023-06138-y.
- [43] Fu H, Wu J, Huang J, et al. ^{68}Ga fibroblast activation protein inhibitor PET/CT in the detection of metastatic thyroid cancer; comparison with ^{18}F -FDG PET/CT[J]. Radiology, 2022, 304(2): 397-405. DOI:10.1148/radiol.212430.
- [44] Civan C, Kuyumcu S, Has Simsek D, et al. The role of [^{68}Ga]-FAPI-04 PET/CT in renal cell carcinoma; a preliminary study[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 51(3): 852-861. DOI: 10.1007/s00259-023-06461-4.
- [45] Huang S, Liu H, Dai H, et al. Comparison of ^{68}Ga -FAPI-04 and ^{18}F -FDG PET/CT in fumarate hydratase-deficient renal cell carcinoma; a prospective and single-center study[J]. Clin Nucl Med, 2024, 49(10): 931-937. DOI:10.1097/RLU.0000000000005367.
- [46] Kessel K, Seifert R, Weckesser M, et al. Prostate-specific membrane antigen and fibroblast activation protein distribution in prostate cancer; preliminary data on immunohistochemistry and PET imaging[J]. Ann Nucl Med, 2022, 36(3): 293-301. DOI: 10.1007/s12149-021-01702-8.
- [47] Mahmoud O, Püllen L, Umutlu L, et al. Multitracer comparison of gold standard PSMA-PET/CT with ^{68}Ga -FAPI and ^{18}F -FDG in high-risk prostate cancer; a proof-of-concept study[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2025, 52(13): 4860-4869. DOI: 10.1007/s00259-025-07352-6.
- [48] Mori Y, Dendl K, Cardinale J, et al. FAPI PET; fibroblast activation protein inhibitor use in oncologic and nononcologic disease[J]. Radiology, 2023, 306(2): e220749. DOI: 10.1148/radiol.220749.
- [49] Su H, Su M, Jiang M, et al. [^{18}F]-FDG PET/CT is superior to [^{68}Ga]-FAPI PET/CT for lesion detection in extranodal NK/T-cell lymphoma, nasal type[J]. Clin Nucl Med, 2025, 50(11): 992-997. DOI:10.1097/RLU.0000000000006082.
- [50] Quartuccio N, Nicolosi S, Pulizzi S, et al. The role of FAPI PET/CT in patients with lymphoma; a systematic review[J]. Front Nucl Med, 2025, 5: 1589903. DOI:10.3389/fnume.2025.1589903.
- [51] Has Simsek D, Guzel Y, Denizmen D, et al. The inferior performance of [^{68}Ga]-FAPI-04 PET/CT as a diagnostic and theranostic biomarker in [^{177}Lu]-Lu-DOTATATE refractory well-differentiated neuroendocrine tumors[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging,

- 2024, 51(3): 828-840. DOI:10.1007/s00259-023-06497-6.
- [52] Pang Y, Zhao L, Shang Q, et al. Positron emission tomography and computed tomography with [^{68}Ga]Ga-fibroblast activation protein inhibitors improves tumor detection and staging in patients with pancreatic cancer[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 49(4): 1322-1337. DOI:10.1007/s00259-021-05576-w.
- [53] Zhang S, Wang W, Xu T, et al. Comparison of diagnostic efficacy of [^{68}Ga]Ga-FAPI-04 and [^{18}F]FDG PET/CT for staging and restaging of gastric cancer[J]. Front Oncol, 2022, 12: 925100. DOI:10.3389/fonc.2022.925100.
- [54] 陈巧, 李光明. FAPI PET/CT 在腹膜转移癌中的应用[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(8): 509-512. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230620-00180.
- Chen Q, Li GM. Application of FAPI PET/CT in peritoneal carcinomatosis[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(8): 509-512. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230620-00180.
- [55] Wu M, Wang Y, Yang Q, et al. Comparison of baseline ^{68}Ga -FAPI and ^{18}F -FDG PET/CT for prediction of response and clinical outcome in patients with unresectable hepatocellular carcinoma treated with PD-1 inhibitor and lenvatinib[J]. J Nucl Med, 2023, 64(10): 1532-1539. DOI:10.2967/jnumed.123.265712.
- [56] Ding J, Qiu J, Hao Z, et al. Comparing the clinical value of baseline [^{68}Ga]Ga-FAPI-04 PET/CT and [^{18}F]F-FDG PET/CT in pancreatic ductal adenocarcinoma: additional prognostic value of the distal pancreatitis[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 50(13): 4036-4050. DOI:10.1007/s00259-023-06297-y.
- [57] Röhrich M, Naumann P, Giesel FL, et al. Impact of ^{68}Ga -FAPI PET/CT imaging on the therapeutic management of primary and recurrent pancreatic ductal adenocarcinomas[J]. J Nucl Med, 2021, 62(6): 779-786. DOI:10.2967/jnumed.120.253062.
- [58] 张晓, 冯源, 覃春霞, 等. ^{68}Ga -FAPI-04 PET/MR 预测新辅助免疫综合治疗后的胃肠道恶性肿瘤病理完全缓解[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2025, 45(3): 144-148. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20241021-00357.
- Zhang X, Feng Y, Qin CX, et al. ^{68}Ga -FAPI-04 PET/MR for predicting pathological complete response to neoadjuvant immunotherapy in patients with gastrointestinal cancer[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2025, 45(3): 144-148. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20241021-00357.
- [59] Li X, Ma W, Wang M, et al. ^{68}Ga -FAPI-04 PET for surveillance of anastomotic recurrence in postoperative patients with gastrointestinal cancer: a comparative study with ^{18}F -FDG PET[J]. Mol Imaging Biol, 2023, 25(5): 857-866. DOI: 10.1007/s11307-023-01835-4.
- [60] 王婷婷, 黄干, 王成, 等. ^{18}F -FAPI PET/MR 与增强 CT 评估胃印戒细胞癌术后异位性卵巢转移的对比研究[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2025, 45(12): 720-725. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20251016-00363.
- Wang TT, Huang G, Wang C, et al. ^{18}F -FAPI PET/MR versus contrast-enhanced CT for evaluation of metachronous ovarian metastasis following gastric signet-ring cell carcinoma surgery[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2025, 45(12): 720-725. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20251016-00363.
- [61] 蓝志毅, 田颖, 周克敏, 等. 头对头比较 ^{18}F -FAPI-42 与 ^{18}F -FDG PET/CT 对恶性肿瘤骨转移的诊断效能[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2025, 45(10): 577-582. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20240922-00330.
- Lan ZY, Tian Y, Zhou KM, et al. Head-to-head comparison of diagnostic efficacy of ^{18}F -FAPI-42 and ^{18}F -FDG PET/CT in bone metastasis of malignant tumors[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2025, 45(10): 577-582. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20240922-00330.
- [62] Zhang X, Lin Z, Feng Y, et al. Predicting pathologic complete response in locally advanced rectal cancer with [^{68}Ga]Ga-FAPI-04 PET, [^{18}F]FDG PET, and contrast-enhanced MRI: lesion-to-lesion comparison with pathology[J]. J Nucl Med, 2024, 65(10): 1548-1556. DOI:10.2967/jnumed.124.267581.
- [63] Zhao L, Chen S, Lin L, et al. [^{68}Ga]Ga-DOTA-FAPI-04 improves tumor staging and monitors early response to chemoradiotherapy in a patient with esophageal cancer[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2020, 47(13): 3188-3189. DOI:10.1007/s00259-020-04818-7.
- [64] Chen L, Zheng S, Chen L, et al. ^{68}Ga -labeled fibroblast activation protein inhibitor PET/CT for the Early and late prediction of pathologic response to neoadjuvant chemotherapy in breast cancer patients: a prospective study[J]. J Nucl Med, 2023, 64(12): 1899-1905. DOI:10.2967/jnumed.123.266079.
- [65] Hu X, Zhou T, Ren J, et al. Response prediction using ^{18}F -FAPI-04 PET/CT in patients with esophageal squamous cell carcinoma treated with concurrent chemoradiotherapy[J]. J Nucl Med, 2023, 64(4): 625-631. DOI:10.2967/jnumed.122.264638.
- [66] Lee IK, Noguera-Ortega E, Xiao Z, et al. Monitoring therapeutic response to anti-FAP CAR T cells using [^{18}F]AIF-FAPI-74[J]. Clin Cancer Res, 2022, 28(24): 5330-5342. DOI: 10.1158/1078-0432.CCR-22-1379.
- [67] Zhang X, Song W, Qin C, et al. Non-malignant findings of focal ^{68}Ga -FAPI-04 uptake in pancreas[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 48(8): 2635-2641. DOI:10.1007/s00259-021-05194-6.
- [68] Kirienko M, Centonze G, Sabella G, et al. FAP expression in alpha cells of Langerhans insulae-implications for FAPI radiopharmaceuticals' use[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 50(10): 3042-3049. DOI:10.1007/s00259-023-06246-9.
- [69] Zhang X, Song W, Qin C, et al. Uterine uptake of ^{68}Ga -FAPI-04 in uterine pathology and physiology[J]. Clin Nucl Med, 2022, 47(1): 7-13. DOI:10.1097/RLU.0000000000003968.
- [70] Qin C, Song Y, Liu X, et al. Increased uptake of ^{68}Ga -DOTA-FAPI-04 in bones and joints: metastases and beyond[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 49(2): 709-720. DOI:10.1007/s00259-021-05472-3.
- [71] Li L, Wan L, Zhao H, et al. Biodistribution and radiation dosimetry of multiple tracers on total-body positron emission tomography/computed tomography[J]. Quant Imaging Med Surg, 2023, 13(8): 5182-5194. DOI:10.21037/qims-22-1418.
- [72] Meyer C, Dahlbom M, Lindner T, et al. Radiation dosimetry and biodistribution of ^{68}Ga -FAPI-46 PET imaging in cancer patients[J]. J Nucl Med, 2020, 61(8): 1171-1177. DOI: 10.2967/jnumed.119.236786.
- [73] Kline B, Yadav S, Seo Y, et al. ^{68}Ga -FAP-2286 PET of solid tumors: biodistribution, dosimetry, and comparison with ^{18}F -FDG[J]. J Nucl Med, 2024, 65(6): 938-943. DOI: 10.2967/jnumed.123.267281.
- [74] Wang S, Zhou X, Xu X, et al. Clinical translational evaluation of Al ^{18}F -NOTA-FAPI for fibroblast activation protein-targeted tumour imaging[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 48(13): 4259-4271. DOI:10.1007/s00259-021-05470-5.