



江苏省医学会 第二十一**次核医学**学术会议

精准融合·智创未来

论文汇编

主办单位：江苏省医学会 江苏省医学会核医学分会

协办单位：苏州市医学会 苏州大学附属第一医院

江苏·苏州 2025年8月8-10日



目次

一、主旨演讲

- 1.人工智能大模型构筑数智医疗新生态 王咏红
- 2.核医学重塑重大疾病诊疗模式 李思进
- 3.学科建设与人才培养的实践与思考 汪 静
- 4.核医学传统经典诊疗项目的传承与发展 石洪成
- 5.多学科合作，推进Y-90微球选择性内放射治疗临床应用 何作祥
- 6.核素技术在创新药转化中的应用 缪丽燕

二、专题讲座

- 1.PET/MR及PET/CT在胰腺病变的临床应用进展 左长京
- 2.AD的分子影像进展 管一晖
- 3.脑淀粉样血管病PET/MR显像 王瑞民
- 4.⁶⁸Ga-DOTATATE PET/CT在儿童神经母细胞瘤的诊断价值 杨吉刚
- 5.PET/CT在人工心脏植入术后感染诊断中的临床应用价值 李剑明
- 6.碘-125放射性粒子植入治疗的技术规范与进展 冯 勇
- 7.如何减少经皮肺穿刺并发症 陈 鹏
- 8.基于AI的核素显像在系统性淀粉样变的临床研究 洪智慧
- 9.前列腺癌骨转移机制研究进展 付海田
- 10.PYP SPECT/CT显像结合多模态影像评估心脏淀粉样变 袁冬兰
- 11.智能化核医学影像-AI驱动影像组学在肺癌的应用 邵小南
- 12.基于甲状腺癌新指南框架下核医学与外科MDT协作新思考 高再荣
- 13.核医学诊疗一体化临床转化 陈 跃
- 14.临床问题驱动的放射性药物研究 刘志博
- 15.肿瘤核医学分子影像及精准治疗基础研究 史海斌
- 16.中性粒细胞衰老调控肿瘤性别差异 肖意传
- 17.核素心肌灌注显像图像采集与后处理技术要点解析 王建锋
- 18.当下核医学体外分析多维度创新与突破的几点思考 毛朝明
- 19.SPECT心肌灌注显像报告书写 鹿存芝
- 20.肺和胸腺神经内分泌肿瘤PET/CT表现与鉴别诊断 吴 江

三、大会发言

21. ^{68}Ga 标记的Nectin4双环肽分子探针用于尿路上皮癌的特异性成像 艾丁丁 (1)
22. 靶向NRP-1的三阴性乳腺癌双模态分子探针构建及体内成像研究 刘清竹 (1)
23. ^{18}F -FDG PET/MRI 及其衍生参数在膀胱癌患者分期和新辅助治疗 (NAT) 反应评估中的表现 尤琴琴 (2)
24. ^{89}Zr 标记的CD8抗体在肿瘤免疫治疗中的PET显像研究 朱怡蓉 (3)
25. 一种用于肺癌荧光手术导航的靶向整合素 $\alpha_v\beta_3$ 的PET/NIRF探针[^{68}Ga]Ga-DOTA-RGD2-HE 的合成、临床前评估及首次人体评价 Liping Chen (4)
26. 肝恶性肿瘤患者 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA SPECT/CT成像中肺分流分数的影响因素研究 王新宇 (4)
27. 可解释性超分辨率PET/CT影像组学在临床 I 期肺腺癌气道播散术前预测中的应用 征 诚 (5)
28. 基于治疗前 ^{18}F -FDG PET/CT列线图鉴别诊断原发性胃癌及原发性胃弥漫性大B细胞淋巴瘤 王 冉 (6)
29. 基于 ^{18}F -脱氧葡萄糖 PET/CT分析非小细胞肺癌患者压力相关神经活动对主要心血管不良事件发生的影响 李 文 (7)
30. ^{18}F -FDG PET心肌缺血记忆显像对非阻塞性冠状动脉疾病患者的预后预测价值 张飞飞 (8)
31. ^{18}F -DOPA作为评价肾交感神经活性指标在RDN术后疗效评估中的应用 施赛健 (8)
32. 核素心肌显像在评估高血压患者心肌纤维化中的价值 孙 寒 (9)
33. ^{18}F -PSMA PET/CT联合磁共振PI-RADS评分对前列腺癌的诊断效能研究 李继会 (10)
34. 肾脏肿瘤的分型与预后: PSMA PET/CT 对比多期增强 CT 许秦凤 (10)
35. 碘131放射性核素治疗甲状腺癌患者胃肠道不良反应干预应用效果研究 傅 蔚 (11)
36. 心肌灌注显像负荷药物瑞加诺生副作用发生的相关因素分析 孙晶晶 (12)
37. 核医学在心脏病学中的应用: 技术创新与临床实践探讨 王施雅 (12)
38. 基线PET代谢参数联合双表达状态对弥漫性大b细胞淋巴瘤患者的预后评估 缪姜丰 (13)
39. ^{89}Zr 标记抗人PDNP单抗SZ168用于黑色素瘤免疫PET显像的实验研究 朗 月 (14)
40. 全程化优质护理在非梗阻性冠心病患者心脏负荷试验中的实践与效果研究 吴 秀 (15)
41. rhTSH辅助下碘131治疗分化型甲状腺癌的安全性及有效性初步分析 时 鹤 (16)
42. 糖皮质激素性骨质疏松1例 吴 倩 (16)
43. 核素心肌显像在射血分数保留型心力衰竭诊疗中的临床应用 田 雨 (18)
44. 全身淀粉样变的全身 ^{11}C -PIB PET/CT成像: 心脏淀粉样变中的器官间连接对预后的影响 洪智慧 (19)
45. 分化型甲状腺癌肺、骨寡转移后续治疗探讨 沈 超 (19)
46. 碳酸酐酶IX靶向小分子探针的设计合成及SPECT显像研究 彭 幻 (21)
47. ^{68}Ga 标记Trop2靶向非竞争表位纳米抗体用于胰腺癌的精准诊疗 葛书山 (22)
48. ^{89}Zr 标记的新型HER2靶向分子探针应用于HER2表达水平显像的临床前评估及初步临床应用研究 华雨绮 (23)
49. CLDN18.2靶向特异性分子探针[^{68}Ga]Ga-SNA014用于胃肠道肿瘤无创性成像的临床前研究 郑 梦 (24)
50. 昼夜节律相关基因作为甲状腺癌潜在生物标志物和治疗靶点的全面解析 俞 飞 (24)
51. 靶向CEACAM 6放射性偶联药物在肺腺癌诊疗一体化中的临床前研究 陈重阳 (25)
52. 甲状腺相关眼病药物治疗研究进展 陆 晶 (26)

53. PD-1抑制剂治疗的“双重航标”：T3-Ab/T4-Ab在甲状腺炎预警与疗效评估中的革新发现	刘佳梦 (27)
54. 结直肠癌 ¹⁸ F-FDG摄取的分子机制研究	申景涛 (28)
55. 肿瘤标志物参考值个性化探索：基于动态基线的癌胚抗原监测在肺癌中的应用	许钺钺 (29)
56. 非结核分枝杆菌肺病患者营养表型的识别及其与Runyon分类(I、III组)感染的关联分析	朱耀庭 (29)
57. RhIL-11在脓毒症早期通过STAT3和mTORC1-STAT3信号通路诱导M-MDSCs来减轻炎症和肝损伤	高淑君 (30)
58. 电离辐射对小鼠多器官组织损伤的转录组学研究	刘珍玉 (31)
59. 吡啶胺 2,3-双加氧酶免疫活性对分化型甲状腺癌放射性碘治疗疗效的预测价值研究	施良 (32)
60. IBSP在甲状腺癌中的诊断与预后价值及其治疗指导潜力研究	陈志强 (32)
61. SPECT/CT肾动态显像不同肾脏深度估算公式对测定正常成人肾小球滤过率的比较	刘津菁 (33)
62. 骨小梁在不同年龄人群中的临床特征及与骨密度评分的关系	刘航 (34)
63. ¹⁸ F-FDG PET/CT显像联合血清CEA及CA242检测对胰腺癌的 diagnostic 价值	王冠氏 (35)
64. 2型糖尿病患者血糖控制情况与身体成分及血脂指标间的相关性分析	姜一逸 (36)
65. 新型纳米微粒hUCMSC源迁移体对哮喘气道炎症的改善作用与机制	李雯 (36)
66. 延迟扫描对SPECT门控心肌灌注显像左室下壁伪影的校正价值	孟宝升 (37)

四、书面交流

· 新型分子靶标和新型标志物的探寻和筛查 ·

1. ¹⁸ F-FAPI PET/CT与 ¹⁸ F-FDG PET/CT在肝恶性肿瘤中的应用	吴娜静 (39)
2. 关于靶向Nectin-4的新型分子探针 ⁶⁸ Ga-[¹⁸ F]AlF-NOTA-DN96降低肾脏排泄用于恶性肿瘤模型显像的临床前研究	贾童童 (40)
3. ^{99m} Tc-FAPI SPECT-CT显像在孤立性肺结节诊断中的应用	傅宁 (41)
4. 比较新型分子探针 ⁸⁹ Zr-DFO-Dur-F(ab') ₂ 和 ⁸⁹ Zr-DFO-Dur-Fab检测非小细胞肺癌PD-L1表达水平的临床前研究	赵曼 (41)
5. [⁸⁹ Zr]Zr-DFO-NY008: a novel immunoPET tracer for diagnosis of multiple myeloma cancer	Haitian Fu (42)
6. ⁶⁸ Ga-PSMA-11 PET/CT助力TKI治疗下透明细胞肾癌风险分层	许秦凤 (44)
7. ⁶⁸ Ga标记靶向EphA2环肽的制备及其在荷瘤裸鼠中的显像研究	史津宇 (44)
8. 基于血浆代谢组学的甲状腺乳头状癌术后淋巴结转移无创预测	俞飞 (45)
9. GLTC靶向LDHA K155位点琥珀酰化修饰促进甲状腺乳头状癌进展和碘抵抗	施良 (46)

· 纳米材料, 纳米治疗药物, 纳米靶向分子探针, 纳米放射性药物, 纳米药物临床转化 ·

1. ⁶⁸ Ga-聚多巴胺纳米颗粒在动脉粥样硬化诊疗一体化中的研究	戴喜梅 (47)
2. 基于生物正交策略的硫化亚铜纳米诊疗平台用于光声/正电子发射型计算机断层成像引导下的光热治疗	侯继芹 (48)
3. ⁸⁹ Zr标记CLDN18.2抗体探针的制备及肿瘤PET/CT显像研究	吴文雨 (49)

· 新型核素的基础和临床研究 ·

1. 精细化护理在瑞加诺生药物负荷心肌灌注断层显像中降低不良反应的应用	郭静 (50)
-------------------------------------	---------

2.CLDN18.2靶向探针89Zr-DFO-CRSM24002-1的构建及在胃癌移植瘤模型中的显像研究	王 宁 (51)
3.H2O2响应的新型肿瘤靶向分子探针68Ga-NOTA-cRGD的合成及应用	陈 飞 (52)
4.基于靶向趋化因子受体4与脱氧葡萄糖PET/CT显像的多发骨髓瘤活性病灶探测效能对比研究	李骏鹏 (52)
5.68Ga-NYM032 I 期临床试验—在健康人体的安全性和辐射剂量学研究	侯 露 (53)
6.新型核素分子探针68Ga-JNU-02在趋化因子受体4阳性肿瘤中的成像研究	沈巧灵 (54)
7.99mTc-FAPI SPECT-CT显像在孤立性肺结节诊断中的临床应用	傅 宁 (55)
8.SPECT/CT FAPI显像诊断骨巨细胞瘤1例	孙 寒 (55)
· 核素靶向诊疗一体化研究 ·	
1.PET/CT引导 vs CT引导骨活检的临床价值比较	张乐乐 (57)
2.68Ga/177Lu标记的DOTA-IP-PSMA靶向放射性小分子药物的构建、表征及生物学性质研究	徐 宇 (58)
3.基于68Ga-PSMA-11 PET的人工智能肿瘤负荷体积评估预测177Lu-PSMA治疗转移性去势抵抗性前列腺癌的生存率	孟庆乐 (59)
4.基于TROP2抗体诊疗一体化分子探针的构建及初步生物学评价	彭 莹 (59)
5.基于PSMA和NTSR1的双靶点分子探针构建及其对前列腺癌诊疗作用研究	谢 佳 (60)
6.177Lu-PSMA放射性配体靶向治疗高危转移性激素敏感前列腺癌的新辅助应用研究	张 川 (61)
7.177Lu-PSMA-I&T靶向放射配体疗法治疗转移性去势抵抗性前列腺癌的疗效、生存结局及影响因素研究	沈 灿 (62)
8.177Lu标记Trop2靶向非竞争表位纳米抗体实现胰腺癌的精准治疗	葛书山 (63)
9.预靶定位68Ga/177Lu 叠氮化 M1 巨噬细胞外泌体乳腺癌诊疗一体化系统	王辛宇 (64)
10.新型靶向FGL1双环肽的构建及其用于肿瘤免疫PET显像的研究	徐宇平 (65)
11.藏毛窦癌18F-FDG PET/CT 一例	王马丽 (65)
12.新型PARP显像剂[18F]氟唑帕尼用于BRCA突变乳腺癌PET显像	严骏杰 (66)
· 多模态分子影像的基础和临床研究包括PETCTMRI和SPECTCT ·	
1.肺炎性假瘤与肺癌的18F-FDG PET/CT影像学特征及鉴别诊断	吉 衡 山 (68)
2.PET成像新型生物标志物在肺腺癌术后复发风险预测中的价值	征 诚 (69)
3.肺腺癌STAS术前预测的影像学新进展：从CT、PET/CT到影像组学与深度学习	樊宇豪 (69)
4.从形态到功能：多模态影像在肺功能预测中的研究进展与影像功能组学新概念	朱耀庭 (70)
5.18F-FLT诊断肺癌的价值及与肺癌的增值性和生存期的相关性分析	姜思远 (71)
6.生成对抗网络在CT与PET影像跨模态生成中的研究进展	史云梅 (72)
7.基于18F-FDG PET/CT深度学习的影像组学在肺结节良恶性鉴别中的应用	孙 艳 (73)
8.基于18F-FDG PET/CT列线图术前无创预测胃腺癌HER2表达状态的临床研究	杨思捷 (74)
9.不同重建算法对18F-FDG PET/CT肿瘤显像图像质量和SUV值的影响	徐 磊 (74)
10.深度渐进式重建算法对18F-FDG PET/CT肿瘤显像小病灶定量准确性的影响	徐 磊 (75)
11.基线18F-FDG PET/CT肿瘤代谢参数联合骨骼肌含量预测晚期结直肠癌预后研究	马缘缘 (76)
12.18F-FDG PET/CT 在检测前列腺癌患者雄激素剥夺治疗相关男性乳房发育中的辅助价值	王艳蓉 (77)
13.基于18F-FDG PET/CT的 Δ RLL和 Δ RLS对弥漫大B细胞淋巴瘤患者的预后评估价值	宋 晴 (77)

14.18F-FDG PET/CT显像中SUV指数与肺浸润性非黏液腺癌IASLC分级的关联分析	冯金宝 (78)
15.伴有SMARCA4缺失的非小细胞肺癌临床及影像学表现分析	刘 涛 (79)
16.右侧髂骨恶性腱鞘巨细胞瘤伴肾转移18F-FDG PET/CT显像1例	朱俊辉 (80)
17.Comparison of diagnostic performance: 18F-FAPI-04 PET/CT versus 18F-FDG PET/CT in cervical cancer patients	Xiaoqing Du (81)
18.18F-FDG PET/CT评价非小细胞肺癌纵隔淋巴结性质的临床应用价值	刘德峰 (82)
19.探讨18F-FDG PET/CT多代谢参数在肺癌患者疗效评估的临床应用	朱 峰 (83)
20.18F-FDG PET/CT显像评价 MCT4 在胃癌发生发展临床应用价值	孟 涛 (84)
21.前列腺癌骨转移影像诊断研究进展	刘思年 (85)
22.基线18F-FDG PET/CT代谢参数预测食管鳞癌临床分期及生存	金民山 (85)
23.99mTc-DTPA眼眶SPECT/CT显像评估甲状腺相关性眼病活动性的价值	李加宁 (86)
24.B细胞非霍奇金淋巴瘤治疗后肠系膜阳性病变的18F-FDG PET/CT结果分析	戴 娜 (87)
25.一例骨髓增生异常综合征伴T淋巴母细胞白血病/淋巴瘤患者的18F-FDG PET/CT表现: 病例报告及文献综述	周夜夜 (88)
26.基于18F-FDG PET/CT的瘤内与瘤周影像组学预测肺腺癌EGFR突变亚型	葛欣宇 (88)
27.以小脑作为参考脑区的半定量标准化摄取比值 (SUVr) 在阿尔茨海默病中的价值研究	孔维唯 (89)
28.基于传统影像组学手工特征与深度特征的18F-FDG PET/CT诊断模型在肺持续性磨玻璃 结节良恶性鉴别中的应用与比较	孙 艳 (90)
29.基于18F-FDG PET/CT显像的总病灶糖酵解与肺浸润性非黏液腺癌IASLC新分级的关联 性分析	冯金宝 (91)
30.利用Uniform Phantom (均匀性模体) 验证SPECT/CT定量准确性	姜继伟 (92)
31.18F-FDG PET/CT栖息地影像组学联合集成学习预测结直肠癌同时性腹膜转移	包善磊 (92)
32.基于18F-FDG PET/CT的生境放射组学联合Stacking集成学习预测结直肠癌预后	季丹丹 (93)
33.肾脏肿瘤的分型与预后: PSMA PET/CT 对比多期增强 CT	许秦风 (94)
34.18F-FDG PET/CT对胃腺癌中HER2中表达和低/零表达状态预测价值的初步研究	杨思捷 (95)
35.罕见的肺原发性脑膜瘤18F-FDG PET/CT显像一例	赵子璇 (95)
36.多模态影像技术在乳腺癌治疗中的临床应用	陈 奕 (96)
37.SPECT/CT图像融合显像在骨转移病变中的应用价值	庞金荣 (97)
38.Integrating Deep Learning of Primary Tumor and Cervical Metastatic Lymph Nodes for Predicting initial Distant Metastasis in Nasopharyngeal Carcinoma Patients Based on 18F-FDG PET/CT Imaging	Yun Zhang (99)
39.基于uEXPLORER的68Ga成像参数探索-Phantom实验	刘寒辉 (100)
40.小肠小蓝圆细胞恶性肿瘤18F-FDG PET/CT显像一例	王 静 (101)
41.基于18F-FDG PET/CT影像组学构建的机器学习模型对乳腺癌HER2表达状态的预测 价值	高建雄 (102)
• 心脏病学的基础和临床研究 •	
1.双时相心肌灌注显像评价自身免疫性心肌损害的动物实验研究	邵科晶 (103)
2.非酒精性脂肪肝病对可疑冠心病患者发生心肌缺血及短期心血管预后的价值	田 雨 (103)
3.基于18F-FDG PET/CT的无卒中房颤患者脑代谢与认知功能的相关性研究	岳 悦 (104)
4.心外膜脂肪组织密度与缺血伴非阻塞性冠状动脉疾病风险显著相关,并可被他汀类药	

物调节	孙 凡 (105)
5.探讨门控SPECT MPI中零钙化积分患者阻塞性冠心病的危险因素	刘 保 (106)
6.静息SPECT MPI联合18F-FDG PET心肌代谢显像诊断应激性心肌病一例	刘 保 (107)
7.心外膜脂肪组织介导胰岛素抵抗指数对预后产生不良影响	王春博 (107)
8.不适当心动过速1例	吴 倩 (108)
9.冠脉痉挛性心肌缺血1例	张 纯 (109)
10.应激性心肌病1例	贾英男 (110)
11.代谢异常的隐匿危险: 非肥胖疑似冠心病人群中非酒精性脂肪肝病显著增加心肌缺血 风险	田 雨 (111)
12.心肌灌注显像剂 ^{99m} Tc-替曲膦与 ^{99m} Tc-甲氧异腈在非梗阻性冠心病诊断的对比研究	鹿存芝 (112)
13.PET/MRI联合SPECT多模态影像指导下的冠心病心肌活力预测模型构建	丁丽君 (113)
14.门控心肌灌注显像左心室收缩不同步对非ST段抬高型心肌梗死患者的预后评估价值	王雪迪 (113)
15.基于不同冠脉血管反应性核素心肌灌注显像在INOCA病人诊断分型中的应用	鹿存芝 (114)
16.门控心肌灌注显像评估左心室舒张不同步在预测非ST段抬高型心肌梗死患者主要不良 心血管事件中的增益价值	王雪迪 (115)
• 内分泌核医学和内分泌肿瘤的研究 •	
1.177Lu-DOTATOC治疗神经内分泌肿瘤患者的药代动力学和剂量学测定	徐 磊 (117)
2.基于放射组学和临床特征的融合模型精确预测分化型甲状腺癌肺转移: 一项多中心、 回顾性研究	郭南南 (117)
3.PET-CT诊断棕色色素瘤1例	王亚楠 (118)
4.重组人促甲状腺素注射液在中高危DTC放射性碘治疗中的真实世界研究	施 良 (119)
5.甲状腺癌术后TSH抑制治疗相关骨质疏松的研究进展	鱼文韬 (120)
6.一例重组人促甲状腺素辅助转移性分化型甲状腺癌 ¹³¹ I治疗后短期随访的病例报道	郭南南 (121)
7. ¹⁷⁷ Lu-FAPI在胰腺癌治疗中的应用前景: 机制、证据与挑战	罗 洁 (122)
8.阿帕替尼联合放射性碘对进展性转移分化型甲状腺癌的治疗作用	施 良 (123)
9.探索睡眠模式与甲状腺癌风险的潜在关联	王马丽 (124)
10. ¹²³ I-MIBG 定量SPECT显像在高危神经母细胞瘤转移灶探测和疗效评估中的应用	邵梦茹 (124)
11.甲亢患者ATD诱导的粒细胞缺乏症/全血细胞减少症临床特征分析	欧阳长理 (125)
• 骨质疏松和骨代谢疾病的诊疗的基础和临床研究 •	
1.通过DXA技术探讨体成分与骨质疏松风险的关系	孙晓慧 (127)
2.破骨重生重度骨质疏松一例报道	王亚楠 (127)
• 放射免疫治疗的基础和应用研究 •	
1. ¹³¹ I标记的双免疫检查点抑制剂用于改善肿瘤微环境以提高抗肿瘤疗效	赵 骏 (129)
• 针对神经系统显像的多模态分子探针的研究 •	
1.新型氟[¹⁸ F]标记的氘代托品烷的合成及用于多巴胺转运体PET显像的生物学评价	陈正平 (131)
2.靶向谷氨酰胺酰基环化酶的PET分子探针的设计、合成与性能研究	李 珂 (131)
• 其他跟核医学有关的研究 •	

1.光谱及18F-FDG PET/CT多定量参数在乳腺癌前哨淋巴结诊断中的对比研究	何 鑫 (132)
2.制备18F-FDG中固相柱水解法与酸碱中和法的合成效率比较与研究	孙传金 (133)
3.TR19型回旋加速器离子源系统故障分析解决3例	张学军 (133)
4.医用回旋加速器束流引出系统故障分析解决	张学军 (134)
5.粪便SDC2基因甲基化检测在结直肠癌早期筛查中的应用价值.....	颜士健 (135)
6.基于18F-FDG PET/CT的CT影像组学的腹膜转移瘤模型建立和验证研究	朱瑾成 (136)
7.多发性骨髓瘤髓外病变的18F-FDG PET/CT影像特点	沈绪勇 (136)
8.囊腔样肺癌的影像学特征及临床应用: 现状、挑战与展望	胡梦悦 (137)
9.放射性核素治疗肿瘤疾病的全球知识图谱和新兴研究趋势:基于citspace的文献计量学 分析	刘珍玉 (138)
10.成人戈谢病 18F-FDG PET/CT显像一例并文献复习	于 丽 (139)
11.原发性肺腺癌治疗后罕见同时转移至卵巢和阑尾: 病例报告并文献复习	刘思文 (140)
12.食管鳞癌罕见孤立性输尿管转移侵犯肾脏: 一例报告并文献复习	李 森 (141)
13.基于PET/CT的三维深度学习模型用于预测 I 期肺腺癌的气道播散	征 诚 (141)
14.原发性淋巴瘤18F-FDG PET/CT显像1例	施 宁 (142)
15.脂质代谢新视角: NHHR比值与糖尿病风险的精准预测研究.....	牟 笑 (143)
16.低级别嗜酸细胞肾肿瘤18F-FDG PET/CT显像一例	姜思远 (144)
17.多系统朗格汉斯细胞组织细胞增生症以难治性腹水及下肢水肿为首表现: ¹⁸ F-FDG PET/CT引导精准诊疗的病例	计 欣 (145)
18.住院患者18F-FDG PET/CT检查后对病区医务人员辐射影响的研究	葛筱婧 (146)
19.基于PET/CT不同SUV阈值计算的代谢参数与非小细胞肺癌TNM分期的相关性分析	朱俊辉 (146)
20.乳腺癌18F-FDG PET/CT显像特点与病理特征的相关性分析	朱 静 (147)
21.18F-FDG PET/CT在胃淋巴瘤和胃癌鉴别诊断中的应用	徐巧玲 (148)
22.基线18F-FDG PET/CT多参数体成分分析可预测多发性骨髓瘤的临床预后	蔡羽洁 (149)
23.太极和剑道锻炼对脑葡萄糖葡萄糖代谢的影响探究	李骏鹏 (149)
24.论核医学科医学影像技师的综合素质	赵震华 (150)
25.[⁸⁹ Zr]Zr-DFO-NY005用于监测胃癌患者体内CLDN18.2表达水平的研究	王嘉良 (151)
26.基于多模态影像的前列腺癌核素靶向三维内照射治疗个性化剂量学分析新方法研究	田 锋 (152)
27.二氢丁苯那嗪氨基衍生物立体异构体分离与氟[18F]标记研究	刘春仪 (153)
28.基于核素示踪技术研究TIL细胞体内药代动力学	张凯杰 (153)
29.多发骨髓瘤CD38靶向的伴随诊断药物临床前研究	刘青峰 (154)
30.18F-FDG PET/CT 在内镜活检诊断高级别上皮内瘤变的术前风险分层中优于增强 CT	张颖颖 (155)
31.一种基于整合素和免疫检查点的双靶点PET分子探针的合成和生物学性质评价.....	周雨萱 (156)
32.LGR5靶向PET分子探针的筛选、合成及生物学性质评价	唐 瑞 (156)
33. ⁶⁸ Ga标记的颗粒酶B响应型PET探针用于评估肿瘤免疫治疗的疗效	杨继辰 (157)
34.新型CAIX靶向小分子探针[⁶⁸ Ga]Ga-DOTA-ATAZ的构建与成像性能评价	仇冰青 (158)
35.新型 ⁶⁸ Ga标记脱氧葡萄糖衍生物肿瘤PET成像探针的设计合成及初步评价	葛曼宣 (159)
36.绝经后女性腰椎骨密度与骨小梁评分的相关性研究	费 红 (159)
37.新型联苯类小分子PET示踪剂用于肿瘤PD-L1表达水平的动态监测	朱君翊 (160)

38.联苯类PD-L1小分子PET显像探针的设计合成及体内外生物学性质研究	吕高超 (161)
39.结直肠癌中靶向PD-L1的PET分子探针构建及其在免疫治疗疗效评估中的应用	孙 森 (162)
40.弹丸注射在肺动脉灌注ECT成像过程中的护理体会	吴 秀 (162)
41.基于PET/CT图像的影像组学及深度学习模型用于鉴别诊断鼻咽癌及鼻咽淋巴瘤	俞 愈 (163)
42.全程化优质护理在甲状腺癌患者碘131治疗前后的实践与效果研究	张春兰 (164)
43.基线18F-FDG PET/CT肿瘤内异质性代谢参数在原发皮肤恶性黑色素瘤中的预后价值	谭千倩 (165)
44.新型单胺氧化酶B抑制剂的合成与氟[18F]标记研究	方 毅 (165)
45.18F-FDG和18F-PSMA-1007双示踪剂诊断前列腺癌神经内分泌分化1例	毛小英 (166)
46.18F FDG PETMR诊断多系统萎缩一例	高珂梦 (167)
47.PET/CT预测I期非小细胞肺癌微波消融后局部进展:倾向性评分匹配与影像组学分析	刘 聪 (167)
48.铯-90敷贴联合热疗治疗瘢痕疙瘩的疗效研究	施 良 (168)
49.食管小细胞神经内分泌癌18F-FDG PET/CT显像1例	郎 月 (169)
50.靶向整合素 $\alpha_v\beta_3$ 的PET探针[18F]F-AIF-NOTA-PRGD2应用于肺腺癌伴脉络膜转移诊断的研究	方 晶 (170)
51.18F-FDG PET/CT原发灶摄取相对值及代谢参数对NSCLC纵隔淋巴结转移的预测价值	朱俊辉 (171)

⁶⁸Ga标记的Nectin4双环肽分子探针 用于尿路上皮癌的特异性成像

艾丁丁、贾童童、李继会、葛书山、邓胜明
苏州大学附属第一医院

目的：尿路上皮癌（UC）是一种累及泌尿系统的普遍恶性肿瘤，是全球最致命的恶性肿瘤之一。Nectin4在尿路上皮癌中普遍高表达并且与预后不良相关，可作为尿路上皮癌诊断、治疗和预后判断的新型生物标志物。Enfortumab vedotin (EV，恩诺单抗)是一种特异性靶向Nectin4的ADC，已获FDA批准用于治疗局部晚期或转移性尿路上皮癌，其疗效与Nectin4的表达密切相关。因此，本研究针对前期开发的新型分子探针[⁶⁸Ga]Ga-DN68开展尿路上皮癌的PET显像研究，并首次实现临床转化用于转移性尿路上皮癌患者的精准诊断。

方法：（1）在尿路上皮癌荷瘤鼠模型中，[⁶⁸Ga]Ga-DN68的PET显像和组织分布研究；（2）[⁶⁸Ga]Ga-DN68在食蟹猴中的PET显像研究；（3）[⁶⁸Ga]Ga-DN68在尿路上皮癌患者中初步临床转化研究。

结果：1）在尿路上皮癌荷瘤鼠模型中，[⁶⁸Ga]Ga-DN68的PET显像和组织分布研究：PET显像研究表明[⁶⁸Ga]Ga-DN68能够特异性在Nectin4高表达的尿路上皮肿瘤SW780中浓聚，而在Nectin4低表达的尿路上皮肿瘤5637中摄取较低。与PET显像一致，组织分布研究表明，在1 h时，[⁶⁸Ga]Ga-DN68在SW780的摄取值可以达到 4.68 ± 0.11 %ID/g，而在5637中其摄取值仅为 3.06 ± 0.19 %ID/g。（2）[⁶⁸Ga]Ga-DN68在食蟹猴中的PET显像研究：在食蟹猴中，对[⁶⁸Ga]Ga-DN68进行了1h的动态显像研究。PET显像结果表明，[⁶⁸Ga]Ga-DN68迅速的通过血液循环经肾脏从膀胱排泄，其它组织器官的摄取较低。从食蟹猴推算到人体的辐射剂量为 $9.50E-03$ 。（3）[⁶⁸Ga]Ga-DN68在尿路上皮癌患者中初步临床转化研究：对经确诊尿路上皮癌转移患者进行[⁶⁸Ga]Ga-DN68的PET显像。结果表明，与食蟹猴一致，[⁶⁸Ga]Ga-DN68主要通过肾脏代谢，在颌下腺具有一定的生理性摄取，而其它非靶器官摄取较低。[⁶⁸Ga]Ga-DN68可以准确的识别出尿路上皮癌的转移病灶（包括淋巴结转移、肺转移等病灶）。

结论：本研究针对前期开发新型靶向Nectin4的双环肽分子探针[⁶⁸Ga]Ga-DN68开展其在尿路上皮癌精准诊断的相关研究，荷瘤鼠模型验证了该分子探针的靶向性和特异性；食蟹猴的动态PET显像研究证明其具有良好的药代动力学性质并且具有较低的辐射剂量；初步的临床转化研究表明，该分子探针具有良好的临床转化潜力，可以准确的识别尿路上皮癌患者的转移病灶。

靶向NRP-1的三阴性乳腺癌双模态分子探针构建 及体内成像研究

刘清竹、林建国、邱玲
江苏省原子医学研究所

目的：三阴性乳腺癌（TNBC）是一种严重的恶性肿瘤，其特征是缺乏明确的生物标志物。研究发

现,神经纤毛蛋白-1(NRP-1)在TNBC中高度过表达,其表达水平与肿瘤的发生、发展和预后密切相关,因此被视为TNBC诊断和治疗的一个极具前景的靶点。本研究以NRP-1为分子标志物,设计并合成了三阴性乳腺癌PET/NIRF双模态分子探针 $[^{18}\text{F}]\text{AmBF3-QS-1}$,用于肿瘤精准定位与手术导航。

方法:QS-1与AmBF3通过铜催化点击化学反应合成NIRF分子探针AmBF3-QS-1;随后经 ^{18}F - ^{19}F 离子交换法制备PET/NIRF双模态分子探针 $[^{18}\text{F}]\text{AmBF3-QS-1}$ 。通过高效液相色谱法分析该双模态探针的放射化学产率、纯度及体外稳定性。采用荧光成像、流式细胞术、细胞摄取实验及饱和结合/阻断实验评估探针的体外靶向特异性;通过小动物PET成像、NIRF活体成像、阻断成像和生物分布研究评价探针的体内靶向特异性;应用NIRF成像技术指导肿瘤精准切除。

结果:成功制备PET/NIRF双模态分子探针 $[^{18}\text{F}]\text{AmBF3-QS-1}$,其放射化学产率 $>15\%$,放射化学纯度 $>95\%$,且在PBS和小鼠血清中孵育4 h后放射化学纯度仍 $>95\%$ 。荧光成像和细胞摄取结果表明,双模态分子探针可有效区分NRP-1表达差异的肿瘤细胞;流式细胞实验表明细胞摄取量与NIRF探针浓度在低剂量区间呈线性相关($R^2=0.998$);摄取阻断实验验证了探针对于NRP-1的靶向特异性,饱和结合实验测得 $[^{18}\text{F}]\text{AmBF3-QS-1}$ 对NRP-1的KD值为 $34.61 \pm 11.49 \text{ nM}$ 。PET成像和NIRF成像显示,双模态分子探针可精准区分不同NRP-1表达的肿瘤模型,在NRP-1高表达肿瘤MDA-MB-231中的最大摄取值分别为 $8.41 \pm 0.86 \text{ \%ID/mL}$ 和 $9.67 \pm 2.15 \times 10^7 \text{ [p/sec/cm}^2\text{/sr]/[}\mu\text{W/cm}^2\text{]}$,信噪比分别为 5.91 ± 0.60 和 2.80 ± 0.51 ,且在肿瘤内探针信号可持续数小时。离体实验进一步证实,NIRF探针AmBF3-QS-1可有效引导肿瘤定位,实现精准切除及病理学检查。

结论:结果表明, $[^{18}\text{F}]\text{AmBF3-QS-1}$ 作为一种极具前景的双模态探针,既可通过无创全身PET成像实现TNBC的肿瘤定位,又能借助NIRF成像在手术过程中精准勾画肿瘤边界,为术中导航提供支持。

^{18}F -FDG PET/MRI 及其衍生参数在膀胱癌患者分期和新辅助治疗(NAT)反应评估中的表现

尤琴琴

南京市第一医院

目的:评估 ^{18}F -FDG PET/MRI及其衍生参数在膀胱癌(BLCA)肿瘤分期和新辅助治疗(NAT)反应预测中的性能。

方法:本研究纳入了40例BLCA患者。根据研究目标,从入组患者中生成了两个队列。为了评估主要分期性能,39例患者在经尿道膀胱肿瘤切除术(TUR-BT)或根治性膀胱切除术(RC)和扩展盆腔淋巴结清扫术(ePLND)之前接受了 ^{18}F -FDG PET/MRI。为了分析NAT反应的预测价值,13名纳入的NAT患者在RC和ePLND之前接受了 ^{18}F -FDG PET/MRI。12名患者属于两个队列。两名放射科医生和一名核医学医师查看了PET/MRI图像,并确定了BLCA的肌肉侵袭性和淋巴结受累。放射学参数,包括最大标准摄取值(SUV_{max})、平均标准摄取值(SUV_{mean})、最大肿瘤直径和平均表观弥散系数(ADC_{mean}),均来自PET/MRI图像。分析了使用 ^{18}F -FDG PET/MRI及相关参数进行肿瘤分期和NAT反应评估的可行性。来自TUR-BT或RC和PLND的组织病理学是分期的金标准。

结果: ^{18}F -FDG PET/MRI鉴别肌层浸润性BLCA的敏感性、特异性、准确性和AUC(95%置信区间)分别为96.7%、88.9%、94.9%和0.928(0.801-1),鉴别淋巴结转移的敏感性、特异性、准确性和AUC(0.564-1)分别为80%、89.5%、87.5%和0.806(0.564-1)。13例接受NAT的BLCA患者中,11例

(84.6%) 根据最终病理结果进行准确分期, 1例(7.7%) 超期, 1例(7.7%) 降期。NAT反应评估的敏感性、特异性、准确性和AUC(95%置信区间) 分别为87.5%、80%、84.6%和0.837(0.586-1)。最大肿瘤直径和ADCmean随BLCA的pT分期而显著变化($p<0.05$)。最大肿瘤直径和ADCmean均能有效鉴别BLCA的肌肉侵袭性, AUC(95%置信区间) 分别为0.888(0.762-1) 和0.847(0.720-0.974)。NAT过程中SUVmean下降(Δ SUVmean) 值表明, NAT治疗的阳性应答者和无应答者之间存在显著差异($p=0.024$)。 Δ SUVmean 能有效预测 BLCA 患者对 NAT 治疗的反应, 敏感性、特异性、准确性和 AUC(95% 置信区间) 分别为 87.5%、80%、84.6% 和 0.886(0.689-1)。

结论: 18F-FDG PET/MRI在NAT治疗的BLCA分期和反应预测中表现出良好的表现。在其衍生参数中, Δ SUVmean 是 NAT 反应预测的有前途的候选生物标志物。

⁸⁹Zr标记的CD8抗体在肿瘤免疫治疗中的PET显像研究

朱怡蓉、洪智慧

苏州大学附属第二医院

目的: 肿瘤免疫治疗近年来成为肿瘤治疗领域的研究热点, 其显著改善了部分癌症患者的预后。CD8+ T 细胞作为肿瘤免疫反应的关键效应细胞, 其在肿瘤微环境中的浸润程度与肿瘤的发生发展、治疗反应密切相关。然而, 目前缺乏有效的非侵入性手段对肿瘤微环境中 CD8+ T 细胞的浸润情况进行动态监测。正电子发射断层扫描(PET) 成像技术凭借其高灵敏度和特异性, 在肿瘤分子影像领域展现出巨大潜力。本研究旨在使用⁸⁹Zr标记的靶向CD8抗体分子探针, 通过正电子发射断层扫描(PET) 成像技术, 可视化肿瘤微环境中CD8+T细胞的浸润情况。

方法: 1、将⁸⁹Zr通过螯合剂DFO-Bz-NCS和抗CD8抗体标记获得分子探针⁸⁹Zr-DFO-CD8并进行表征分析; 2、构建CT26结肠癌荷瘤小鼠模型, 分为四组(对照组、抗PD-1抗体组、放疗组以及放疗联合抗PD-1抗体治疗组) 并评估各组的疗效; 3、分别在治疗前后对每组小鼠进行PET成像, 定量分析并比较不同治疗组的肿瘤摄取值, 计量数据用均数 $\pm$ 标准差() 表示, 两组数据间差异性分析采用t检验, $P<0.05$ 具有统计学意义。

结果: 1、成功合成分子探针⁸⁹Zr-DFO-CD8, 其标记率 $>97\%$; 放置在溶媒和血清中144小时后标记率分别为大于90%和85%; 该探针表现出高放射化学纯度和良好的稳定性; 2、抗PD-1抗体组和放疗组均显示出一定的治疗效果, 但联合治疗组显示出最佳的疗效, 肿瘤体积显著减小。3、PET显像结果表明, 注射显像剂后96小时, 与对照组肿瘤摄取值相比(7.18 ± 0.73 %ID/cc), 联合治疗组肿瘤摄取值为 9.65 ± 0.54 %ID/cc, CD8+ T细胞在肿瘤浸润水平具有显著统计学差异($P=0.009$)。

结论: 本研究成功合成了一种特异性靶向CD8的分子探针⁸⁹Zr-DFO-CD8, 通过 PET /CT显像直观地展示了 CD8+ T 细胞在肿瘤微环境中的浸润情况, 且证实了 CD8+ T 细胞的显著浸润与肿瘤免疫治疗疗效密切相关。这些研究为理解CD8+ T细胞在免疫治疗中的作用提供了新的视角, 也为肿瘤免疫治疗的个体化方案制定、疗效实时监测提供了潜在的影像学手段。未来将进一步探索该研究的临床应用价值。

一种用于肺癌荧光手术导航的靶向整合素 $\alpha_v\beta_3$ 的 PET/NIRF 探针 [68Ga]Ga-DOTA-RGD2-HE 的合成、临床前评估及首次人体评价

Liping Chen^{1,2}、Chunmei Lu¹、Haitian Fu²、Huihui He²、Yu Xu²、Chunjing Yu²、Deju Ye¹、陈礼平

1. State Key Laboratory of Analytical Chemistry for Life Science, Chemistry and Biomedicine Innovation Center (ChemBIC), School of Chemistry and Chemical Engineering, Nanjing University

2. Department of Nuclear Medicine, Affiliated Hospital of Jiangnan University

Objective: The accurate clinical staging and surgical resection of lung cancer is a great challenge for clinical practice, due to the impact of positive resection margins on postoperative recovery.

Methods: A PET/NIRF dual-modal tracer facilitates precise preoperative staging and intraoperative fluorescence-guided surgery (FGS), enabling real-time visualization and resection of tumors. In the study, an integrin $\alpha_v\beta_3$ -targeted PET/NIRF tracer [68Ga]Ga-DOTA-RGD2-HE was synthesized and evaluated for its potential in staging lung cancer and intraoperative fluorescence navigation, with the structure of cyanine dye IR780.

Results: Spectra analysis shows that the tracer exhibits strong fluorescence emission at a wavelength of 815 nm. The Surface Plasmon Resonance (SPR) and cell uptake assay demonstrates high binding affinity and cell targeting. Micro-PET/CT imaging of A549 tumor-bearing mice showed that the tracer exhibited moderate tumor uptake, comparable to that of 18F-Alfatide II used in clinical practice. There was low uptake in non-target tissues, resulting in a high tumor-to-background ratio. Fluorescent surgical excision in A549 tumor-bearing mice has been proved to accurately visualize surgical margins. Studies in humans have verified that the tracer can accurately delineate resection margins under real-time fluorescence-guided during surgery and the preoperative staging of lung cancer.

Conclusions: Overall, the tracer performs excellently in accurately detecting tumors and delineating margins, making it highly valuable for imaging lung cancer and intraoperative resection.

肝恶性肿瘤患者^{99m}Tc-MAA SPECT/CT成像中肺分流分数的影响因素研究

王新宇、刘加成

东南大学附属中大医院

目的: 探究拟行钇-90微球选择性内放射治疗 (Selective internal radiation therapy with Yttrium-90 microspheres, 90Y-SIRT) 的肝恶性肿瘤患者术前经动脉内灌注^{99m}Tc-聚合白蛋白单光子发射型计算机断层显像/计算机断层扫描 (^{99m}Tc-macroaggregated albumin single-photon emission computed tomography/computed tomography, ^{99m}Tc-MAA SPECT/CT) 成像的肺分流分数 (Lung shunt fraction, LSF) 与肿瘤特

征、肝功能及治疗史的相关性。

方法：①序贯入组东南大学附属中大医院2021年9月至2025年2月由介入与血管外科收治的拟行90Y-SIRT的肝恶性肿瘤患者。本研究经医院医学伦理委员会审核批准。纳入标准：经病理或临床确诊为肝恶性肿瘤患者（包括HCC、ICC及肝转移瘤），拟行90Y-SIRT手术；术前一个月内有完整的腹部多期增强CT/MRI影像学资料及相关实验室血液检查（包括肿瘤标志物、肝功能及凝血功能指标）；在术前选择性动脉造影后2h内于核医学科完善99mTc-MAA SPECT/CT成像。排除标准：缺乏上述影像学及实验室资料；图像质量存在较大缺陷影响靶区分割或判读结果。②收集患者既往肝治疗史（肝外科手术切除史、肝消融史、既往经肝动脉介入治疗史、系统治疗史、肝放射治疗史）及肝功能相关指标，通过术前动态增强CT/MRI图像归纳大血管侵犯（肝静脉及门静脉）的影像学特征；根据99mTc-MAA SPECT/CT成像勾画全肝及靶肿瘤等感兴趣区体积。③利用单因素分析探究不同肿瘤类型间LSF的影响因素；采用多因素Logistic回归评估 $LSF < 10\%$ 的独立预测因子。

结果：①本研究共纳入符合研究标准的研究对象共计113例，包括57例肝细胞癌、56例其他类型肝癌。根据99mTc-MAA SPECT/CT成像计算出的肺分流分数，将其分为低级别 $LSF (< 10\%)$ 、中级别 $LSF (10\% - 20\%)$ 及高级别 $LSF (\geq 20\%)$ 三组，分别对应76名（67%）、29名（26%）以及8名（7%）患者。②在肝细胞癌组，血清白蛋白及100倍国际标准化比值（International normalized ratio, INR）与LSF间存在显著相关性；在其他类型肝癌组，全肝体积、靶肿瘤体积、血清白蛋白及100INR与LSF呈显著性相关。肝静脉受侵在两组中均显示出与高LSF间存在显著相关性，而门静脉受侵对LSF大小并无影响。在两组肝癌患者中，肝既往治疗史与肺分流大小均不存在相关性。③多因素Logistic回归结果显示，血清白蛋白及100INR是预测 $LSF < 10\%$ 的独立预测因子。

结论：肝恶性肿瘤患者在90Y-SIRT术前可以充分利用无创检查标志物来预测肺分流分数，肿瘤特征及相关肝功能指标可以预测其高低，协助临床决策。

可解释性超分辨率PET/CT影像组学在临床 I 期肺腺癌气道播散术前预测中的应用

征诚、孙春锋

南通大学附属医院

目的：本研究旨在评估基于超分辨率增强的氟-18 氟代脱氧葡萄糖正电子发射断层显像 / 计算机断层扫描（18F-FDG PET/CT）的多模态影像组学列线图，在预测临床 I 期肺腺癌（LUAD）患者术前气道播散（STAS）状态中的作用。

方法：本研究采用回顾性队列设计，纳入131例经病理确诊为临床 I 期肺腺癌的患者。为确保模型的客观性和可靠性，所有患者被随机划分为两组：训练队列（ $n=91$ ）和独立测试队列（ $n=40$ ）。通过迁移学习网络对原始PET图像进行超分辨率增强，生成更具高空间分辨率和更佳图像质量的术前超分辨率PET（SRPET）图像。从超分辨率 PET 图像、PET 图像和 CT 图像中提取影像组学特征。利用具有临床独立性的预测因子和最优的影像组学特征构建影像组学列线图。在模型验证过程中，通过受试者工作特征（ROC）曲线、校准曲线及决策曲线分析（DCA），全面评估模型的区分力、预测准确性及临床净受益。同时，采用蜂群图进行模型可解释性分析，揭示各特征变量对预测结果的贡献，增强模型在临床应用中的透明度和可信度。

结果：本研究共构建了五个不同的影像组学模型，旨在预测临床 I 期肺腺癌患者的气道播散状态。综合分析显示，融合一个临床特征、六个CT影像组学特征和十四个超分辨率PET影像组学特征的综合模型具有最佳预测性能。在训练队列中，该模型的受试者工作特征曲线下面积（AUC）高达0.948，表现出极强的区分能力；在独立测试队列中，AUC为0.898，显示出良好的泛化能力。与仅依赖单一模态影像或单独临床特征的模型相比，综合模型无论在校准曲线还是决策曲线分析中均表现优越，尤其在阈值范围内展现出更高的净收益，证明其在临床预后中的实用价值。此外，蜂群图解释结果揭示了各影像组学特征的具体贡献，其中超分辨率PET的多项特征对STAS预测具有显著影响，强化了超分辨率技术在提升影像诊断价值方面的作用。

结论：本研究证明，基于超分辨率增强的18F-FDG PET/CT多模态影像组学列线图能够有效预测临床 I 期肺腺癌患者的气道播散状态，在术前阶段为临床提供精准、非侵入性的病理侵袭风险评估工具，有望指导外科医生制定更为合理的手术方案，优化个体化治疗策略，降低术后复发风险，最终改善患者的长期生存预后。

基于治疗前18F-FDG PET/CT列线图 鉴别诊断原发性胃癌及原发性胃弥漫性大B细胞淋巴瘤

王冉、薛秀青
盐城市第一人民医院

目的：本研究旨在整合治疗前18F-FDG PET/CT的半定量代谢参数与同机CT形态学特征，构建鉴别原发性胃癌（primary gastric cancer, GC）及原发性胃弥漫性大B细胞淋巴瘤（primary gastric diffuse large B-cell lymphoma, PG-DLBCL）的列线图模型。

方法：本研究分析了111例治疗前行18F-FDG PET/CT胃恶性肿瘤患者（GC组86例，PGL组25例）的临床及影像资料。构建包括同机CT影像学特征及PET半定量参数的列线图模型。并采用受试者工作特征曲线下面积（Area Under the Curve, AUC）、校准曲线、决策曲线分析评估该列线图模型的预测性能和临床实用性。

结果：GC组及PG-DLBCL组年龄及性别差异无显著意义（ $\chi^2=0.158$ ， $Z=-0.110$ ， P 均 >0.05 ）。GC患者的病灶类型以局限性及节段性增厚常见（II型和III型），而PG-DLBCL组以节段性及弥漫性增厚为主（I型和II型）（ $\chi^2=36.115$ ， $P<0.001$ ）。PG-DLBCL组相比较于GC组更容易发生肾门下淋巴结转移（ $\chi^2=18.140$ ， $P<0.05$ ）和合并脾大（ $P=0.035$ ）。PG-DLBCL组的PET参数SUV_{max}、SUL_{max}、SUV_{mean2.5}、SUV_{mean40%}、SUL_{mean40%}、MTV2.5、TLG2.5、TBR-SUV、TLR-SUV、TBR-SUL、TLR-SUL高于GC组（ $Z=1.991-2.753$ ， P 均 <0.05 ）。病灶类型[（I型 VS III型：OR=58.312，95%CI：5.905-575.875， $P<0.001$ ）、（II型 VS III型：OR=5.877，95%CI：1.047-32.992， $P<0.05$ ）]、肾门下淋巴结受累状态（OR=3.643，95%CI：1.041-12.755， $P<0.05$ ）、脾脏肿大情况（OR=14.138，95%CI：1.025-194.915， $P<0.05$ ）及TLR-SUV值（OR=6.016，95%CI：1.213-29.833， $P<0.05$ ）是区分GC与PG-DLBCL的独立因素。本研究结合了同机CT影像学特征（病灶类型、肾门下淋巴结受累状态、脾脏肿大情况）及PET参数（TLR-SUV）构建列线图模型，该模型区分GC与PG-DLBCL的AUC为0.894（95%CI：0.821-0.968），具有良好的校准。决策曲线分析表明该模型在不同风险阈值下均能提供可靠的临床决策支持。

结论: 基于同机CT影像学特征联合PET半定量参数构建的临床列线图模型, 在鉴别原发性胃弥漫大B细胞淋巴瘤与原发性胃癌上具有良好的效能。

基于 ^{18}F -脱氧葡萄糖 PET/CT分析非小细胞肺癌患者压力相关神经活动对主要心血管不良事件发生的影响

李文、李俊灏、朱瑾成、王新刚、吴江、张龙江、杨桂芬
中国人民解放军东部战区总医院

目的: 基于 ^{18}F -脱氧葡萄糖 (FDG) PET/CT分析非小细胞肺癌 (NSCLC) 患者压力相关神经活动 (SNA) 对主要心血管不良事件 (MACE) 的影响。

方法: 本研究为单中心回顾性队列研究, 连续收集2018-2019年东部战区总医院核医学科诊断为NSCLC并随访至少1年的患者资料。纳入标准: 患者在术前进行了全身PET/CT检查及胸部CT平扫检查。排除标准: (1) 小细胞肺癌患者; (2) 基线时已发生转移的患者 (即肺癌分期为Ⅲb~Ⅳ期); (3) 基线时已行冠状动脉旁路搭桥手术或支架植入术患者; (4) 基线时已接受放疗患者。所有患者术前接受全身 ^{18}F -FDG PET/CT 及胸部CT检查。测量杏仁核最大靶-本底比值 (TBR_{max}) 反映SNA、椎体骨髓TBR_{max}反映骨髓活度 (BMA), 并测量冠状动脉钙化体积及钙化积分 (CACS)。采用Spearman相关性分析方法探究SNA与BMA、CACS的关系。根据研究终点MACE的发生情况将研究对象分为MACE组与非MACE组。通过Mann-Whitney U检验比较比较两组患者的基线临床信息、SNA、BMA及冠状动脉钙化情况。以杏仁核 TBR_{max}中位值为界值进行二分法分组, 将患者分为低杏仁核 TBR_{max}组与高杏仁核 TBR_{max}组; 依据CACS, 将CACS=0者划分为无钙化组, 将CACS>0者划分为有钙化组。采用Kaplan-Meier法绘制生存曲线, 通过log-rank检验比较不同组间MACE发生率的差异, 多因素Cox比例风险回归模型分析MACE发生的相关因素。

结果: 94例NSCLC患者年龄为 (61.7 ± 11.1) 岁, 男62例 (66.0%)。MACE组患者13例 (13.8%), 无MACE组患者81例 (86.2%)。MACE组杏仁核TBR_{max}、冠状动脉钙化体积和CACS均高于无MACE组 (均 $P < 0.05$)。所有患者的随访时间为 [M (Q1, Q3)] 41 (19, 58) 个月。高杏仁核TBR_{max}组MACE累积发生率高于低杏仁核TBR_{max}组 (29.8%比2.6%, $P = 0.006$), 有钙化组MACE累积发生率高于无钙化组 (39.9%比5.2%, $P = 0.010$)。单因素分析结果显示, 与低杏仁核TBR_{max}组相比, 高杏仁核TBR_{max}组MACE发生风险更高, HR值 (95%CI) 为10.054 (1.304~77.497); 有钙化组患者MACE发生风险高于无钙化组, HR值 (95%CI) 为4.252 (1.295~13.961); 高杏仁核TBR_{max}+有钙化组患者MACE发生风险也高于低杏仁核TBR_{max}+无钙化组患者, HR值 (95%CI) 为19.033 (2.135~169.676)。多因素分析结果显示, 高杏仁核TBR_{max}为MACE发生的相关因素, HR值 (95%CI) 为11.832 (1.328~105.457); 将杏仁核TBR_{max}与CACS相结合进行分组后, 高杏仁核TBR_{max}+有钙化组发生MACE的风险较其余组增加, HR值 (95%CI) 为18.613 (1.587~218.315)。

结论: SNA与MACE发生相关, 与低杏仁核TBR_{max}组相比, 高杏仁核TBR_{max}组发生MACE的风险增加。

¹⁸F-FDG PET心肌缺血记忆显像 对非阻塞性冠状动脉疾病患者的预后预测价值

张飞飞、杨晓宇、王跃涛
常州市第一人民医院

目的：¹⁸F-FDG PET心肌缺血记忆显像可用于诊断心肌缺血，但¹⁸F-FDG PET心肌缺血记忆显像对非阻塞性冠心病是否具有预后预测价值目前尚不清楚。本研究旨在探讨¹⁸F-FDG PET心肌缺血记忆显像对非阻塞性冠状动脉疾病患者随访期间发生MACE的预测价值。

方法：本研究是一项前瞻性、观察性、队列研究。共纳入106名冠状动脉造影提示主要心外膜血管狭窄<50%的不稳定心绞痛患者，所有研究对象均接受¹⁸F-FDG PET心肌缺血记忆显像检查，¹⁸F-FDG显像阳性定义为局灶性摄取或弥漫伴局灶性摄取。治疗策略为最佳药物治疗。所有入选病例均进行了临床随访，主要终点MACE定义为心血管死亡、因UA再住院、心力衰竭、急性心肌梗死、卒中。

结果：研究人群中，男性54例（50.9%），平均年龄为65.5 ± 8.5岁，随访26（17~42）个月，15例（14.2%）患者发生了MACE。单因素Cox回归分析显示，¹⁸F-FDG显像阳性、¹⁸F-FDG SUR、¹⁸F-FDG Extent是可疑UA患者随访期间发生MACE的相关因素，为进一步验证其独立预测价值，对年龄、性别、高血压、高血脂及糖尿病进行校正后的多因素Cox回归分析结果分别显示¹⁸F-FDG显像阳性（HR=7.638，95%CI：2.474-23.584，P=0.0004）、¹⁸F-FDG SUR（HR=2.246，95%CI：1.549-3.257，P<0.0001）、¹⁸F-FDG Extent（HR=1.061，95%CI：1.034-1.088，P<0.0001）均为MACE发生的独立预测因子。Kaplan-Meier生存分析进一步证实，在随访期间，¹⁸F-FDG显像阳性组无MACE累积生存率显著低于¹⁸F-FDG显像阴性组（P=0.0001）。此外，¹⁸F-FDG显像阳性组患者的MACE发生率（37.5%）高于¹⁸F-FDG阴性组（10.0%），差异具有显著统计学意义（ $\chi^2=8.457$ ，P=0.010）。

结论：¹⁸F-FDG PET心肌缺血记忆显像所探测到的心肌缺血是非阻塞性冠状动脉疾病患者随访期间发生MACE的独立危险因素，¹⁸F-FDG显像阳性组患者发生MACE的风险是¹⁸F-FDG阴性组患者的7.6倍。¹⁸F-FDG PET心肌缺血记忆显像可作为评估非阻塞性冠状动脉疾病患者未来MACE风险的潜在影像标志物，为早期识别高危人群、精准预测MACE发生提供依据。

¹⁸F-DOPA作为评价肾交感神经活性指标 在RDN术后疗效评估中的应用

施赛健¹、吴睿²、黄缘洁²、田锋¹、侯继芹³、孔祥清²、盛龙翔²、张涛³、孙伟²、唐立钧¹

1. 江苏省人民医院（南京医科大学第一附属医院）核医学科

2. 江苏省人民医院（南京医科大学第一附属医院）心内科

3. 南京医科大学药学院核药学系

目的：肾神经去除术（RDN）是最近发展起来的一种新的高血压治疗技术，借助射频消融导管或超

声导管使肾动脉周围神经变性，阻断肾脏神经的活动，减少传出神经对肾血管阻力、肾素释放和钠重吸收的影响，从而降低血压。但目前，尚无有效方法能评价RDN术后肾脏传出神经消融的成功与否。只能采用间接的方法，即监测术后患者的体循环血容量变化。但是，无法在术前术后或术中判断体循环血容量升高患者接受RDN治疗的肾脏传出神经消融是否成功。因此，肾神经消融程度的无创评估仍然是一个挑战。本研究旨在开发一种新的方法来评估RDN的疗效。

方法：肾脏是中枢神经系统外可以大量利用循环中L-DOPA以产生多巴胺的又一器官，肾脏通过钠依赖系统和钠非依赖系统来摄取循环中的L-DOPA。基于此，我们设想通过肾脏摄取18F-DOPA的程度来评价肾脏交感活性的强弱。通过小动物PET-CT成像无创评价自发性高血压大鼠（SHR）经RDN术前术后、Wistar-Kyoto大鼠（WKY）经RDN术前术后肾脏摄取18F-DOPA的变化。

结果：我们证明双侧RDN显著降低肾功能正常的自发性高血压大鼠（SHR）肾脏中的18F-DOPA摄取。在Wistar-Kyoto大鼠（WKY）中观察到类似的趋势。同时，通过血压监测、交感神经标记物的蛋白质印迹分析和神经免疫组化进一步验证RDN的有效性。SHR大鼠收缩压(SBP)与平均动脉压(MAP)在RDN后两周内明显下降。Sham组大鼠肾动脉周围传出神经TH免疫组化染色阳性，RDN组大鼠肾动脉周围传出神经TH免疫组化染色阳性区域减少。Western Blot检测肾脏组织TH蛋白表达量，SHR大鼠RDN术后肾脏中TH表达明显减少。

结论：数据表明，18F-DOPA PET-CT成像与肾脏的交感神经活动是对应的，这为在体评价RDN的疗效提供了有价值的见解，并可作为临床评估其治疗结果的重要工具。通过进一步研究RDN对肾脏交感神经系统和多巴胺能系统的影响将有助于加深我们对RDN治疗高血压及其他相关疾病的分子机制的理解。

核素心肌显像在评估高血压患者心肌纤维化中的价值

孙寒、鹿存芝

徐州市中心医院

目的：探讨成纤维细胞活化蛋白抑制剂（fibroblast activation protein inhibitor, FAPI）单光子发射计算机断层显像（single-photon emission computed tomography/computed tomography, SPECT/CT）及心肌灌注显像（myocardial perfusion imaging, MPI）在评估高血压患者心肌纤维化（myocardial fibrosis, MF）中的价值。

方法：选择2023年12月至2025年06月于徐州市中心医院核医学科就诊的高血压患者116例，所有患者均进行心脏FAPI SPECT/CT及MPI检查，收集患者的一般临床资料及核素显像检查结果，包括性别、年龄、体质指数（Body Mass Index, BMI）、吸烟史、饮酒史、血糖、血脂、左室射血分数（Left Ventricular Ejection Fractions, LVEF）、最大充盈率（Peak Filling Rate, PFR）、舒张末期容积（End Systolic Volume, EDV）、收缩末期容量（End Diastolic Volume, ESV）等。计量资料间的相关性分析采用Pearson法，分类资料使用Spearman法。采用独立样本t检验分析定量参数间的差异，计量资料的组间比较使用卡方检验或Fisher确切概率法，将单因素差异性分析中有意义的变量（ $P < 0.05$ ）纳入多因素二元Logistic回归分析（向后：LR），研究高血压患者FAPI SPECT/CT显像及MPI显像阳性的危险因素。

结果：核素心肌显像结果显示，116例高血压患者中（ 46.68 ± 12.39 岁），90例患者心肌细胞异常摄取FAPI显像剂，91例患者MPI提示心肌灌注减低，两者结果不相关（ $P > 0.05$ ）。高血压患者心肌细胞对FAPI的摄取与患者的年龄（ $t = -2.532$, $P = 0.013$ ）、饮酒史（ $\chi^2 = 4.957$, $P = 0.026$ ）及高血脂（ $\chi^2 = 9.458$, $P = 0.002$ ）等心血管危险因素有关，多因素回归分析显示，年龄[OR 1.043, 95%CI: (1.004~1.084), $P = 0.030$]和高血脂[OR 3.242, 95%CI: (1.244~8.451), $P = 0.016$]为患者FAPI

SPECT/CT显像阳性的危险因素。高血压患者心肌损害与患者的性别 ($\chi^2=4.286$, $P=0.038$)、饮酒史 ($\chi^2=4.130$, $P=0.042$)、LVEF减低 ($\chi^2=7.944$, $P=0.005$)及PFR减低 ($\chi^2=6.985$, $P=0.008$)有关,多因素回归分析显示,PFR[OR 7.261, 95%CI: (1.571~33.568), $P=0.011$]和饮酒史[OR 3.063, 95%CI: (1.158~8.101), $P=0.024$]为患者MPI显像阳性的危险因素。

结论:心脏FAPISPECT/CT和MPI显像可早期发现高血压患者心肌纤维化与心肌损害,年龄和高血脂为心肌摄取FAPIS显像剂的危险因素,PFR减低和饮酒史为心肌灌注减低的危险因素。

^{18}F -PSMA PET/CT联合磁共振PI-RADS评分 对前列腺癌的诊断效能研究

李继会、章斌
苏州大学附属第一医院

目的:探讨 ^{18}F -PSMA PET/CT联合前列腺影像报告和数据系统(Prostate Imaging Reporting and Data System, PI-RADS)评分对前列腺癌的诊断效能。

方法:回顾性分析2025年1月-2025年5月怀疑前列腺癌(Prostate cancer, Pca)于苏州大学附属第一医院行 ^{18}F -PSMA PET/CT及前列腺磁共振检查(magnetic resonance imaging, MRI)126例患者的临床及影像学资料,分别对PET/CT图像和MRI图像进行分子成像前列腺特异性膜抗原(molecular imaging prostate specific membrane antigen, miPSMA)评分及PI-RADS评分。以病理结果为金标准,采用两独立样本t检验、Mann-Whitney U检验和卡方检验比较组间差异,分别以miPSMA ≥ 2 分、PI-RADS ≥ 3 以及PI-RADS ≥ 3 分联合miPSMA ≥ 2 分作为前列腺癌的不同诊断模型,利用ROC曲线分析各因素单独及联合诊断的效能。

结果:126例患者平均年龄(68.22 ± 7.55)岁,97例患者被确诊为前列腺癌。PI-RADS评分、前列腺特异抗原(PSA)和SUVmax在PCa组和非PCa组间差异均有统计学意义(P 值均 <0.05)。以miPSMA ≥ 2 分、PI-RADS ≥ 3 分以及miPSMA ≥ 2 分联合PI-RADS ≥ 3 分为标准,诊断前列腺癌的准确性分别为0.793、0.825和0.928,灵敏度分别为0.784、0.887、0.927,特异性分别为0.828、0.621、0.937,阳性预测值分别为0.938、0.869和0.978,阴性预测值分别为0.533、0.667和0.794,AUC值分别为0.857、0.751和0.924。

结论:PSMA PET/CT联合MRI对前列腺癌有较高的诊断效能,可作为前列腺癌的精准诊断方案应用于临床。

肾脏肿瘤的分型与预后: PSMA PET/CT 对比多期增强 CT

许秦凤¹、王峰²
1. 江苏省中医院; 2. 南京市第一医院

目的:比较 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT与多期对比增强CT(CE-CT)在肾脏肿瘤术前分型、分级与

TNM 分期中的价值,并探讨 PSMA 摄取水平对患者无病生存期(DFS)的预后意义。

方法:回顾性纳入 2016-02 至 2024-11 期间接受术前 68Ga-PSMA-11 PET/CT 与三期 CE-CT 的 49 例患者(51 个病灶)。量化 SUV_{max}、SUV_{peak} 及 T/NT 比值,并计算 CE-CT 各期强化及 wash-out 值。以病理结果为金标准,比对两种影像学的诊断与分期准确率。随访 ≥6 个月(中位 28 个月),采用 Kaplan-Meier 法评估 SUV_{max} 高低(阈值 9.39)与 DFS 的关系,Cox 回归筛选独立预后因子。

结果:51 个病灶中 43 例为 RCC(其中 36 例 ccRCC),良性 3 例,其余肿瘤 5 例。PET/CT 的 SUV_{max}、SUV_{peak}、T/NT 区分 ccRCC 与其他病灶的 AUC 分别为 0.861、0.869、0.858,与 CE-CT wash-out 值的 0.809 相当或更佳。PET/CT 能显著区分 ccRCC 与良性肿瘤($P<0.05$),而 CE-CT 不具区分能力。高级别 ccRCC 的 SUV_{max}、SUV_{peak}、T/NT 均高于低级别($P\leq 0.038$);CE-CT 各期 CT 值仅在排泄期呈差异。T 分期以 CE-CT 准确率更高(83.7% vs 72.1%, $P<0.05$),而 N、M 分期 PET/CT 优势显著:淋巴结转移检出率 26.5% vs 11.6%;远处转移检出率 41.5% vs 19.5%(均 $P<0.05$)。Kaplan-Meier 曲线显示 SUV_{max} > 9.39 组 2 年 DFS 为 58%,低摄取组为 83%(log-rank $P = 0.028$)。多变量 Cox 分析纳入年龄、肿瘤大小、WHO/ISUP 级别、SUV_{max} 后,仅 SUV_{max} > 9.39(HR = 2.74, 95%CI 1.11-6.80, $P = 0.028$)及高级别(HR = 2.37, $P = 0.041$)为独立不良预测因子。

结论:68Ga-PSMA-11 PET/CT 在肾脏肿瘤的分型、分级及 N/M 分期上优于传统 CE-CT,并能通过 SUV 指标预测 DFS,高 PSMA 摄取提示较差预后。结合 CE-CT 的局部解剖优势,可构建更精准的个体化术前评估框架,为是否行淋巴结清扫及术后随访策略提供依据。

碘131放射性核素治疗甲状腺癌患者 胃肠道不良反应干预应用效果研究

傅蔚

江苏省人民医院(南京医科大学第一附属医院)

目的:研究碘131放射性核素治疗甲状腺癌患者胃肠道不良反应的干预效果及影响因素

方法:纳入2024年7月至2025年4月期间我院核医学科病房收治的21例甲状腺癌患者作为研究对象。根据床位号进行分组,其中24-33床的10例患者治疗期间停用优甲乐治疗作为停药组;另13-23床的11例患者治疗期间不停用优甲乐作为重组人促甲状腺激素(TSH)组。观察两组患者TSH达标的消耗时间、辐射值和住院时间情况、心理状态、睡眠质量、生活质量以及不良反应情况。

结果:重组TSH组的TSH达标时间和住院时间均短于停药组, $P<0.05$;两组辐射值水平对比并无差异, $P>0.05$ 。治疗前两组患者焦虑自评量表(SAS)、抑郁自评量表(SDS)以及匹兹堡睡眠质量指数(PSQI)评分对比无差异, $P>0.05$;治疗后重组TSH组SAS、SDS以及PSQI评分均低于停药组, $P<0.05$ 。治疗前两组患者生理功能(PF)、生理职能(RP)、机体疼痛(BP)、健康总体自评(GH)、社会功能(SF)、情感职能(RE)、精神健康(MH)以及活力(VT)评分对比均无差异, $P>0.05$;治疗后重组TSH组生活质量各评分均高于停药组, $P<0.05$ 。两组不良反应包括颈部疼痛肿胀、恶心呕吐、便秘、白细胞减少、唾液腺损伤以及味觉异常。重组TSH组发生率仅为20.00%,低于停药组发生率的63.64%, $P<0.05$ 。

结论:碘131放射性核素治疗甲状腺癌患者效果较好,相对于停药方案,服用重组TSH方案效果更佳,能有效快速降低辐射量,缩短TSH达标时间和住院时间,且能缓解患者术后心理状态,提高睡眠质量。

量和生活质量，不良反应发生率较低，值得临床应用及推广。

心肌灌注显像负荷药物瑞加诺生副反应发生的相关因素分析

孙晶晶、冯通、郭静、龚海洋、潘小燕、张学军、吉衡山、吴江
中国人民解放军东部战区总医院

目的：分析核素心肌灌注显像负荷药物瑞加诺生应用于中国人群发生副反应的相关因素，旨在进一步熟悉和掌握其临床使用。

方法：对2023年1月至2024年6月临床可疑或确诊冠心病、并在我科接受瑞加诺生药物负荷心肌灌注SPECT显像的536例患者（男375例、女161例，年龄 52.41 ± 16 岁）进行回顾性研究，采用“一日法”静息-负荷方案，药物负荷前询问现病史、既往史并记录，第一次静脉注射 99mTc-MIBI 后3小时实施负荷方案，患者半卧位，接心电监护，给与低浓度吸氧，保持室内安静，经静脉通道推注5 mL（含0.4 mg）瑞加诺生注射液，推注完毕后立即用5 mL的生理盐水冲洗，然后再次经静脉注射 99mTc-MIBI ，监测呼吸、心率、血压、脉氧、心电图变化，询问并记录患者的不适症状和持续时间。计数资料以百分比表示，采用卡方检验对数据进行统计分析。

结果：瑞加诺生负荷过程中出现不适症状的患者比例为67.0%，常见的副反应包括胸闷、心慌、头晕、腹痛、口苦、出汗、恶心等，发生副反应的绝大多数患者症状自发消退，不需要医学干预，所有患者均安全完成负荷试验。男性发生副反应的比例为64.0%，女性比例为73.9%，女性患者发生副反应的比例高于男性患者（ $P < 0.05$ ）。副反应的发生在年龄、体重指数的分组之间均无统计学差异（ $P > 0.05$ ），但体表面积较低者发生副反应的比例明显高于体表面积较高者（ $P < 0.01$ ）。副反应的发生在有高血压、糖尿病、高血脂、吸烟史、情绪焦虑的患者和无这些既往史的患者之间没有统计学差异（ $P > 0.05$ ），但有饮酒史的患者发生副反应的比例低于无饮酒史的患者（ $P < 0.05$ ）。有情绪焦虑的患者副反应持续较长时间的比例高于无情绪焦虑的患者（ $P < 0.05$ ）。

结论：心肌灌注显像负荷药物瑞加诺生应用于中国人群安全、简便，女性和体表面积较小者更容易发生副反应，有饮酒史的患者相对不易发生副反应，有情绪焦虑的患者副反应持续时间更长。

核医学在心脏病学中的应用：技术创新与临床实践探讨

王施雅
南京市第一医院

目的：随着心血管疾病发病率的持续升高，精准诊断和个性化治疗已成为改善患者预后的关键挑战。核医学作为现代医学的重要分支，在心脏疾病评估和治疗中展现出独特的优势。本研究旨在探讨核医学在心脏病学领域的创新应用，分析其在心肌缺血、冠心病、心力衰竭及心律失常等常见心脏病的诊断与治疗中的价值，为临床实践提供理论依据，推动核医学在心脏病学领域的进一步发展。

方法：本研究通过对近十年发表的学术文献进行系统梳理，结合临床病例分析，着重探讨心肌显像、

心脏PET、SPECT成像技术及放射性核素标记药物的作用机制及临床应用进展。重点分析这些核医学技术在心肌缺血性心脏病、冠状动脉疾病、心力衰竭及心律失常性病的诊断及干预治疗中的应用效果。

结果：心肌显像技术：心肌显像（SPECT和PET）通过评估心脏供血状况，为冠心病的早期诊断和治疗方案制定提供了重要依据。研究显示，心肌显像在检测冠脉病变、评估心肌缺血范围、判断治疗效果等方面具有较高的敏感性和准确性。

心脏PET技术：心脏PET不仅用于评估心脏代谢功能，还为精准治疗提供了重要参考。在心力衰竭患者中，心脏PET能够有效评估心肌功能储备和心脏重构情况，为制定个体化治疗方案提供科学依据。

临床研究数据：多项研究显示，核医学技术在冠脉病变检测、心肌缺血范围评估、心脏功能评估等方面具有显著优势。与传统方法相比，核医学技术能显著提高早期发现潜在病变的能力，降低误诊率，提升临床诊断效率。

案例分析：通过分析多个临床病例，本研究证实了核医学技术在复杂心脏病诊断中的重要价值。例如，在冠心病患者中，SPECT和PET能更早发现微小病变，为靶向治疗提供精准信息。

结论：核医学在心脏疾病评估和治疗中具有不可替代的作用。心肌显像、心脏PET等技术通过多模态成像和代谢评估，为精准诊断提供强大支持；放射性核素标记药物的应用则为治疗方案的制定提供了个体化依据。这些技术的临床应用显著提高了心脏疾病诊断的准确性和治疗的精准度，为临床医生优化治疗策略提供了可靠支持。展望未来，随着人工智能和大数据技术的快速发展，核医学在心脏病学中的应用前景更加广阔。新型放射性同位素和影像技术的不断涌现，将进一步提升诊断的敏感性和特异性。同时，多学科协作和精准医疗理念的推进，将进一步推动核医学在心脏病学领域的深入应用。未来，核或者其他新兴分子标记技术的结合使用，将为心脏病的早期发现和个性化治疗提供更强大技术支持。

基线PET代谢参数联合双表达状态 对弥漫性大b细胞淋巴瘤患者的预后评估

缪姜丰、蔡雨洁、征诚、巫颖、石真如、谭忠华、孙春锋
南通大学附属医院

目的：探讨基线PET代谢参数联合双表达状态（DE）对弥漫性大B细胞淋巴瘤（DLBCL）的临床预后价值。

方法：回顾性纳入2016年-2022年200例初诊DLBCL患者并分析PET/CT代谢参数代谢肿瘤体积（MTV）、总病灶糖酵解（TLG）、双表达状态（DE）状态。采用Cox回归筛选独立预后因素，基于TLG截断值和DE状态构建联合预后模型，通过生存分析验证分层效能。

结果：200例初诊DLBCL患者中位年龄为67岁（范围：27-92岁），男性111例、女性89例，其中GCB型36例、non-GCB型164例，双表达型54例、非双表达型146例，I-II期90例、III-IV期110例。MTV在双表达组显著高于非双表达组（中位数：DE组76.37 vs. 非DE组41.23, $P=0.021$ ）。TLG在双表达组显著升高（中位数：DE组550.54 vs. 非DE组313.84, $P=0.037$ ）。SUV_{max}在DE组也高于非DE组，但无统计学意义。DE状态、TLG和MTV同样是PFS和OS的独立预后因素。依据TLG（高/低，截断值399.99）与双表达状态（阳性/阴性）将患者分为四组：组1（高TLG + DE, $n=33$, 16.5%）、组2（低TLG + DE, $n=21$, 10.5%）、组3（高TLG + 非DE, $n=63$, 31.5%）和组4（低TLG + 非DE, $n=83$, 41.50%）。不管是PFS还是OS，组4均表现出最佳生存预后，而组1表现出最差的生存预后，组2和组3的生存曲线介于上

述两组之间,呈现出中等程度的预后表现。在PFS分析中,组1的疾病进展风险显著高于组4($HR=9.52$, $95\% CI:5.12-17.70$, $P<0.001$),且其风险较中间组别(组2和组3)亦显著升高(组4 vs 组2: $HR=2.68$, $95\% CI:1.38-5.21$, $P=0.004$; 组4 vs 组3: $HR=5.11$, $95\% CI:3.11-8.37$, $P<0.001$)。OS分析呈现相似趋势,组1的死亡风险较其他组进一步升高,其与组4的HR达11.87($95\% CI:6.17-22.84$, $P<0.001$)。高TLG+DE组:3年PFS率18.2%、OS率21.2%;低TLG+非DE组:3年PFS率82.6%、OS率87.1%;组间风险比:PFS- $HR=9.52$, OS- $HR=11.87$ (均 $P<0.001$)。

结论:TLG与DE状态的联合模型可有效识别DLBCL高危亚群(高TLG+DE组),为精准强化治疗提供影像-分子整合客观依据。

^{89}Zr 标记抗人PDPN单抗SZ168 用于黑色素瘤免疫PET显像的实验研究

朗月、刘雨、吴江、喻岳超等

徐州矿务集团总医院(徐州医科大学第二附属医院)核医学科

目的:制备 ^{89}Zr 标记抗人平足蛋白(PDPN)单克隆抗体SZ168,评价其用于黑色素瘤免疫PET显像的可行性。

方法:将p-SCN-Bn-DFO与SZ168单克隆抗体偶联,再与 ^{89}Zr 螯合制备 ^{89}Zr -DFO-SZ168,行标记率、放化纯、体外稳定性等质量控制。构建黑色素瘤小鼠模型,实验组和对 照组小鼠分别尾静脉注射 ^{89}Zr -DFO-SZ168和 ^{89}Zr -DFO-免疫球蛋白IgG溶液3.7MBq,实验组于注射后12、24、48和72h行microPET/CT显像,对照组则于注射后48h行microPET/CT显像,并使用ROI分析肿瘤及器官显像剂摄取。于注射后7d处死小鼠,分别评估 ^{89}Zr -DFO-SZ168和 ^{89}Zr -DFO-IgG离体生物分布。两组间比较采用两独立样本t检验。

结果: ^{89}Zr -DFO-SZ168溶液的pH值为7.0左右,标记率 $>60\%$ 、过PD10柱后放化纯 $>95\%$,体外放置72h稳定性良好。 ^{89}Zr -DFO-SZ168 microPET/CT系列显像示荷瘤小鼠移植肿瘤显影明显,注射后48h肿瘤显像剂聚集达峰值,而 ^{89}Zr -DFO-IgG microPET/CT显像肿瘤未见清晰显影。离体生物分布显示 ^{89}Zr -DFO-SZ168主要在肿瘤、肝和骨中聚集,肿瘤摄取值明显高于 ^{89}Zr -DFO-IgG [(29.36 ± 7.29) 每克组织百分注射剂量率(%ID/g)与 $(8.78 \pm 1.63)\%ID/g$; $t=4.77$, $P=0.009$]。肿瘤标本免疫组织化学表明肿瘤组织PDPN高表达。

结论:成功制备可用于黑色素瘤特异性分子影像诊断的探针 ^{89}Zr -DFO-SZ168,为黑色素瘤PDPN分子靶点免疫PET诊断及诊疗一体化研究奠定基础。

全程化优质护理在非梗阻性冠心病患者 心脏负荷试验中的实践与效果研究

吴秀、周盛青、梁玮玮、张春兰
徐州市中心医院

目的：通过对1140例疑似非梗阻性冠心病患者的负荷试验护理实践进行总结，探讨优质护理在心脏负荷试验中的重要作用。

方法：选取疑似非梗阻性冠心病患者1140例，随机分为三组，每组380例，分别接受运动负荷试验、瑞加诺生药物负荷试验及冷加压试验。所有患者均符合试验指征，无严重肝肾功能不全、急性心肌梗死、严重心律失常等禁忌证。运动负荷按照BRUCE踏车负荷方案进行，每3分钟增加25瓦特功率，运动高峰时注射核素⁹⁹Tc-MIBI(甲氧异胂) 925 MBq；瑞加诺生注射0.4mg / 5ml，用药时间20秒左右，注射结束后1分钟内静脉注射核素⁹⁹Tc-MIBI(甲氧异胂) 925 MBq；冷加压试验为单侧足部浸入0-4℃冰水混合物中持续90秒，注射核素⁹⁹Tc-MIBI(甲氧异胂) 925MBq。护理措施：试验前护理：心理护理：护士需详细向患者解释试验的目的、流程及可能的不适感，消除其紧张情绪，增强配合度。健康宣教：指导患者试验前避免剧烈运动、咖啡因摄入等可能影响结果的因素，确保试验准确性。

设备与药物准备：检查心电监护仪、除颤仪、急救药品等是否处于备用状态，确保试验安全。试验中护理：严密监测：全程监测患者心电图、血压、血氧饱和度及主观症状，发现异常及时处理。不良反应应对：如患者出现胸痛、头晕、心律失常等症状，护士需立即停止试验，并配合医生进行对症处理。心理支持：通过语言安抚减轻患者焦虑，增强其耐受性。试验后护理：观察与随访：试验结束后继续监测患者生命体征30分钟，确认无不适后方可离开。健康指导：告知患者可能出现延迟反应及应对措施，并提供后续诊疗建议。

结果：在全程化优质护理的保障下，1140例患者均安全、顺利地完负荷试验，未发生严重不良事件。其中：运动负荷试验组有12例出现轻微胸痛，经休息后缓解；瑞加诺生组8例出现短暂心悸，未影响试验进程；冷加压试验组5例诉足部麻木，均在试验结束后迅速恢复。护理人员的专业干预有效降低了试验风险，提高了患者的舒适度和配合度。

结论：心脏负荷试验是心肌灌注显像的核心环节，其价值与风险并存。全程化优质护理不仅保障了患者的安全，还提升了试验的准确性和效率。未来需进一步推广标准化护理流程，加强护士的专业培训，以更好地服务于冠心病患者的诊断与治疗。

rhTSH辅助下碘131治疗分化型甲状腺癌的安全性及有效性初步分析

时鹤、柳卫

南京医科大学第一附属医院

目的：初步探讨重组人促甲状腺激素（recombinant human thyroid-stimulating hormone, rhTSH）辅助碘131治疗分化型甲状腺癌（differentiated thyroid cancer, DTC）的安全性及有效性。

方法：搜集2024年5月至2024年12月于我科就诊采用rhTSH辅助碘131治疗患者的一般资料。随访至2025年6月10日，观察治疗期间患者的不良反应、出院前周围剂量当量率；随访治疗后患者血清促甲状腺激素（thyroid stimulating hormone, TSH）、甲状腺球蛋白（thyroglobulin, Tg）、甲状腺球蛋白抗体（thyroglobulin antibody, TgAb）水平及影像学（治疗量碘131全身显像、甲状腺超声、胸部CT）检查结果，并进行疗效评价。

结果：共纳入67例患者，其中男女比例1:1.1，中位年龄37（19-76）岁，乳头状癌65例，滤泡癌2例，TNM分期I期者75%，II期18%，III期6%，IVB期1%；初始复发风险分层为中危者72%，高危者28%；93%的患者给与了150mCi的碘131治疗活度，7%为100mCi；注射rhTSH后少部分患者出现了轻微的下颌部肿胀（1例，1.5%）、胃痛（2例，2.9%）及一过性心慌（2例，2.9%），观察后上述症状自行好转；5位患者因注射rhTSH前空腹出现一过性头晕、恶心；37%患者24小时周围剂量当量率 $<25\mu\text{Sv/h}$ ，96%患者48小时周围剂量当量率 $<25\mu\text{Sv/h}$ ；两剂rhTSH注射后100%患者TSH $>30\text{mIU/L}$ ，91% TSH $>100\text{mIU/L}$ ，6例TSH $<100\text{mIU/L}$ 患者的身体质量指数平均值为 30.92kg/m^2 ；第一剂rhTSH注射后Tg增幅0.24（0.02, 0.71），第二剂rhTSH注射后Tg增幅0.63（0.13, 1.83）；患者24小时摄碘率0.7%（0.5%, 1.1%），与第二剂rhTSH注射后Tg增幅成正相关（ $r=0.346$, $P=0.005$ ）；中位随访6（5-12）月，失访2人，7例患者TgAb $>115\text{IU/mL}$ ，69%（40/58）患者抑制性Tg $<0.2\text{ng/mL}$ ；疗效评价结果分别为51%反应良好（26/51）、31%反应不确定（16/51）、2%生化反应不全（1/51）、16%结构反应不全（8/51）。

结论：rhTSH辅助碘131治疗DTC患者不良反应少且轻微、出院前患者辐射安全达标率高；rhTSH注射后可有效升高TSH水平，远期疗效尚需更多病例及更长时间随访证实。

糖皮质激素性骨质疏松1例

吴倩、张纯、鹿存芝

徐州市中心医院

患者女性，55岁。腰背部疼痛半年加重1月。担架抬入病房。BMI：23.0，52岁绝经，即时血压：188/111mmHg（躯体和精神应激）。2018年2月5日在我院行腰椎X线检查示：胸12椎体压缩性骨折。2018年3月30日于外院再行腰椎CT检查示：胸11椎体压缩性骨折，胸12椎体骨折，腰4椎体压缩性骨折。2018年6月11日查腰椎CT示：腰椎骨质疏松，椎体变扁；胸12、腰1椎体楔形压缩性骨折，腰2-4左侧横突骨折。3年前右踝关节骨折史。血小板减少症13年，间断口服泼尼松25mg qd。否认乙肝病史。否认

高血压，冠心病，糖尿病等慢性病史。实验室检查：ALP：330，血钙：2.37，血磷：0.84。腰椎正侧位：腰椎12椎体压缩性骨折。ECT：中轴骨：肋骨、椎体、骨盆骨多发骨质疏松。双能X线骨密度检查：T：小于-2.5。诊断：GIOP（极高骨折风险）骨质疏松骨折 血小板减少性紫癜。支持证据：1、疼痛症状；2、多发脆性骨折；3、DXA T值；4、原发疾病史；5、激素使用史；6、骨代谢指标增高；7、ALP增高。鉴别诊断：肿瘤骨转移：无肿瘤病史、影像学、生化检查不支持。原发性骨质疏松症：骨代谢标志物、血ALP。

治疗：1、生活方式调整：有利于骨骼健康的生活方式（高钙饮食、戒烟酒浓茶咖啡、适度锻炼、晒太阳等）2、骨健康基本补充剂：碳酸钙：600mg qd 骨化三醇：0.25ug qd。3、抗骨质疏松治疗：唑来膦酸 5mg/年（考虑极高骨折风险骨质疏松症）。随访：1月后复诊时步入诊室，疼痛症状明显减轻。1年后复查：腰椎T值较前明显提高，股骨颈T值没有变化。治疗1年小结：1、疼痛症状明显减轻。2、骨密度提高，3、骨代谢标志物明显下降。4、1年内无新发骨折。5、原发疾病稳定。目前治疗方案有效，继续维持目前治疗进入第二年。2年后复查骨密度：腰椎T值进一步提高，股骨颈T值提高。治疗2年小结：1、疼痛症状基本消失，2、骨密度进一步提高，3、骨代谢标志物维持较低水平，4、此一年内无新发骨折，5、原发疾病稳定。目前治疗方案有效，继续维持目前治疗进入第三年。治疗3年后复查骨密度：腰椎T值进一步提高，股骨颈T值进一步提高。治疗3年小结：1、疼痛症状消失；2、腰椎股骨颈骨密度均提高；3、骨代谢标志物维持较低水平；4、此一年内无新发骨折；5、原发疾病稳定。既往骨代谢标志物检查：2018年6月： β -CTX：1597，ALP：330 25羟维生素D：24.81，血小板：30。2020年6月： β -CTX：425.50，ALP：89 25羟维生素D：29.79，血小板：20。2021年6月： β -CTX：292.70，ALP：81 25羟维生素D：28.32，血小板：2.0。骨质疏松治疗中期阶段性综合评估（3年）：1、患者一般情况较好，行走自如，无明显疼痛症状。2、原发疾病稳定，已停用糖皮质激素药物，改服中药。3、DXA骨密度T值明显上升至骨量减少水平。4、骨代谢指标维持较低水平。5、骨质疏松治疗期间无新发骨折。综上考虑：患者由于原发疾病原因，未来骨折风险存在，结合患者意愿，序贯地舒单抗治疗。4年后复查DXA（地舒单抗序贯唑来膦酸1年后）：腰椎T值进一步提高。股骨颈T值下降。治疗4年小结（地舒单抗序贯唑来膦酸1年后）：1、患者一般情况较好，行走自如，无明显疼痛症状。2、原发疾病稳定，服中药中。3、DXA骨密度腰椎T值上升，股骨颈骨密度下降。4、骨代谢指标维持低水平。5、无新发骨折。综上考虑：患者由于原发疾病原因，未来骨折风险存在，结合患者意愿，给予艾地骨化醇替换骨化三醇+钙剂，继续地舒单抗治疗。治疗5年小结（地舒单抗序贯唑来膦酸2年后）：1、患者一般情况较好，行走自如，无明显疼痛症状2、原发疾病稳定，服中药中3、DXA骨密度腰椎T值升至正常，股骨颈骨T值升高4、骨代谢指标维持低水平5、无新发骨折。综上考虑：患者由于原发疾病原因，未来骨折风险存在，继续维持目前治疗方案不变。

初诊骨质疏松患者必须进行彻底评估：包括病史、体检、检查及继发因素。诊断与鉴别诊断支持证据充分。依据指南结合个体化选择最佳治疗方案。阶段性全面评估，全程管理骨质疏松防与治，这是骨质疏松症治疗领域的真正挑战提高骨质疏松规范诊治率、依从性。制定和使用骨质疏松疗效评估和监测内容：疼痛和生活质量、骨密度检查、骨转换生化指标（选择骨吸收和骨形成指标各1项），最终目的：预防骨折发生或者降低骨折发生风险。治疗后骨密度报告解读：①DXA BMD变化达到3-5%--有临床意义；②BMD没有变化或者轻微下降不能说明药物失败或者换用药物（AACE）③饮食钙和维生素D摄入是否充足。

核素心肌显像在射血分数保留型心力衰竭诊疗中的临床应用

田雨

常州市第一人民医院

射血分数保留型心力衰竭（heart failure with preserved ejection fraction, HFpEF）占心力衰竭的50%以上，其发病率随着人口老龄化和糖尿病、肥胖等代谢性疾病的流行而持续上升。HFpEF作为心力衰竭的主要亚型，其复杂的病理生理机制导致诊断困难、治疗选择有限，构成了当前心血管领域的重要挑战。传统影像学方法在全面评估HFpEF的异质性病因和关键病理机制方面存在明显局限。核素心肌显像作为分子影像的重要分支，通过正电子发射断层成像（PET）和单光子发射计算机断层成像（SPECT）技术，结合多种靶向示踪剂，实现了对心肌灌注、能量代谢、交感神经活性、炎症反应及纤维化进程等多维度病理生理过程的在体、无创定量评估，为HFpEF的精准诊断、机制分型、个体化治疗及预后评估提供了革命性的技术支撑。

核素心肌显像可准确识别HFpEF的特定病因。1、心肌淀粉样变（CA）：核素显像已成为心肌淀粉样变（尤其是ATTR亚型）诊断的“金标准”。^{99m}Tc-PYP等骨显像剂能特异性结合ATTR相关钙化蛋白，SPECT显像联合血浆免疫球蛋白检测可实现无创高精度诊断。PET探针如¹⁸F-florbetaben与¹¹C-PIB等也正逐步用于区分ATTR与AL亚型，为个体化治疗决策提供依据。2、心脏结节病（CS）：¹⁸F-FDG PET显像不仅能早期发现炎性病灶，还可用于病变活动性分期、疗效监测及预后判断。其联合灌注显像可实现对心肌坏死与炎症并存的精准评估。3、冠状动脉疾病：冠脉微血管功能障碍（CMD）作为HFpEF的核心机制之一，亦可通过PET评估心肌血流储备（MFR），定量揭示无冠脉狭窄患者的缺血机制，辅助风险分层与治疗评估。

核素心肌显像可识别HFpEF的病理过程，如炎症、纤维化与代谢紊乱等HFpEF的核心机制。核素显像通过多种炎症相关探针（如¹⁸F-FDG、⁶⁸Ga-DOTATATE、⁶⁸Ga-Pentixafor、¹¹C-PK11195等）可精准定位炎症灶、预测预后，并评估抗炎疗效（如IL-1 β 抑制剂）。尤其是在EAT（心外膜脂肪组织）炎症评估及心肾轴交互炎症网络研究中，PET显像展示出独特优势。靶向成纤维细胞活化蛋白（FAP）的⁶⁸Ga-FAPI PET技术打破传统形态学限制，能在早期动态监测纤维化活性，评估抗纤维化治疗效果，为构建“诊断-分型-监测-预后”一体化管理提供有力工具。交感神经系统功能紊乱作为HFpEF患者的重要特征，可通过¹²³I-MIBG SPECT或¹¹C-HED PET实现评估。显像参数如H/M比值、神经/灌注失配等可独立预测心律失常风险和全因死亡率，辅助治疗策略制定。未来新型¹⁸F标记探针的普及或将进一步推动该领域临床转化。此外，核素分子影像技术为全面评估代谢改变提供了有力工具。¹⁸F-FDG可用于评估葡萄糖代谢，¹¹C-乙酸盐、¹⁸F-FTHA等用于脂肪酸与有氧代谢评估，联合代谢分析可全面揭示能量利用紊乱与舒张功能障碍的关系，并监测代谢靶向治疗反应。

此外，核素心肌显像可以准确的评估心室功能。门控心肌灌注显像（GMPI）则可评估舒张功能参数（如PFR、TPF）及左心室机械不同步，预测HFpEF患者预后风险，并辅助再同步治疗决策。右室功能评估方面，SPECT亦可提供较超声更精确的参数，完善双心室功能监测。

核素心肌显像通过多靶点、多层次成像能力，正在重构HFpEF的精准诊疗体系。未来，多模态融合（如PET/MRI）、新型探针研发、人工智能辅助诊断等新兴方向有望推动HFpEF诊疗从经验性管理迈向

精准靶向干预。总之，核素心肌显像凭借其独特的功能与分子成像优势，正日益成为HFpEF精准医学体系的核心工具，不仅提升了对HFpEF复杂病因的识别与机制解析能力，更推动着该领域诊疗模式从“对症管理”迈向“靶向治疗”的本质转变。

全身淀粉样变的全身¹¹C-PIB PET/CT成像： 心脏淀粉样变中的器官间连接对预后的影响

洪智慧

苏州大学附属第二医院

背景：淀粉样变性是一类以错误折叠蛋白形成的淀粉样纤维异常沉积为特征的全身性疾病，可累及心脏、大脑、肝脏、肾脏、前列腺、皮肤、甲状腺、肺等多个器官系统。这些沉积物通过破坏组织结构、干扰细胞功能引发器官衰竭，是导致患者死亡的重要原因。在心脏淀粉样变性（Cardiac Amyloidosis, CA）中，心肌细胞外间隙的淀粉样沉积会导致心室壁增厚、舒张功能障碍，最终发展为限制性心肌病。然而，淀粉样变性作为一种系统性病变，其在心脏以外器官（尤其是中枢神经系统）的共存模式及其对预后的影响尚未明确。既往研究多聚焦于单一器官的病理改变，缺乏对多器官交互作用的系统性探讨。因此，本研究通过影像组学与生存分析相结合的方法，旨在揭示CA患者中淀粉样沉积的全身分布特征，探索脑-器官功能网络的改变规律，并明确关键靶器官沉积对生存预后的预测价值。

方法：对70例患者进行回顾性分析，根据活检分为三组：心脏淀粉样变（CA）（n=31）、非心脏淀粉样变性（非CA）（n=12）和非淀粉样变对照（NC）（n=27）。进行¹¹C-PIB PET/CT扫描，并使用自动分割技术提取标准摄取值均值（SUV_{mean}）值，脑部计算SUV_r，即目标区域与小脑的比值。使用Spearman相关性进行脑-脑、脑-器官以及器官-器官分析，绘制热图，使用Kaplan-Meier分析评估生存结果和预后因素。

结果：CA患者的淀粉样蛋白沉积在心肌、肝脏和肾脏中很突出，表现为SUV平均值增加。观察到明显的脑器官连接，特别是在后扣带皮层（PCC）、顶叶和心肌淀粉样蛋白负荷之间。此外，CA患者表现出明显更强的器官间连接，表明全身受累。相比之下，非CA和NC患者表现出较弱的脑器官和器官间相互作用。CA组的死亡率较高，突出了严重的预后，特别是在系统性CA（SCA）中。此外，SCA组骨髓、肺和脾脏中淀粉样蛋白沉积增加与死亡率增加密切相关。

结论：在CA患者中，淀粉样变与广泛的全身性受累有关，表现为明显的脑-器官和器官-器官间连接模式。研究结果强调，心脏淀粉样变性严重影响生存，特别是当伴有骨髓、肺和脾脏中的淀粉样蛋白沉积时，表明需要采取全面的诊断和管理方法。

分化型甲状腺癌肺、骨寡转移后续治疗探讨

沈超、张晓懿、朱静、鱼文韬

常熟市第二人民医院

患者女性，59岁，2017-11外院行“双侧甲状腺癌根治术+中央区淋巴结清扫术”，术后病理：左

侧甲状腺乳头状癌，中央区淋巴结未见癌转移（0/3）。入院检查期间发现左肺结节考虑DTC转移灶，2017-12外院手术切除，术后病理：滤泡性肿瘤，结合免疫组化考虑转移性甲状腺乳头状癌；支气管旁淋巴结未见癌转移（0/9）。2018-3外院核医学科予 ^{131}I 治疗，后口服优甲乐 $100\mu\text{g}$ 替代治疗。2018-2025年间于当地医院定期复查甲功，2021年起甲状腺球蛋白（TG）快速升高，TSH抑制治疗效果不佳，未予干预。2025-03-27我院CT示右下肺实性结节灶，肿瘤性病变可能。2025-4-7外院PET/CT显像示右肺下叶结节及右侧股骨上段考虑转移（图1）。2025-4-28入住我科，2025-5-4及5-5日予人促甲状腺素（rhTSH）注射提升TSH。5-5下午复查甲功3项，TSH达标。5-6上午予 ^{131}I 治疗。5-9行全身碘显像示右肺下叶结节及右侧股骨上段转移灶（图2）。现予 ^{131}I 替代治疗中。患者既往有干燥综合征病史10年余，长期口服甲泼尼龙片。

讨论：分化型甲状腺癌（DTC）起源于甲状腺滤泡上皮细胞，主要包括甲状腺乳头状癌（PTC）和甲状腺滤泡状癌（FTC）。大部分DTC进展缓慢，但某些组织学亚型如PTC的高细胞型、柱状细胞型、鞋钉亚型等和FTC的广泛浸润型以及嗜酸细胞癌（Hurthle细胞癌）等易发生腺外侵犯、血管侵袭和远处转移，复发率高，预后相对较差[1]。约10%的DTC患者在发现时就存在远处转移或在随访期间发展为远处转移。肺和骨是最常见的转移部位[2]。 ^{131}I 结合促甲状腺激素（TSH）抑制治疗仍是DTC术后综合治疗的主要措施。TSH抑制治疗可延迟或减缓转移性DTC的进展；应用TSH抑制治疗的患者总体生存率提高。在有远处转移的患者中，TSH抑制疗法已被证明可以延长患者的无进展生存期[3]。

对于肺转移灶，推荐首选 ^{131}I 治疗，若全身碘显像提示病灶摄取 ^{131}I ，则治疗后出现血清Tg水平明显下降（下降 $\geq 25\%$ ）占60.9%；治疗后5年生存率为87.0%，10年生存率为69.2%[4]。对于单发的较大结节肺转移者，可优先考虑手术治疗或者局部治疗， ^{131}I 治疗虽完全缓解率不高，但也可获益，表现为病灶缩小、Tg下降。

大部分骨转移患者经 ^{131}I 治疗后病情保持稳定，部分转移病灶数量可减少或消失，特别是早期骨转移患者（如骨髓转移、CT未见明显骨质破坏或较小骨质破坏者）， ^{131}I 治疗可以获得很好疗效。局部转移性病灶较大、影响患者生活质量、可能危及生命或进展较快，经外科评估为可切除病灶，应首选手术治疗；经外科评估为非可切除病灶者，可考虑局部治疗，包括外照射治疗、 ^{125}I 粒子植入等。研究表明，经皮骨水泥成形术（percutaneous osteoplasty, POP）联合 ^{131}I 治疗是一种有效的多学科联合治疗DTC骨转移的方法，治疗后患者Tg明显下降，骨痛等症状明显缓解[5]。

本例患者术后未发现颈部淋巴结转移灶，于左肺部确诊并切除一枚肺转移性结节，此种现象较为少见。考虑与DTC的两种不同的转移途径相关，一类经淋巴管向淋巴结转移，第二类经血运向远处器官如肺、骨、肝等。患者左肺寡转移灶手术切除后结合 ^{131}I 及TSH抑制治疗疗效显著，2018-2021年间，患者TG水平保持相对稳定。2025-3胸部CT再次提示右肺转移性结节；2025-4PET/CT显像示右肺下叶结节及右侧股骨上段转移灶。至我院再次行 ^{131}I 治疗，全身碘显像示右肺下叶结节及右侧股骨上段大量碘摄取。目前患者右肺及右股骨仍为寡转移灶，后续治疗是否可以再次选择手术或者局部治疗呢？

对不同器官的转移我们可选择不同的局部治疗方式，如手术、消融、粒子植入及栓塞等，外照射治疗也是治疗骨转移和颈部病灶的有效方法[6]。本例患者若行局部治疗将有很大概率治愈寡转移灶，患者有干燥综合征病史多年，长期口服甲泼尼龙片，免疫功能长期受抑制，是否能承受再次手术或局部治疗的风险是关键所在；现患者右肺及骨转移病灶仍可大量摄碘，通过碘- ^{131}I 治疗有较好收益，碘治疗及TSH抑制治疗相结合可作为后续治疗首选。

综上所述，在转移性DTC中，放射性碘摄取的程度对预后起着至关重要的作用，明确DTC患者的复发及死亡风险，权衡 ^{131}I 治疗的利弊，优化 ^{131}I 治疗决策。对于转移性DTC患者 ^{131}I 治疗虽然很难达到治愈，但常可以通过多次大剂量的 ^{131}I 治疗获得良好而持久的部分缓解。单发肺、骨等转移灶应结合患者自身情况酌情考虑外科手术切除或消融、介入等局部治疗，同时长期规范化的TSH抑制治疗也是不可或缺的。

碳酸酐酶IX靶向小分子探针的设计合成 及SPECT显像研究

彭幻、仇冰青、杨志青、王乾辉、林建国、邱玲
江苏省原子医学研究所

目的：肾透明细胞癌（ccRCC）是临床上最常见的肾脏恶性肿瘤类型，其早期精准诊断对于提高患者生存率具有重要意义。碳酸酐酶IX（CAIX）作为ccRCC特异性表达的潜在生物标志物，具备良好的成像靶点特性，针对其进行精准可视化有望实现临床上ccRCC的无创诊断。本研究基于多价结合策略，构建三种CAIX靶向放射性分子探针 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-SAZ}$ 、 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-DAZ}$ 和 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-TAZ}$ ，并通过SPECT成像对其成像性能进行评估，旨在开发用于ccRCC早期无创检测的高亲和力分子成像探针。

方法：本研究采用点击化学策略，将N3S型配位多肽与CAIX靶向抑制剂乙酰唑胺连接，分别合成探针前体CDB-SAZ、CDB-DAZ和CDB-TAZ。经放射性 ^{99m}Tc 标记后获得分子探针 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-SAZ}$ 、 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-DAZ}$ 和 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-TAZ}$ ，并评估其放化纯度、比活度及体外稳定性。利用细胞免疫荧光染色筛选CAIX阳性细胞（OS-RC-2）与阴性细胞（HCT-116），进行细胞摄取和饱和结合实验等，验证探针对CAIX的靶向特异性。建立OS-RC-2与HCT-116荷瘤鼠模型，并设置阻断实验组，开展SPECT成像和生物分布实验，进一步评估探针在肿瘤中的靶向性及多价修饰对其体内成像性能和组织分布的影响。

结果：探针 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-SAZ}$ 、 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-DAZ}$ 和 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-TAZ}$ 均具有较高的放化纯度和比活度，且在体外具有良好的稳定性和生物相容性。饱和结合实验和细胞摄取结果显示，三种探针均能特异性结合CAIX阳性细胞（OS-RC-2），而在CAIX阴性细胞（HCT-116）中的摄取显著较低，说明其具有良好的靶向特异性。随着探针价数的增加，其与CAIX的亲和力显著增强，体现出明显的多价效应。SPECT成像结果显示，三种探针均可在注射30 min后，于OS-RC-2荷瘤模型中清晰成像，肿瘤摄取值较高，且在注射后10 h内保持较强滞留。相比之下，HCT-116荷瘤模型及OS-RC-2阻断组中的肿瘤摄取显著降低，进一步验证了该系列探针的靶向特异性。此外，多价数探针在肿瘤区域的摄取值及靶本比均优于单价探针，表明多价效应的存在提高了探针的肿瘤摄取和靶向特异性。

结论：本研究构建的多价小分子SPECT探针 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-SAZ}$ 、 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-DAZ}$ 和 $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-CDB-TAZ}$ 对CAIX均具有高灵敏度和特异性，并在细胞及动物水平实现对ccRCC的精准成像，展现出良好的临床应用潜力。

⁶⁸Ga标记Trop2靶向非竞争表位纳米抗体 用于胰腺癌的精准诊疗

葛书山、史津宇、艾丁丁、章斌、邓胜明、缪丽燕
苏州大学附属第一医院

目的：近年来，有“癌王”之称的胰腺癌发病率和死亡率持续增加，在所有癌症相关死亡中排名已经上升至第6位，占全球癌症死亡人数的约5%。人滋养层细胞表面抗原2（Trop2），是一种细胞表面糖蛋白，在大多数胰腺癌中均表现出中高表达，并与预后不良相关。由此可见，Trop2可作为胰腺癌精准诊疗和预后判断的新型生物标志物。本研究基于前期筛选获得具有良好肿瘤靶向性和生物学行为纳米抗体T142构建靶向Trop2的放射性药物用于Trop2阳性表达胰腺癌的精准诊疗。

方法：（1）⁶⁸Ga标记Trop2纳米抗体方法学建立；（2）⁶⁸Ga标记的Trop2纳米抗体在胰腺癌的PET特异性显像研究；（3）⁶⁸Ga标记的Trop2纳米抗体用于Trop2-ADC治疗胰腺癌的疗效评价。

结果：（1）⁶⁸Ga标记Trop2纳米抗体方法学建立：⁶⁸Ga可以简单、稳定的标记Trop2纳米抗体T142；标记率 > 95%；溶媒和血清稳定性良好（4 h时RCP > 90%）。（2）[⁶⁸Ga]Ga-T142在Trop2阳性胰腺癌的PET显像研究：[⁶⁸Ga]Ga-T142在Trop2的阳性胰腺癌T3M4和BxPC3肿瘤中浓聚（2 h时T3M4摄取值为：22.34 ± 3.91 %ID/g，2 h时BxPC3摄取值为：11.77 ± 2.41 %ID/g），在T3M4注射过量T142可以特异性阻断肿瘤的摄取（2 h时过量T142剂量下T3M4摄取值为：1.11 ± 0.10 %ID/g）；在Trop2阴性的胰腺癌PANC-1肿瘤中几乎无摄取（2 h时PANC-1摄取值为：0.65 ± 0.03 %ID/g）。（3）[⁶⁸Ga]Ga-T142可以实时动态监测Trop2-ADC治疗胰腺癌的疗效：[⁶⁸Ga]Ga-T142在给与过量Trop2单抗Sacituzumab和ADC Trodelvy的T3M4模型中，在24 h和48 h后的PET显像显示：[⁶⁸Ga]Ga-T142在给与单抗和ADC后24 h均能在T3M4肿瘤中浓聚（单抗组摄取值：11.22 ± 2.17 %ID/g，ADC组摄取值：10.03 ± 2.39 %ID/g）；48 h后单抗组仍有较高摄取而ADC组摄取明显下降（单抗组摄取值：12.48 ± 0.81 %ID/g，ADC组摄取值：6.60 ± 0.83 %ID/g）。在T3M4肿瘤模型中给与Trop2-ADC Trodelvy的治疗。与对照组相比，[⁶⁸Ga]Ga-T142可以实时，动态反应治疗过程中Trop2的表达水平。而[¹⁸F]FDG无论治疗组和对照组，摄取变化不大。

结论：本项目成功构建了新型靶向Trop2放射性示踪剂[⁶⁸Ga]Ga-T142，该示踪剂在Trop2阳性的胰腺癌模型中具有良好的显像能力；该分子探针具有与Trop2-ADC非竞争结合位点，可以用于Trop2-ADC治疗期间对Trop2表达水平进行实时动态检测，进而对治疗效果进行监测。[⁶⁸Ga]Ga-T142有望实现胰腺癌的精准诊断并对靶向Trop2治疗药物的疗效进行实时监测。

^{89}Zr 标记的新型HER2靶向分子探针应用于HER2表达水平显像的临床前评估及初步临床应用研究

华雨琦^{1,3}、文雪君²、郁春景^{1,3}、张静静²、陈小元²

1. 江南大学附属医院; 2. 新加坡国立大学; 3. 江南大学无锡医学院

目的: 本研究旨在评价靶向人表皮生长因子受体2 (HER2) 的新型PET分子探针 ^{89}Zr -DFO-LNCab002, ^{89}Zr -DFO-LNCab103和 ^{89}Zr -DFO-LNCab104在体内对HER2阳性肿瘤的靶向示踪能力。

方法: LNCab002, LNCab103和LNCab104与金属螯合剂Deferoxamine (DFO) 偶联后进行 ^{89}Zr 标记, 获得分子探针 ^{89}Zr -DFO-LNCab002, ^{89}Zr -DFO-LNCab103和 ^{89}Zr -DFO-LNCab104, 利用Radio-HPLC和iTLC进行质量控制及稳定性监测。在体外使用HER2表达阳性的细胞评估LNCab002, LNCab103和LNCab104与靶标的结合特性。建立HER2强阳性NCI-N87胃癌模型, 阳性SKOV3乳腺癌模型和HER2阴性MDA-MB-468乳腺癌模型, 通过PET显像、生物分布研究、药物代谢动力学研究, 全面评估 ^{89}Zr -DFO-LNCab002, ^{89}Zr -DFO-LNCab103和 ^{89}Zr -DFO-LNCab104在不同程度HER2表达水平荷瘤鼠模型中的HER2靶向特异性, 并与 ^{89}Zr 标记的曲妥珠单抗 (Trastuzumab) 进行比较。此外, 在1例HER2阳性乳腺癌患者中进行显像的临床转化研究, 并测定其体内分布、辐射剂量和药物代谢动力学特征。

结果: (1) ^{89}Zr -DFO-LNCab002, ^{89}Zr -DFO-LNCab103和 ^{89}Zr -DFO-LNCab104的放化纯度均大于99%, 体外稳定性良好。(2) 在细胞层面, 通过流式细胞术证明LNCab002, LNCab103和LNCab104可与NCI-N87细胞表面HER2特异性结合。在细胞摄取阻断实验中, NCI-N87细胞对 ^{89}Zr 标记探针均有强摄取, 且过量的冷前体可阻断其摄取。(3) 在动物层面, PET/CT显像显示, 在HER2强阳性NCI-N87肿瘤中, ^{89}Zr -DFO-LNCab104被肿瘤快速摄取, 注射后8 h达摄取峰值 (3.62 ± 0.05 %ID/g), 且可快速通过泌尿系统排泄; 注射后48 h, ^{89}Zr -DFO-LNCab103达肿瘤摄取峰值 (15.61 ± 1.50 %ID/g), 且明显高于阻断组 (7.54 ± 0.11 %ID/g, $P < 0.0001$) 及阴性MDA-MB-468模型组 (3.99 ± 0.41 %ID/g, $P < 0.0001$), 全身非特异性摄取较低, 主要通过肝肠代谢; ^{89}Zr -DFO-LNCab002在肿瘤中出现强烈浓聚, 直至给药后72 h瘤内药物浓度仍保持升高 (13.32 ± 4.66 %ID/g), 同时呈高靶本比, 肿瘤显影清晰。在HER2阳性SKOV3肿瘤中, ^{89}Zr -DFO-LNCab103在48 h达摄取峰值 (12.40 ± 1.55 %ID/g), 显著高于 ^{89}Zr -DFO-Trastuzumab (注射后48 h: 9.94 ± 0.76 , $P < 0.0001$)。在所有动物模型中, 与 ^{89}Zr -DFO-Trastuzumab相比, 至给药后144 h, ^{89}Zr 标记新型探针均仅呈现出少量骨关节摄取, 与体外生物分布实验结果一致。(3) 药物代谢动力学实验进一步证实, 与 ^{89}Zr -DFO-Trastuzumab ($T_{1/2\alpha} = 1.05$, $T_{1/2\beta} = 97.59$) 相比, 短半衰期 ^{89}Zr -DFO-LNCab104 ($T_{1/2\alpha} = 0.20$, $T_{1/2\beta} = 2.76$) 适于HER2显像, ^{89}Zr -DFO-LNCab103具有适中的半衰期, 其较长的肿瘤内滞留时间和高靶本提示其具有进行放射性核素治疗的潜力, 中等半衰期 ^{89}Zr -DFO-LNCab002 ($T_{1/2\alpha} = 1.04$, $T_{1/2\beta} = 47.15$) 可在有效评估肿瘤HER2表达水平的同时, 显著降低非靶组织器官的辐射剂量。(5) 初步临床转化研究中, 在1例HER2阳性乳腺癌患者中使用 ^{89}Zr -DFO-LNCab002和 ^{89}Zr -DFO-LNCab103进行靶向HER2的PET显像, 呈现出与病理学相一致的HER2特异性结合能力, 其显像特性与药物代谢特征相符。

结论: ^{89}Zr -DFO-LNCab002, ^{89}Zr -DFO-LNCab103和 ^{89}Zr -DFO-LNCab104在不同程度

HER2表达水平的肿瘤模型中显示出优秀的生物分布和优越的诊断效能,同时,药物代谢动力学特征提示,相较Trastuzumab, LNCab103和LNCab002具有一定的诊疗一体化体系临床转化潜力。

CLDN18.2靶向特异性分子探针 $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-SNA014}$ 用于胃肠道肿瘤无创性成像的临床前研究

郑梦、王燕、牟慧雯、张凯杰、缪丽燕
苏州大学附属第一医院

目的:近年来胃癌防治水平逐渐提高,但由于胃癌的早期临床症状隐匿,早期诊断率低,许多患者在确诊时已处于中晚期,导致其治疗效果不佳。因此,寻找新的靶点用于胃癌的诊断和治疗已迫在眉睫。Claudin18.2 (CLDN18.2)是一种紧密连接蛋白,在胃肠道癌和食管癌等多种实体瘤中过表达,有望作为肿瘤诊断、评估疗效和患者预后的生物标志物。检测CLDN18.2表达水平对于筛选出CLDN18.2靶向治疗临床可获益的患者至关重要。本研究旨在利用放射性示踪剂发射的放射性信号检测病灶内CLDN18.2的表达和分布,从而帮助临床筛选具有潜在获益的患者,评估CLDN18.2靶向治疗的疗效治疗,指导肿瘤的准确诊治。

方法:(1) ^{68}Ga 标记靶向CLDN18.2纳米抗体SNA014 ($[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-SNA014}$) 探针的合成及理化性质研究;(2) $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-SNA014}$ 体外生物学性能研究;(3) 在荷瘤鼠模型中进行 $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-SNA014}$ 体内生物学性能研究。

结果:(1) ^{68}Ga 可顺利标记上SNA014;标记率 $>95\%$;溶媒和血清稳定性良好(4 h时RCP $>90\%$),可满足临床使用需求。(2) 放射性饱和结合实验结果显示 $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-SNA014}$ Kd为2.178 nM,表明SNA014和CLDN18.2表达阳性AGSCLDN18.2细胞具有特异性结合。(3) $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-SNA014}$ 能够在30 min内在CLDN18.2表达阳性的AGSCLDN18.2异种移植瘤中快速聚集,肿瘤摄取值达 $13.92 \pm 2.44\% \text{ID/g}$,肿瘤内放射性信号可保持4 h以上,而CLDN18.2表达阴性的AGS肿瘤对 $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-SNA014}$ 的摄取极低,且未标记的SNA014能够明显阻断AGSCLDN18.2异种移植瘤对 $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-SNA014}$ 的摄取,组织分布结果与活体PET显像结果一致。

结论:靶向CLDN18.2的纳米抗体特异性分子探针 $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-SNA014}$ 在体内外均表现出良好的靶向性和特异性,基于该分子探针的PET显像有望为靶向CLDN18.2治疗的患者的精准筛选和疗效评估提供新的策略。

昼夜节律相关基因作为甲状腺癌潜在生物标志物 和治疗靶点的全面解析

俞飞¹、郭南南²、王峰¹、施良¹
1. 南京市第一医院; 2. 江苏省肿瘤医院

目的:最新研究表明,昼夜节律紊乱与癌症发病风险升高、肿瘤治疗效果降低及患者预后不良存在

显著关联。通过系统性转录组学分析发现，昼夜节律相关基因（CRRGs）在多种恶性肿瘤中呈现显著表达失调特征。然而，CRRGs在甲状腺癌（TC）发生发展中的分子调控机制及其临床转化价值尚未完全阐明。

方法：本研究基于TCGA数据库的转录组数据、DNA甲基化数据、DNA测序数据，GSA数据库的单细胞转录组数据以及IEU OpenGWAS数据库的GWAS数据，利用生物信息学方法分析TC中CRRGs的表达水平、甲基化水平、DNA突变以及拷贝数变异状态。利用101种机器学习构建预后风险模型并验证。针对高低预后风险评分组，进行通路富集、免疫微环境差异以及药物敏感性分析。在单细胞数据集中，进行细胞注释并分析不同细胞类型之间的预后风险评分的分布情况，并进一步进行细胞通讯、甲状腺细胞亚群以及拟时序分析等，探索TC的发病机制及预后基因的分子机制。利用孟德尔随机化（MR）分析CRRGs与TC发生的因果关联。

结果：48个核心CRRGs中共鉴定到36个差异表达的基因，其中17个在TC中上调，19个下调。36个差异表达基因中有20个基因甲基化水平存在差异。48个基因的整体突变率为2.6%，CSNK1E和TEF基因存在17%的拷贝数缺失。101机器学习发现C指数最高的模型为CoxBoost+RSF 方法，整体的C指数达到了0.683，风险评分模型为 $Y = \text{PER1}(-0.3465882) + \text{VIPR1}(-0.1258267) + \text{NPAS20.2878971} + \text{CSNK2A20.4232364} - \text{NPY5R0.5412286} + \text{GSK3B0.1929274}$ 。基于模型评分将患者分为预后高风险和低风险，高预后风险组表现出核糖体、氧化磷酸化、细胞周期和DNA复制通路的异常改变，以及更高频率的BRAF突变。免疫细胞浸润分析发现高风险组M1巨噬细胞比例及间质评分降低。药物敏感性分析发现30种药物（包括吉非替尼、厄洛替尼和尼洛替尼）在高风险组更敏感，40种药物（包括索拉非尼和阿西替尼）在低风险组更敏感。单细胞分析显示，高风险细胞在远处转移组织和甲状腺细胞中所占比例最高，单细胞GSVA通路分析同样验证出核糖体通路在高风险组的异常激活。细胞通讯分析发现低风险细胞亚群表现出显著增强的细胞通讯活性。拟时序分析描绘了沿五种假时间有序发育轨迹排列的七种不同的甲状腺细胞亚型。MR分析发现CSNK1D、RORC、METTL3、TEF及NR1D2基因高表达为TC发生的危险因素，而CSNK2A2、TIPIN、GSK3B、VIPR2、SERPINE1、AUTS2、SEN3P及CSNK1E基因高表达为保护因素。

结论：CRRGs在TC的发生发展中扮演着核心角色，为TC早期诊断、预后评估及治疗策略提供了新的生物标志物和潜在的治疗靶点

靶向CEACAM 6放射性偶联药物 在肺腺癌诊疗一体化中的临床前研究

陈重阳、朱可滢、潘栋辉、王辛宇、徐宇平、严骏杰、王立振、杨敏
江苏省原子医学研究所

研究目的：精准鉴别肺结节的良恶性是提高肺腺癌(LUAD)检出率、降低死亡率的关键。低剂量CT (LDCT)筛查仍难以鉴别50-76%结节的良恶性。癌胚抗原相关细胞粘附分子6 (CEACAM 6)作为新型免疫检查点调节剂，在>80%的LUAD中高表达，是极具潜力的诊疗靶点。本研究旨在系统验证CEACAM 6作为恶性肺结节鉴别、LUAD分期及免疫治疗靶点的可行性，并开发靶向CEACAM 6的放射性诊疗探针，评估其在早期LUAD诊疗一体化中的应用价值。

研究方法：利用生物信息学、机器学习分析及临床样本验证CEACAM 6在区分良恶性肺结节和LUAD中的诊断效能（蛋白组学、RNA、蛋白表达、免疫组化）。通过siRNA敲低在CEACAM 6阳性A549

细胞中研究其在增殖（Src/FAK通路）和迁移中的作用。选用抗CEACAM 6单抗Tinurilimab为配体，分别通过DFO螯合⁸⁹Zr（标记率>98%，放化纯>95%）和氯胺T法标记¹³¹I制备放射性探针。在CEACAM 6阳性LUAD原位肺结节模型和移植瘤模型中，通过micro-CT、PET/SPECT显像及体内外实验（摄取、亲和力、生物分布、药代动力学）评估其诊断性能，并通过肿瘤体积、生存期、组织学分析（Ki-67, DNA损伤, 凋亡）和毒性评估¹³¹I-Tinurilimab的治疗效果。

研究结果：CEACAM 6在区分LUAD与良性肺结节中表现出良好诊断效能（AUC=0.77），在LUAD中RNA和蛋白表达显著升高，而在良性组织中无差异。敲低CEACAM 6显著抑制A549细胞增殖和迁移。诊断探针⁸⁹Zr-DFO-Tinurilimab对CEACAM 6具有高亲和力（K_d=0.3 nM），在A549细胞中摄取高达14.62 ± 0.25 %AD/105。PET显像在移植瘤中显示高特异性摄取（16.48 ± 0.62 %ID/g），在原位模型中靶/背景比(TBR)达9.93 ± 1.59，可检测1.39 mm微小病灶（灵敏度较¹⁸F-FDG提高3.70倍，p<0.001）。治疗探针¹³¹I-Tinurilimab单次给药即显著抑制肿瘤生长（体积缩小48.99%，p<0.0001），延长荷瘤鼠中位生存期（45天 vs 27天，p<0.01），诱导肿瘤细胞DNA损伤和凋亡，降低Ki-67表达，且未观察到明显脏器毒性。

结论：本研究证实CEACAM 6是LUAD进展的关键分子和恶性肺结节鉴别诊断的可靠靶点。成功开发的⁸⁹Zr/¹³¹I-Tinurilimab诊疗探针在临床前模型中展现出优异的恶性肺结节诊断能力和显著的LUAD放射免疫治疗效果，实现了诊疗一体化。该策略为LUAD的早期精准诊断和靶向治疗提供了极具转化前景的新方案。

甲状腺相关眼病药物治疗研究进展

陆晶、张俊

泰州市人民医院

1. 甲状腺相关眼病简介

甲状腺相关眼病（thyroid-associated ophthalmopathy, TAO），又称格雷夫斯眼病（Graves' ophthalmopathy, GO），目前被认为是与甲状腺疾病密切相关的一种自身免疫性疾病，是Graves'病（Graves' disease, GD, 毒性弥漫性甲状腺肿）最常见的甲状腺外表现。TAO常见的症状包括畏光、流泪、复视等，临床体征包括上睑水肿退缩、结膜充血、眼球突出等。按照欧洲Graves'眼眶病小组（European Group on Graves' Orbitopathy, EUGOGO）提出的临床活动性评分（the clinical activity score, CAS）标准，TAO可分为早期活动期和晚期非活动期；按严重程度分级可分为轻度、中重度和极重度。评价TAO严重程度的意义在于评估患者的病情是否需要干预，而活动程度评估是衡量治疗方法对患者目前病情改善的可能性。按病情严重程度的治疗方案采取不同的治疗方案。

2. 甲状腺相关眼病发病机制

甲状腺相关眼病是一种自身免疫性疾病，具体的发病机制尚不明确，但普遍认为免疫因素起着关键作用。“共同抗原”理论是目前被广泛认可的一种理论，认为促甲状腺激素受体（thyroid stimulating hormone receptor, TSHR）是Graves'病和甲状腺相关眼病之间的共同抗原。TSHR在眼眶组织的激活促进眼眶前脂肪细胞向脂肪细胞的分化，导致眼眶组织中脂肪异常增加[4]。胰岛素样生长因子-1受体（insulin-like growth factor-1 receptor, IGF-1R）是另一种重要的抗原，相关研究表明，TAO患者的眼眶成纤维细胞过度表达IGF-1R，Graves'病患者体内的IgG（GD-IgG）与IGF-1R结合，激活多条信号通路，促进T细胞趋化，使T细胞浸润眼眶组织中攻击眼眶脂肪组织、眼外肌细胞等，促进透明质酸的形

成,从而促进了成纤维细胞分化和眼眶脂肪的堆积,造成眼外肌的肿胀,导致眼球突出、眼球受压等。

3.甲状腺相关眼病的药物治疗

治疗TAO的药物主要有糖皮质激素、单克隆抗体靶向药物、传统免疫抑制剂、非免疫抑制剂等,下面分别进行阐述。

4. 总结与展望

尽管2021年欧洲指南发布,2022年《中国甲状腺相关眼病诊断和治疗指南》发布,国内部分医生对TAO的认识仍存在不足,距离以疾病的活动性和严重程度为基础的个体化治疗目标仍有差距。迄今为止,糖皮质激素一直是治疗中重度活动期TAO的主要药物,但随着对TAO发病机制的研究越来越深入,免疫靶向药物治疗成为治疗TAO的研究热点。多种新型药物已进入临床研究阶段,并且均显示治疗效果显著。但对于药物的安全性、最佳使用剂量和使用方式等方面仍缺少大量研究。今后仍需要进一步研究TAO的发病机制,通过新的靶点发明新的药物或改变给药方式来提高药效并降低复发风险,希望更有效、更安全、不良反应小的药物早日运用到临床。

PD-1抑制剂治疗的“双重航标”: T3-Ab/T4-Ab 在甲状腺炎预警与疗效评估中的革新发现

刘佳梦、毛朝明、毛雪倩、汪稀

江苏大学附属医院

目的:免疫检查点抑制剂(ICIs)引发的免疫相关不良事件(irAEs)是肿瘤治疗的关键挑战,甲状腺炎作为典型irAEs,其机制与干预策略待解。本课题组研发血清T3-Ab、T4-Ab化学发光检测法时,首次发现ICIs治疗患者血清中这两种抗体水平特征性升高。本研究旨在探究ICIs诱导T3-Ab、T4-Ab产生的免疫学机制,及其在ICIs相关甲状腺irAEs预警和疗效评估中的临床价值,为免疫治疗个体化管理提供新标志物。

方法:实验研究层面,采用Balb/C小鼠构建PD-1抑制剂介导的免疫相关甲状腺炎实验模型,通过HE染色观察滤泡结构损伤特征,多重免疫荧光定位CD4⁺T细胞、CD8⁺T细胞及B细胞浸润模式,免疫组化检测上皮细胞间质化相关蛋白(ZO-1、E-cadherin)表达,流式细胞术分析甲状腺局部及脾脏、淋巴结免疫器官的细胞亚群动态。临床研究层面,前瞻性纳入2023-2024年就诊的1200例肿瘤患者,按治疗状态分为五组:①初诊未治疗组;②化疗组;③放疗组;④ICIs治疗无甲状腺irAEs组;⑤ICIs治疗伴甲状腺irAEs组。采集基线临床资料,检测血清T3-Ab、T4-Ab水平及甲状腺功能指标,运用GraphPad Prism进行单因素方差分析、非参数检验及ROC曲线分析,评估自身抗体的临床预测效能。

结果:动物实验揭示PD-1抑制剂通过三重机制诱导自身抗体产生:首先引发甲状腺组织免疫攻击,表现为CD8⁺T细胞主导的炎症细胞浸润(CD8⁺/CD4⁺细胞比例失衡)、滤泡结构破坏及T3/T4激素异位释放;其次诱导甲状腺上皮细胞间质化,表现为ZO-1和E-cadherin异常高表达,破坏甲状腺免疫豁免微环境;最终促使脾脏内T3/T4抗原特异性B细胞克隆化增殖。临床数据分析显示,ICIs治疗伴甲状腺irAEs组的T3-Ab、T4-Ab水平显著高于其他治疗组及初诊未治疗组($P < 0.001$),且ROC曲线分析表明二者对甲状腺irAEs的预测效能(AUC分别为0.895、0.917)显著优于传统甲状腺功能指标(TSH、FT4等)。进一步疗效相关性研究发现,ICIs治疗有效组的T3-Ab和T4-Ab水平显著高于无效组($P = 0.023$ 和 $P = 0.0047$),提示该抗体谱可能与ICIs应答状态存在内在关联。

结论：本研究首次证实 PD-1 抑制剂通过“甲状腺组织损伤-抗原暴露-免疫细胞活化”级联反应诱导 T3-Ab、T4-Ab 产生，揭示 CD8⁺T 细胞浸润及上皮间质转化在自身抗体生成中的关键作用，为 ICI 相关甲状腺 irAEs 的发病机制提供了“免疫-组织-分子”多维度解析框架。临床验证显示，T3-Ab、T4-Ab 不仅可作为甲状腺 irAEs 的高特异性预警标志物，还与 ICI 治疗疗效存在显著相关性，具备开发为双功能生物标志物的潜力。本研究成果有望推动肿瘤免疫治疗中甲状腺毒性的精准监测，为建立“治疗前风险评估-治疗中动态监测-疗效预测”的全流程管理体系奠定实验基础。

结直肠癌¹⁸F-FDG摄取的分子机制研究

申景涛、陈宇、谭千倩

南京大学医学院附属鼓楼医院

目的：通过对SUV值与肿瘤组织葡萄糖转运蛋白-1（glucose transporter-1，glut-1）、缺氧诱导因子(hypoxia inducible factor 1 alpha, HIF-1 α)表达的相关性分析，进一步探讨结直肠癌¹⁸F-FDG摄取的分子机制。

方法：对20例结直肠癌患者术前进行¹⁸F-FDG PET/CT检查，测定肿瘤平均标准摄取值(SUVmean)；手术切除标本进行病理检查，并应用免疫组织化学法检测肿瘤组织GLUT-1、HIF-1 α 表达。分析SUVmean值与组织病理关系及与GLUT-1、HIF-1 α 表达表达的相关性。

结果：患者原发灶及转移灶均为高摄取，原发灶SUVmean值为 5.42 ± 1.67 。大体分型中肿块型、溃疡型、浸润型之间的SUVmean值存在统计学差异，浸润型SUVmean值(6.55 ± 1.63)高于肿块型(4.20 ± 1.29)和溃疡性(5.83 ± 1.60)。M分期中远处转移组SUVmean值(7.14 ± 1.07)高于无转移组(4.84 ± 1.41 , $t=3.31$)。性别、组织学分型、分化程度、Dukes分型、T分期、N分期之间的差别均无统计学意义，免疫组化显示所有患者结直肠癌组织Glut-1均为过表达，得分范围为2~7，平均得分4.20。Glut-1的表达定位于癌细胞的细胞膜，镜下切片中阳性细胞为棕黄色。免疫组化显示20例结直肠癌组织HK-II均为过表达，得分范围为3~8，平均得分为5.7。HIF-1A均为过表达，得分范围为3~8，平均得分为5.5。HIF-1 α 的表达定位于癌细胞的细胞核，镜下切片中阳性细胞为棕黑色（图2a）结直肠癌组织的¹⁸F-FDG的摄取（SUVmean）与Glut-1的呈现正相关（ $r=0.53$, $P=0.02$ ）。SUV平均值与HIF-1 α 的表达呈现正相关（ $r=0.595$, $P=0.006$ ）。

结论：Glut-1在葡萄糖的跨膜转运中起重要作用。本研究中发现患者Glut-1均为过表达，与SUVmean值呈现正相关。Glut-1的过表达机制与肿瘤组织耗能增加、糖酵解增加、肿瘤组织局部缺氧导致糖酵解增加有关。恶性肿瘤包括结直肠癌在内，细胞增殖快，生长代谢所需的能量增加，往往存在糖代谢紊乱的现象，被称作Warburg effect。在缺氧环境下，肿瘤细胞上调HIF-1 α ，HIF的激活促使葡萄糖转运蛋白及己糖激酶的表达增多。本研究证实所有结肠癌患者的GLUT-1、HIF-1 α 均为高表达。综上所述，结直肠癌¹⁸F-FDG的摄取与GLUT-1、HIF-1 α 呈现正相关，进一步说明¹⁸F-FDG的跨膜转运过程影响结直肠癌组织¹⁸F-FDG的摄取，而且结直肠癌肿瘤组织中FDG的浓聚与肿瘤组织的缺氧微环境有关。Glut-1在葡萄糖的跨膜转运中起重要作用。

肿瘤标志物参考值个性化探索： 基于动态基线的癌胚抗原监测在肺癌中的应用

许钺钺、毛朝明
江苏大学附属医院

目的：针对临床实践中过度依赖肿瘤标志物通用参考范围、忽视“正常结果”动态变化临床价值的现状，本研究以癌胚抗原（CEA，正常参考范围： $<5\text{ng/ml}$ ）在肺恶性肿瘤患者中的应用为例，通过个体化基线水平与动态监测体系的构建，探讨肿瘤标志物参考值个性化的必要性。

方法：回顾性纳入2023—2024年江苏大学附属医院40例接受手术治疗的肺腺癌患者（排除严重器官功能不全及合并其他恶性肿瘤者），根据随访结局分为疾病进展组（20例）与病情稳定组（20例）。采集患者4次血清CEA水平（以首次系统治疗后最低值作为个体基线水平），采用独立样本T检验分析组间CEA均值差异，通过线性回归模型计算CEA变化趋势斜率，并运用ROC曲线评估斜率对疾病进展的预测效能。

结果：1、组间CEA水平比较：疾病进展组与稳定组的CEA平均水平分别为（ 4.27 ± 3.22 ） ng/ml 和（ 3.18 ± 1.44 ） ng/ml ，两组均处于正常参考范围内，但进展组高于稳定组（ $P=0.018$ ）。

2、动态趋势分析：进展组CEA呈现持续上升趋势（平均斜率 0.48 ± 0.12 ），稳定组则以水平波动为主（平均斜率 0.15 ± 0.08 ），组间斜率差异具有统计学意义（ $P<0.001$ ）。

3、ROC曲线验证：当CEA变化趋势斜率截断值为0.355时，曲线下面积（AUC）达0.868（95% CI：0.782~0.931， $P<0.0001$ ），敏感度为83.3%，特异度为81.8%，对疾病进展的区分效能显著优于传统参考范围标准（传统标准 AUC=0.623， $P=0.092$ ）。

结论：肿瘤标志物通用参考范围因忽略个体内指标的动态变化，难以识别“正常范围”内的异常波动。本研究证实，以首次系统治疗后CEA最低值作为个体基线，通过连续4次监测构建的动态斜率分析模型（斜率 >0.355 ），可提前3~6个月预警生化复发（定义为分子水平早期活跃迹象），较影像学证据平均提前4.2个月，为临床干预争取关键时间窗口。该个体化评估体系突破“超标即异常”的单一标准，尤其适用于初始指标未超标但存在持续升高趋势的患者，为肿瘤疗效监测与复发预警提供了精准化解决方案，对优化临床治疗策略、改善患者预后具有重要意义。

非结核分枝杆菌肺病患者营养表型的识别 及其与Runyon分类（I、III组）感染的关联分析

朱耀庭、邵小南、牛荣
江苏省常州市第一人民医院/苏州大学附属第三医院核医学科

目的：探讨非结核分枝杆菌（NTM，nontuberculous mycobacteria）肺病患者的营养表型特征，并分析不同营养表型与患者临床特征及Runyon分类（I组和III组）菌株感染之间的关系。

方法：回顾性纳入2018年1月至2024年12月苏州大学附属第三医院确诊的457例NTM肺病患者，收集患者年龄、性别等一般临床资料，以及体质量指数（BMI）、血红蛋白（HGB）、淋巴细胞计数（LY）、C反应蛋白（CRP）、前白蛋白（PAB）、血清白蛋白（ALB）、总蛋白（TP）、甘油三酯（TG）及总胆固醇（TC）共9项营养相关指标。采用K均值聚类分析（K-means clustering）进行营养表型划分。不同营养表型间临床特征比较采用单因素方差分析，菌株感染比例差异比较采用卡方检验。

结果：基于9项营养指标的聚类分析，患者分为4种营养表型：（1）健康-低炎症型（ $n=112$ ，24.5%）：年龄较轻，BMI、HGB、PAB、ALB、TP等指标正常，CRP最低（ 2.1 ± 4.7 mg/L）；（2）高脂-相对富营养型（ $n=86$ ，18.8%）：BMI（ 22.2 ± 3.4 kg/m²）、TG（ 1.88 ± 0.86 mmol/L）、TC（ 4.94 ± 0.91 mmol/L）最高，提示相对营养过剩伴轻度炎症；（3）瘦弱-中度炎症型（ $n=194$ ，42.5%）：BMI偏低（ 18.7 ± 2.9 kg/m²），HGB（ 121.4 ± 12.2 g/L）、PAB（ 192.3 ± 42.4 mg/L）、ALB（ 37.6 ± 3.1 g/L）显著降低，CRP中度升高（ 9.1 ± 14.5 mg/L）；（4）重度消瘦-高炎症型（ $n=65$ ，14.2%）：年龄最大，BMI最低（ 17.4 ± 3.2 kg/m²），HGB（ 101 ± 15 g/L）、PAB（ 138.9 ± 56.0 mg/L）、ALB（ 31.7 ± 3.7 g/L）及TP（ 62.6 ± 8.2 g/L）均明显降低，CRP显著升高（ 47.6 ± 38.3 mg/L）。上述9项指标在不同表型间差异均有统计学意义（BMI $F=46.65$ ，HGB $F=113.51$ ，LY $F=72.59$ ，CRP $F=93.90$ ，PAB $F=104.97$ ，ALB $F=137.43$ ，TP $F=50.72$ ，TG $F=93.55$ ，TC $F=40.51$ ；均 $P<0.001$ ）。不同营养表型患者感染Runyon I组（ $c^2=13.89$ ， $P=0.003$ ）和III组（ $c^2=11.10$ ， $P=0.011$ ）菌株比例差异显著，其中重度消瘦-高炎症型患者中Runyon III组感染比例明显高于其他表型（67.7%比47.3%~64.9%）。

结论：NTM肺病患者存在明显的营养异质性，基于营养指标的聚类分析可有效识别4种临床相关营养表型。其中重度消瘦-高炎症型患者营养状态最差、炎症反应最强，且Runyon III组菌感染比例显著升高，提示此类患者可能具有更高的治疗难度与不良预后风险。临床应高度关注该类型患者的早期识别，采取及时、积极的营养支持及抗炎治疗措施。

RhIL-11在脓毒症早期通过STAT3和mTORC1-STAT3信号通路诱导M-MDSCs来减轻炎症和肝损伤

高淑君

苏州大学附属第二医院

目的：脓毒症早期的高炎症反应是导致多器官损伤的关键因素。因此，探索有效的治疗方法来减轻或逆转高炎症反应是脓毒症治疗的首要任务。重组人白介素-11（rhIL-11）是一种很有前途的抗脓毒症炎症的细胞因子。为阐明rhIL-11的分子机制，我们进行如下实验。

方法：（1）构建盲肠结扎穿刺术（CLP）脓毒症小鼠模型，并用rhIL-11处理，观察各组小鼠体重变化并分析生存率，肝脏组织HE染色、检测肝脏生化指标和炎症因子分析小鼠肝脏的炎症水平。分离肝脏非实质细胞，流式细胞术（FCM）分析MDSCs及亚群比例。（2）体外抑制mTORC1或STAT3，分析MDSCs亚群的变化。蛋白质印记（western blot）分别分析rhIL-11处理、mTORC1激活或抑制后STAT3磷酸化水平的变化。（3）免疫共沉淀（Co-IP）实验验证mTORC1和STAT3之间的直接结合。（4）用rhIL-11治疗CLP脓毒症小鼠模型，并抑制其mTORC1或STAT3信号，分析各抑制组与非抑制组的生存率，肝脏组织HE染色、检测肝脏生化指标和炎症因子分析小鼠肝脏的炎症水平。FCM分析抑制组与非抑制组的MDSCs亚群的变化。

结果：（1）早期rhIL-11治疗具有肝脏保护作用，并引起CLP诱导的脓毒症小鼠模型中单核细胞性髓源抑制细胞（M-MDSCs）的扩增。（2）体外研究结果表明，rhIL-11通过激活STAT3和mTORC1-STAT3信号通路，在表型和功能上促进造血干细胞和祖细胞向M-MDSCs的分化。（3）我们还阐明了mTORC1利用raptor和STAT3的TOS motif结合来和STAT3直接作用。（4）体内抑制mTORC1或STAT3阻断了M-MDSCs的分化，减弱了rhIL-11的对肝脏的保护作用。

结论：综上所述，这些结果提示早期rhIL-11治疗可能通过STAT3和mTORC1-STAT3信号通路诱导M-MDSCs分化，至少部分逆转脓毒症的炎症症状，rhIL-11可能是治疗脓毒症高炎症反应的有效药物。

电离辐射对小鼠多器官组织损伤的转录组学研究

刘珍玉、吴江

南京大学附属金陵医院

目的：电离辐射可导致组织和器官的功能损害，产生急性影响，还可能增加各种长期影响的风险。电离辐射对机体多器官组织造成不同程度的损伤，但其损伤程度与分子机制的组织特异性差异及是否存在跨组织共性调控靶点尚不清楚。

方法：本研究利用⁶⁰Co γ 射线照射小鼠来进行电离辐射损伤造模，对暴露于辐射后的Balb/c小鼠模型进行研究，对辐射后小鼠的心脏，结肠，肝脏，肾脏，眼睛和肺组织等关键组织进行批量RNA测序（bulk RNA-seq）。利用R包DESeq2不同器官辐射前后的bulk RNA-seq进行差异表达分析，获得差异表达基因。用ggplot2绘制相应差异表达基因的火山图，再分别利用R包clusterProfile和GSEA算法进行KEGG信号通路富集分析，并利用pathview包对关键通路进行基因-通路整合可视化，为器官损伤异质性提供空间定位级证据。探究在整体水平上不同器官在电离辐射后受损的潜在机制。

结果：PCA结果显示，电离辐射后小鼠的心脏，结肠，肾脏和肺组织的转录异质性显著升高，眼睛和肝脏的转录异质性差异不显著。Bulk RNA-seq结果显示辐射前后存在大量的差异基因，其中小鼠的眼睛，肾脏，肝脏，心脏和肺组织的血红蛋白基因簇（hbb-b,hbb-bt,hba-a1,hba-a2）共同显著下调，结肠组织中仅hba-a1基因显著下调。GO和KEGG富集分析揭示了这些基因涉及p53信号通路和PI3K-AKT通路的激活。GSEA基因富集分析显示，差异基因涉及T细胞与B细胞的活化与抑制。

结论：电离辐射对受照小鼠的心脏，结肠，肝脏，肾脏，眼睛和肺组织均有一定程度的影响。差异表达基因分析揭示了多个组织中血红蛋白基因簇的共同下调，以及p53信号通路和PI3K-AKT通路的激活，还涉及T细胞与B细胞的活化与抑制，这些发现表明电离辐射对不同组织的损伤具有一定的组织特异性。考虑到电离辐射损伤的复杂性，未来研究还应关注辐射剂量、照射时间以及个体差异等因素对组织损伤的影响，以期为临床治疗和辐射防护提供更全面的指导。

吲哚胺 2,3 - 双加氧酶免疫活性 对分化型甲状腺癌放射性碘治疗疗效的预测价值研究

施良¹, 俞飞¹, 张川¹, 付晶晶¹, 王俊¹, 姚晓晨¹, 薛雪¹, 王峰¹

¹南京市第一医院

背景：远处转移性分化型甲状腺癌（distant metastatic differentiated thyroid cancer, dmDTC）患者放射性碘治疗欠佳。机体免疫状态可影响肿瘤放射治疗的效果。但机体免疫状态对dmDTC^{131I}碘治疗（radioiodine therapy, RAI）的影响仍不清楚。吲哚胺2,3-双加氧酶（indoleamine 2, 3-dioxygenase, IDO）催化色氨酸降解为犬尿氨酸，激活肿瘤细胞微环境中免疫通路。本研究拟探索IDO免疫活性与dmDTC患者RAI疗效的相关性。

方法：收集2010年1月至2022年6月接受RAI治疗的晚期dmDTC患者104例。在治疗前和治疗后3月使用质谱分析检测患者血清犬尿氨酸、色氨酸浓度，通过计算犬尿氨酸/色氨酸比值标志IDO免疫活性。疗效评估方法：对于有可测量病灶者，采用实体肿瘤反应评价标准1.1评估疗效，部分缓解和完全缓解者判为有效，疾病稳定或进展者判为无效；无可测量病灶且抗甲状腺球蛋白抗体阴性者，基于甲状腺球蛋白（thyroglobulin, Tg）水平进行评估，Tg降低>25%者判为有效，否则为无效。采用试者工作特征分析建立上述生物标志物预测疗效反应的最佳临界值；分析IDO活性与疾病总生存期（overall survival, OS）和无进展生存期（progression free survival, PFS）之间的关系。

结果：治疗前犬尿氨酸/色氨酸高比值者，肿瘤浸润淋巴细胞数量的减少。治疗前的犬尿氨酸/色氨酸比值较高（>2.46）者，疗效差、中位PFS（45月vs未达到，P=0.002）和中位OS（78月vs未达到，P=0.035）较短。RAI后犬尿氨酸/色氨酸比值进一步增高。治疗后犬尿氨酸与治疗前犬尿氨酸比值较高者（>1.69），其中位OS（68月vs. 未达到，P=0.010）和中位PFS（48月 vs. 未达到，P=0.002）更短。

结论：IDO活性状态与DTC免疫浸润有关。RAI治疗进一步改变dmDTC患者的IDO活性。RAI治疗前IDO活性和RAI治疗后IDO活性变化程度，可以预测晚期dmDTC患者RAI的疗效和预后生存。IDO生物标志物有助于筛选RAI治疗可获益的晚期dmDTC人群，指导精准诊疗。

关键词：分化型甲状腺癌，RAI，IDO，免疫状态，预测因素

IBSP在甲状腺癌中的诊断与预后价值 及其治疗指导潜力研究

陈志强、章斌

苏州大学附属第一医院

背景：甲状腺癌（Thyroid carcinoma, THCA）发病率逐年上升且异质性强，亟需发现新的生物标志物以优化预后评估及诊疗策略。整合素结合唾液酸蛋白（Integrin-binding sialoprotein, IBSP）被报道参与多种肿瘤的发生发展，然而其在THCA中的功能尚未明确。

方法：整合癌症基因组图谱（TCGA）、基因型-组织表达项目（GTEx）及基因表达综合数据库（GEO）的转录组数据，评估IBSP mRNA在THCA中的表达及其与临床特征的相关性。采用受试者工作特征曲线（ROC）分析诊断效能，K-M生存分析和单因素/多因素COX回归评估预后价值。构建结合IBSP与临床参数的列线图模型，通过时间依赖性ROC、校准曲线及决策曲线验证。筛选IBSP相关差异表达基因（DEGs）进行功能富集分析，利用STRING数据库构建蛋白互作网络（PPI）识别IBSP互作蛋白。利用Spearman相关性分析识别IBSP相关铁死亡调控因子。通过多种数据库评估IBSP启动子甲基化水平。应用CIBERSORT和ESTIMATE算分析免疫浸润，基于TCIA数据库的免疫表型评分（IPS）预测免疫治疗响应。基于GDSC2数据库，应用oncoPredict预测药物敏感性。

结果：IBSP在THCA组织中显著高表达，表达量从乳头状甲状腺癌（PTC）至未分化甲状腺癌（ATC）逐步递增。ROC分析显示IBSP在TCGA-THCA队列的AUC为0.890，验证队列为0.769，提示其诊断效能良好。IBSP高表达与不良临床特征及总生存期下降显著相关。结合IBSP的列线图对3/5/10年总生存期预测准确性高，具校准性和临床决策价值优异。功能富集表明IBSP相关DEGs富集于细胞外基质重构及免疫相关通路，PPI网络揭示IBSP与ITGAV、ITGB3等蛋白互作。IBSP表达与TRIM46等关键铁死亡调控因子呈正相关。IBSP启动子区甲基化水平在THCA中显著降低，且CpG位点cg15682575和cg10969006与IBSP表达呈负相关。免疫浸润分析显示高表达IBSP组呈现免疫抑制性微环境，且CTLA4/PD1双阴性样本IPS显著降低。药物敏感性分析表明，IBSP低表达肿瘤对BRAF抑制剂Dabrafenib更敏感，而IBSP高表达肿瘤对MEK抑制剂Selumetinib更可能产生响应。

结论：IBSP在甲状腺癌中具有潜在的诊断和预后标志物价值，参与调控肿瘤进展、免疫微环境和药物反应。研究支持将IBSP纳入甲状腺癌个体化诊疗策略，值得进一步临床验证。

SPECT/CT肾动态显像不同肾脏深度估算公式 对测定正常成人肾小球滤过率的比较

刘津菁、王建锋

常州市第一人民医院（苏州大学附属第三医院）

背景：肾脏深度是影响Gate's法计算肾小球滤过率（GFR）的重要影响因素，目前最常用的是由Tonnesen公式计算所得，但该公式由于是以超声测量和西方人数据库为基础，其计算的肾脏深度和测定的相应GFR并不完全准确，因此亟需最优的肾脏深度估算公式进行GFR测定。

目的：本研究利用SPECT/CT的CT测量肾脏深度为参照标准，比较 ^{99m}Tc -DTPA肾动态显像中Tonnesen公式与另外三种肾脏深度估算公式（Emory、Itoh、T.itoh）测定正常人的GFR，明确适用于SPECT肾动态显像测定GFR的肾脏深度最优估算公式。

方法：收集2010年10月至2024年02月在我科行SPECT/CT肾动态显像的健康正常人（肾移植供体）共计28例，其中男11例，女17例，年龄29~61岁，平均 (47.11 ± 9.24) 岁。对上述患者行 ^{99m}Tc -DTPA肾动态显像及同机腹部CT扫描，依据Gate's法计算GFR。以CT测量肾脏深度为参照标准并获得相应的GFR，单位为ml/min。并根据患者的身高、体重及年龄，分别利用4种公式（Tonnesen、Emory、Itoh、T.itoh）估算肾脏深度（cm）并计算相应GFR。比较4种公式和CT测量所得的肾脏深度的差异以及所得相应的分肾GFR和总GFR的相关性。

结果：（1）与CT测量肾脏深度相比，Tonnesen公式计算的左肾和右肾肾脏深度（cm）均明显降低

(左肾: 7.03 ± 0.92 vs. 5.90 ± 0.64 , $t = -5.337$, $P < 0.001$; 右肾: 7.07 ± 0.85 vs. 5.96 ± 0.63 , $t = -5.494$, $P < 0.001$), Emory、Itoh、T.itoh三个公式计算的左肾和右肾肾脏深度与CT测量均无统计学差异(P 均 >0.05)。(2)与CT测量肾脏深度计算的分肾GFR和总GFR相比,根据Tonnesen公式所得到的分肾GFR和总GFR(ml/min)均明显降低(左肾: 46.30 ± 7.49 vs. 56.70 ± 9.71 , $t = -4.488$, $P < 0.001$; 右肾: 47.98 ± 9.16 vs. 58.45 ± 10.58 , $t = -3.958$, $P < 0.001$; 总GFR: 94.30 ± 15.58 vs. 115.16 ± 18.50 , $t = -4.564$, $P < 0.001$),根据Emory、Itoh、T.itoh三个公式计算所得的分肾GFR和总GFR与根据CT测量所得的GFR均无统计学差异(P 均 >0.05)。(3)Emory公式法与CT测量法所得总GFR均具有高度相关性(相关系数 $r=0.834$, $\text{ICC}=0.908$, P 均 <0.001),明显优于Itoh、T.itoh计算公式(Itoh公式: $r=0.668$, $\text{ICC}=0.798$, $P < 0.001$; T.itoh公式: $r=0.678$, $\text{ICC}=0.805$, $P < 0.001$)。

结论: Tonnesen公式计算的肾脏深度与实际深度存在明显偏差,严重低估正常成人的GFR; Emory公式估算肾脏深度及测定GFR的可靠性更高。

骨小梁在不同年龄人群中的临床特征 及与骨密度评分的关系

刘航、刘寒辉、姜继伟
苏州大学附属第一医院

目的: 探讨不同年龄人群中影响骨小梁(Trabecular Bone Score, TBS)评分的临床特征并进行骨小梁评分与骨密度相关性分析。

方法: 收集2025年4月-2025年5月间在核医学科使用GE Lunar双能X线骨密度仪检测患者临床资料进行回顾性分析。非参数检验用于分析年龄、身高、体重、BMI等临床特征在不同TBSmin分组中的差异。方差分析用于分析骨矿物质含量在不同TBS风险分组中的差异分析。卡方检验用于分析不同骨密度评分分组中骨折风险构成比的关系。对50岁以下男性及绝经前女性,相关性分析用于评估Zmin值与TBSmin的关系;对50岁以上男性及绝经后女性,相关性分析用于评估Tmin值与TBSmin的关系。

结果: 本研究共纳入374例,其中50岁以下男性及绝经前女性一组有118人,50岁以上男性及绝经后女性组有256人。在50岁以上男性及绝经后女性组中可以发现,年龄、BMI指数、骨矿物质含量在不同TBSmin分组中差异显著($P < 0.05$)。低风险组,BMI指数为24.8(22.55-27.075),而高风险组中,BMI为23(20.9-25.4)($P=0.03$)。相较于中、低风险组,年龄越大,TBSmin风险越高(71 vs.62 vs. 60.5, $P=0.025$)。骨矿物质含量越低,TBSmin风险越高($P < 0.01$)。T值评分在不同TBS分组间差异显著($P < 0.01$),高风险组 $T_{\min} \geq -2.5$ 占比达85.7%, $-1 < T_{\min} < 2.5$ 占比45.3%, $T_{\min} \leq -1$ 占比14.7%,中风险组 $T_{\min} \geq -2.5$ 占比达12.2%, $-1 < T_{\min} < 2.5$ 占比34.9%, $T_{\min} \leq -1$ 占比16.4%。低风险组 $T_{\min} \geq -2.5$ 占比达2.0%, $-1 < T_{\min} < 2.5$ 占比19.8%, $T_{\min} \leq -1$ 占比69%。在50岁以下男性及绝经前女性一组中,年龄、身高、体重以及BMI指数与TBS分组之间没有差异性。骨矿物质含量以及Zmin值在不同TBSmin分组之间具有显著性差异($P < 0.01$)。在高风险组中, $Z_{\min} > -2$ 占比13.4%, $Z_{\min} \leq -2$ 占比83.3%,在中风险组中, $Z_{\min} > -2$ 占比26.8%, $Z_{\min} \leq -2$ 占比16.7%,在低风险组中, $Z_{\min} > -2$ 占比59.8%, $Z_{\min} \leq -2$ 占比0%。相关性分析表明,TBSmin值与Tmin值($r=0.675$, $P < 0.01$)及Zmin值呈显著正相关($r=0.585$, $P < 0.01$)。

结论: 对于年龄大于50岁以上男性及绝经性女性来讲,骨折风险会随着年龄的增加而增加,BMI指

数是影响骨小梁评分的因素之一，BMI越大，骨小梁评分越高。此外，我们的研究发现，骨含量降低患者中，45.3%的患者骨小梁评分为骨折高风险，在50岁以下男性及绝经前女性中，有13.4%的人群出现骨含量正常，而TBS评分为骨折高风险。这表明单纯骨密度评分可能会低估骨折风险，TBS作为DXA测量的辅助指标，在提高预测骨折风险中具有重要意义。

¹⁸F-FDG PET/CT显像联合血清CEA及CA242检测 对胰腺癌的诊断的价值

王冠民
徐州市中心医院

目的：探讨血清CEA、CA242和PET/CT显像联合检测对胰腺癌的诊断效果，提高胰腺癌诊断的准确性。

方法：回顾性分析2017年3月至2023年3月期间于我院就诊的57例疑似胰腺癌患者。均接受血清CEA、CA242检测以及PET/CT检查。观察内容：（1）血清CEA $>5\text{ng/mL}$ 为阳性；血清CA242 $>17\text{U/mL}$ 为阳性；PET/CT检查：病灶显示放射性浓集高于周围正常组织，且 $\text{SUV}_{\text{max}} \geq 2.5$ 时视为阳性；病灶显示放射性浓集微高于或不高于周围正常组织， $\text{SUV}_{\text{max}} < 2.5$ 时视为阴性。血清CEA联合CA242时其中一项为阳性则视为阳性；血清CEA、CA242联合PET/CT时，血清指标任意一项阳性+PET/CT阳性则视为阳性。

（2）以病理结果作为标准，将患者分为恶性组与良性组，对比两组的血清CEA、血清CA24水平及PET/CT检查的 SUV_{max} 值。（3）以病理结果作为标准，采用受试者工作曲线（ROC）分析血清CEA、血清CA24、PET/CT检查、血清CEA联合CA24以及三者联合对肺癌分期的评估价值。

结果：使用SPSS26.0软件，计量资料采用表示，两组间对比采用独立样本t检验；计数资料采用%表示，采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 认为有统计学意义。1. 恶性组与良性组的血清CEA、CA242水平及 SUV_{max} 值对比，恶性组的血清CEA、CA242水平及 SUV_{max} 值（ 15.42 ± 4.01 、 38.63 ± 10.51 、 18.26 ± 5.51 ）均高于良性（ 6.37 ± 2.08 、 14.28 ± 4.32 、 4.37 ± 2.19 ），差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。2. 血清CEA、CA242水平及PET/CT诊断效能分析，血清CEA诊断灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值及阴性预测值分别为64.52、84.62、73.68、83.33、66.67，血清CA242诊断灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值及阴性预测值分别为74.19、88.46、80.70、88.46、74.19；血清CEA联合CA242时，诊断灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值及阴性预测值均相比于两者单独诊断时上升（80.65、92.31、85.96、92.59、80.00）；单独PET/CT诊断灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值及阴性预测值分别为90.32、92.31、91.23、93.33、88.89；血清CEA、CA242联合PET/CT时，诊断灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值及阴性预测值最高（93.55、96.15、94.74、96.67、92.59）。

结论：血清CEA联合CA242能够提升两者单独用于诊断胰腺癌的效能，当血清CEA、CA242联合PET/CT显像诊断胰腺癌时，能够进一步提升对胰腺癌的诊断效能，血清肿瘤标志物检测与影像学PET/CT检查在诊断胰腺癌方面有各自的优势，联合应用能够提升胰腺癌诊断效果。

2型糖尿病患者血糖控制情况与身体成分及血脂指标间的相关性分析

姜一逸、张俊
泰州市人民医院

目的：探讨2型糖尿病（type 2 diabete, T2DM）患者空腹及餐后血糖控制情况与身体成分及血脂指标间的关系。

方法：回顾性分析2021年09月–2022年12月于南京医科大学附属泰州人民医院内分泌科住院治疗的99例成人T2DM并完成双能X线骨密度仪测量身体成分的患者资料。根据空腹血糖（fasting blood glucose, FPG）、餐后2h血糖（2-hour postprandial blood glucose, 2hPG）水平将患者分为FPG控制良好组（FPG<7.0mmol/L, n=43）与FPG控制不佳组（FPG≥7.0mmol/L, n=56）；2hPG控制良好组（2hPG<10.0mmol/L, n=24）与2hPG控制不佳组（2hPG≥10.0mmol/L, n=75）。对患者的一般资料、身体成分及血脂指标进行组间差异对比，采用Spearman或pearson相关性分析及二元logistic回归分析T2DM患者身体成分及血脂指标与FPG、2hPG水平之间的相关性，采用ROC曲线分析各参数对血糖控制不佳的预测能力。

结果：FPG、2hPG控制良好组的身高、体重、体质指数（body mass index, BMI）、内脏脂肪（visceral adiposity tissue, VAT）质量、甘油三酯（triglyceride, TG）、总肌肉量、总脂肪量、总骨量均显著低于FPG、2hPG控制不佳组，高密度脂蛋白（high density lipoprotein, HDL）显著高于控制不佳组（ $P<0.05$ ）。相关性分析显示，身高、体重、BMI、VAT质量、TG、总肌肉量、总脂肪量均与FPG、2hPG呈显著正相关，HDL与FPG、2hPG呈显著负相关（ $P<0.05$ ）。总肌肉量增加导致FPG、2hPG控制不佳风险增加（OR=1.279, 1.097; 95%CI 1.098~1.491, 1.037~1.159），阈值分别为54.85kg、53.95kg。总骨量是FPG控制良好的保护因素，全身骨矿物质含量（bone mineral content, BMC）百分比是2hPG控制良好的保护因素，阈值分别为2.65kg、3.65%。

结论：总肌肉量是FPG、2hPG控制不佳的危险因素。总骨量是FPG控制良好的保护因素，总全身BMC百分比是2hPG控制良好的保护因素。

新型纳米微粒hUCMSC源迁移体对哮喘气道炎症的改善作用与机制

李雯
江苏大学附属医院

研究背景：哮喘为常见呼吸系统疾病，其临床治疗仍存在显著局限。在动物模型中，间充质干细胞（MSCs）可显著减轻哮喘气道炎症，因此被视为哮喘潜在干预手段，特别是MSC无细胞策略为当前研究热点，因该策略能有效规避MSCs移植所致的无序分化和肺栓塞等。迁移体（migrasomes）是新近发现的

由迁移性细胞产生的纳米级囊泡，可介导细胞间通讯并发挥多元生物学效能。然而，目前并不清楚MSC是否可以产生迁移体以及该纳米微粒是否对哮喘存在治疗作用。

目的：探究具有高度迁移特性的人脐带间充质干细胞（hUCMSC）是否可以释放迁移体以及其迁移体对哮喘小鼠是否具有干预作用及机制解析。

方法：小麦胚芽凝集素（WGA）染色观察hUCMSC是否可以释放迁移体；差速离心法分离hUCMSCs源迁移体；采用透射电镜和蛋白质免疫印迹法对hUCMSC源迁移体进行表征分析；构建卵清蛋白（OVA）诱导的哮喘小鼠模型并给予迁移体干预，随后通过苏木精-伊红（HE）和过碘酸-希夫（PAS）染色评估迁移体对气道炎症的治疗效果，并通过免疫荧光染色、实时荧光定量PCR和流式细胞术进一步探索其作用机制。

结果：hUCMSC可以产生迁移体，且抑制迁移体生成可显著削弱hUCMSC对OVA模型动物气道炎症的抑制作用，表现为炎症细胞浸润和上皮杯状细胞化生程度上升；差速离心法提取的hUCMSC源迁移体呈大囊泡包裹小囊泡结构且表达迁移体特异性标志物EOGT和PIGK；动物实验发现，hUCMSC源迁移体可显著改善哮喘小鼠的气道炎症症状和黏液分泌，并减少Th2型细胞因子（IL-4、IL-5和IL-13）表达，同时抑制树突状细胞（DCs）的活化；尾静脉注射的hUCMSC源迁移体可靶向肺部，并被肺部DCs摄取；体外实验发现迁移体可降低骨髓来源DCs（BMDCs）诱导OVA特异性Th2细胞反应的能力；过继转移实验显示，hUCMSC迁移体处理的BMDCs可显著保护小鼠免受过敏性气道炎症的影响；分子机制上，发现hUCMSC迁移体可抑制OVA处理的BMDCs和哮喘小鼠肺组织中晚期糖基化终末产物受体（RAGE）信号通路。

结论：首次证实hUCMSC迁移体对OVA诱导的过敏性小鼠气道炎症具有抑制作用，这为哮喘干预提供了一种新型基于“MSC无细胞”治疗的纳米药物。

延迟扫描对SPECT门控心肌灌注显像左室下壁伪影的校正价值

孟宝升、刘津菁、王雪迪、王建锋

常州市第一人民医院（苏州大学附属第三医院）

目的：肝脏及胃肠道内显像剂高摄取是造成SPECT门控心肌灌注显像（GMPI）下壁伪影的重要原因，其可导致GMPI图像质量不佳进而影响图像准确判读及门控精准定量分析。本研究对有GMPI下壁伪影的患者进行延迟扫描，进一步探讨延迟扫描对纠正图像质量及心肌功能定量参数的应用价值。

方法：连续性纳入2018年12月至2021年12月在常州市第一人民医院行GMPI首次扫描存在下壁心肌伪影的患者，所有受检者均于注射 ^{99m}Tc -MIBI后1~2小时内完成首次扫描，首次扫描完成后1小时再行第二次延迟扫描。收集患者的临床基线资料包括性别、年龄、体重指数（BMI）、高血压、糖尿病、高血脂、长期吸烟史、长期饮酒史等。首次扫描和延迟扫描的心肌断层图像重建后均应用QGS定量分析软件自动获得左室室壁运动总积分（SMS）、室壁增厚率总积分（STS）、左室收缩同步性指标（相位带宽：BW）、左室射血分数（LVEF）等心肌功能定量参数。根据文献报道将图像质量判定标准定义为：0~3分，0分和1分为不影响图像判读的优质图像质量；2分和3分为影响图像判读、存在下壁伪影的较差图像质量。

结果：共纳入GMPI首次扫描存在下壁心肌伪影（图像质量均判定为2~3分）的患者56例，年龄

为 (55.89 ± 12.63) 岁，男性44例 (78.57%)，BMI为 (24.748 ± 3.51) ，高血压24人 (42.86%)，糖尿病16人 (28.57%)，高血脂18人 (32.14%)，有长期吸烟史27人 (48.21%)，长期饮酒史11人 (19.64%)，心肌梗死26人 (46.43%)，首次扫描距注射显像剂间隔时间为 (81.95 ± 30.43) 分钟，延迟扫描距注射显像剂间隔时间为 (155.84 ± 42.45) 分钟。延迟扫描共纠正较差图像质量39例 (69.64%)，仍有17例 (30.36%) 延迟扫描后存在下壁心肌伪影 (图像质量均判定为2~3分)。与早期扫描相比，延迟扫描获得的SMS、STS、BW等心肌功能定量参数均降低[1 (0, 5.65) vs. 2 (0, 10)、1 (0, 3.75) vs. 2 (0.25, 5.75)、 $54.84^\circ \pm 24.65^\circ$ vs. $65.89^\circ \pm 41.10^\circ$ ， P 均 <0.05]、LVEF值升高 (62.84 ± 14.01 vs. 53.71 ± 12.71 ， $P < 0.05$)。与纠正图像质量组比较，17例未纠正图像质量组中有女性、BMI值较大 (6/17 vs. 6/39、12/17 vs. 14/39和 25.12 ± 2.31 vs. 23.45 ± 2.76 ， P 均 <0.05)，差异有统计学意义。

结论：延迟扫描有助于纠正GMPI有下壁伪影患者的图像质量及心肌功能定量参数；而对于女性、BMI偏高的患者而言，间隔时间较短的延迟扫描 (约2.5小时) 并不能有效纠正下壁伪影患者的图像质量，有必要进一步延长采集间隔时间或应用促胃肠道排泄的药物干预，以提高GMPI图像质量及门控定量分析的准确性。

· 新型分子靶标和新型标志物的探寻和筛查 ·

18F-FAPI PET/CT与18F-FDG PET/CT 在肝恶性肿瘤中的应用

吴娜静

江南大学附属医院

目的：比较评价18F-FAPI PET/CT与18F-FDG PET/CT在肝脏恶性肿瘤中的诊断效能，对比分析两种显像剂的SUV_{max}诊断阈值，探讨其在肝脏恶性肿瘤中的诊断价值。

方法：研究分析2023年2月至2023年7月于江南大学附属医院行18F-FAPI-04 PET/CT与18F-FDG PET/CT检查的20例患者（其中男性16例、女性4例，中位年龄65岁）的临床及影像资料。20例患者分别行18F-FAPI-04 PET/CT与18F-FDG PET/CT，显像间隔时间≤7天。入组病例以组织病理学作为最终诊断的金标准；对于组织诊断不适用的病例，以影像学随访判断是否存在肝脏恶性肿瘤。比较两种显像剂的PET/CT影像学表现，采用Wilcoxon signed-rank test比较18F-FAPI-04 PET/CT与18F-FDG PET/CT显像二者SUV_{max}、MTV、LBR之间的差异性；通过Kappa检验评价两位观察者识别病灶区域的一致性；通过SUV_{max}[M(P25,75)]的Wilcoxon配对秩和检验评价1h、2 h显像的图像对比度及相关性。以P<0.05为差异或相关性有统计学意义。

结果：18F-FAPI PET/CT与18F-FDG PET/CT在18例阳性病变（原发性9例、转移性9例）的SUV_{max}分别为11.74(7.65,15.51)、8.05(4.91,10.33)，差异具有统计学意义（ $z=-2.461$ 、 $p=0.014$ ）；18F-FAPI PET/CT与18F-FDG PET/CT显像在9例肝脏原发性病变的SUV_{max}分别为13.06(7.30,18.22)、5.94(3.01,8.82)，差异具有统计学意义（ $z=-2.429$ 、 $p=0.015$ ）；18F-FAPI PET/CT与18F-FDG PET/CT显像在9例肝脏转移性病变的SUV_{max}分别为10.42(7.7,14.17)、10.16(6.53,13.86)，差异无统计学意义（ $z=-0.533$ 、 $p=0.594$ ）。18例阳性病变（原发性9例、转移性9例）的肿瘤代谢体积参数MTV4.0分别为29.29(3.41,34.72)、18.02(0.85,31.05)，差异有统计学意义（ $z=-2.243$ 、 $p=0.025$ ）；LBR4.0分别为208.73(19.49,262.61)、111.48(3.73,213.38)，差异有统计学意义（ $z=-2.373$ 、 $p=0.018$ ）；9例肝脏原发性病变LBR2.5分别为337.06(78.41,462.48)、191.25(10.41,352.41)，差异有统计学意义（ $z=-2.073$ 、 $p=0.048$ ）；肝脏原发性病变LBR3.0分别为307.95(55.89,393.50)、160.46(0.05,279.24)，差异有统计学意义（ $z=-2.429$ 、 $p=0.015$ ）；9例肝脏转移性病变在不同固定阈值及百分比阈值MTV与LBR之间的比较，差异均无统计学意义。两位观察者对肝脏病灶视觉分析一致性为100%，Kappa=1.000， $z=4.88$ 、 $p<0.001$ 。两位观察者对肝脏病灶数量一致性为88.89%，Kappa=82.35， $z=5.36$ 、 $p<0.001$ ；FDG显像分析一致性为88.89%，Kappa=82.35， $z=4.16$ 、 $p<0.001$ 。1h、2 h显像的图像对比度， $P=0.1289$ ，无明显统计学差异；1h SUV_{max}和2 h SUV_{max}之间Pearson相关系数为0.7928， $P<0.05$ ，表明两者具有显著相关性。

结论：18F-FAPI在肝脏原发性病变中显示出较高的病灶与本底对比度，可以弥补18F-FDG PET/CT在检测原发性肝癌方面的不足。因此，FAPI的肝脏肿瘤中的高选择性摄取可能为肿瘤的无创性诊断、分期以及肿瘤治疗疗效监测开辟新的应用领域。

关于靶向Nectin-4的新型分子探针 68Ga/[18F]AlF-NOTA-DN96降低肾脏排泄用于 恶性肿瘤模型显像的临床前研究

贾童童、邓胜明

苏州大学附属第一医院

目的：目前靶向Nectin-4的抗体药物偶联物（antibody-drug conjugate, ADC）已经应用于晚期进展或转移性尿路上皮癌（urothelial carcinoma, UC）的治疗当中。值得注意的是，Nectin-4表达水平与ADC药物疗效密切相关。因此，利用PET示踪技术对Nectin-4表达水平进行无创性检测具有重要意义。然而，之前用于检测Nectin-4表达的分子探针主要通过肾脏排泄，可能无法反映UC原发灶的情况。因此，本研究期望设计新型的分子探针，增加其肝脏代谢能力，减少其肾脏代谢而实现UC的显像。

方法：本研究创新性地引入脂溶性的linker（4-氨基苯甲酸），设计了新型分子探针前体NOTA-DN96，设想通过改变分子探针的亲脂性及极性，增加肝胆系统的排泄以减少泌尿系统的摄取值。随后分别用68Ga和18F对NOTA-DN96进行标记合成了两款新型分子探针68Ga-NOTA-DN96和[18F]AlF-NOTA-DN96，验证了其体外稳定性。随后在转染的MC38-Nectin-4细胞（Nectin-4+）和MC38细胞（Nectin-4-）和乳腺癌细胞（MDA-MB-468）中进行细胞摄取实验。在相应的肿瘤模型中验证两款分子探针的靶向性，并比较二者的显像能力的差异。最后，筛选出最佳分子探针用于UC肿瘤模型（SW480和T24）的显像，进一步探索其在UC肿瘤模型中的诊断价值。

结果：68Ga-[18F]AlF-NOTA-DN96的放射性标记率均超过95%，并且放射化学纯度保持在99%以上。细胞摄取实验表明，68Ga-[18F]AlF-NOTA-DN96在MC38-Nectin-4细胞的摄取明显高于MC38细胞，68Ga-NOTA-DN96在MC38-Nectin-4和MC38 4 h时的摄取量分别为 $19.58 \pm 0.48\%$ 和 $5.24 \pm 1.14\%$ （ $p < 0.0001$ ）。[18F]AlF-NOTA-DN96在MC38-Nectin-4和MC38 4 h时的摄取量分别为 $14.07 \pm 0.84\%$ 和 $2.22 \pm 0.27\%$ （ $p < 0.0001$ ）。组织分布和PET显像研究一致显示，68Ga-[18F]AlF-NOTA-DN96均在MC38-Nectin-4和MDA-MB-468肿瘤组织中特异性积累，显著高于MC38。肿瘤部位的T/M比值随着时间的推移逐渐增加，并在120 min时达到峰值，并且68Ga-NOTA-DN96的摄取值均高于[18F]AlF-NOTA-DN96。除此以外，68Ga-[18F]AlF-NOTA-DN96的肝脏摄取值均明显增加，而肾脏摄取值则减少，证实其通过肝脏系统排泄的可行性。随后，将68Ga-NOTA-DN96在SW780（Nectin-4+）和T24（Nectin-4-）肿瘤模型中进行显像研究，发现SW780的肿瘤摄取显著高于T24（ $3.37 \pm 0.23\%ID/cc$ 和 $2.21 \pm 0.12\%ID/cc$, $p < 0.0001$ ），肝脏摄取增加而肾脏摄取减低，证实了其在UC肿瘤模型中的显像能力。

结论：68Ga-[18F]AlF-NOTA-DN96作为PET显像分子探针，均具有较高的稳定性和靶向性，并且可以通过肝胆系统排泄以降低肾脏系统的排泄量。通过68Ga-NOTA-DN96和[18F]AlF-NOTA-DN96的对比，筛选出更适合临床应用的显像剂，并在UC肿瘤模型中得到了印证。因此，68Ga-NOTA-DN96可以用于UC肿瘤模型的Nectin-4表达水平的检测，并对探针后续的优化具有指导意义。

99mTc-FAPI SPECT-CT显像 在孤立性肺结节诊断中的应用

傅宁、鹿峰、王亚楠、吴倩、贾英男、张纯、孙寒、鹿存芝
徐州市中心医院

目的：观察孤立性肺结节患者肺结节中99mTc标记的成纤维细胞活化蛋白抑制剂(99mTc-FAPI)的表达情况，探讨99mTc-FAPI SPECT-CT显像在孤立性肺结节良恶性鉴别诊断中的应用价值。本研究主要通过对比分析孤立性肺结节患者SPECT-CT FAPI显像中肺结节放射性摄取情况及手术后病理检查结果或穿刺活检病理检查结果，评估SPECT-CT FAPI显像方法在孤立性肺结节良恶性鉴别诊断中的应用价值。

方法：根据纳入排除标准选取2023年06月2025年06月因孤立性肺结节来我院就诊的患者23例，其中男性12例，女性11例，年龄47.80（63.712.5）岁，所有患者均于我科行99mTc-FAPI SPECT-CT显像，并行手术治疗或穿刺活检获得病理检查结果，显像和病理检查间隔时间小于1月；对比分析99mTc-FAPI SPECT-CT显像、手术或穿刺活检病理检查结果。

结果：23例患者99mTc-FAPI显像发现孤立性肺部结节23个，其中磨玻璃结节3个，混合密度结节2个，实性结节18个。99mTc-FAPI摄取阳性21个，99mTc-FAPI摄取阴性2个；结合病理诊断结果，真阳性19例，包括腺癌15例（78.9%），鳞癌3例（15.8%），非小细胞肺癌1例（5.3%）；假阳性2例，均为实性结节，1例为慢性炎症伴支气管扩张，1例为慢性炎症伴纤维增生；真阴性1例，实性结节，为（左肺下叶背段）软骨瘤型错构瘤；假阴性1例，混杂密度磨玻璃结节，为微小浸润性腺癌；99mTc-FAPI显像对孤立性肺结节诊断的特异性33.3%，敏感性95.0%，准确率87.0%。

结论：成纤维细胞活化蛋白 α （FAP α ）在约90%以上的恶性实体肿瘤微环境中比较高的表达，在正常组织中几乎不表达或很低，是肿瘤诊断的重要靶点，99mTc-FAPI显像作为一种新型分子探针显像技术，通过反应肿瘤成纤维细胞的活跃程度，在肺癌组织间质中有较高表达，在孤立性肺结节的良恶性鉴别诊断中有较高的敏感性和准确率，有较好的临床应用前景，但同时要注意99mTc-FAPI显像也有一些非恶性肿瘤性假阳性病例的存在，主要与炎症和纤维细胞增生活跃的良性病变有关。

比较新型分子探针89 Zr-DFO-Dur-F（ab'）₂ 和89 Zr-DFO-Dur-Fab检测非小细胞肺癌PD-L1 表达水平的临床前研究

赵曼、赵骏
常州市第二人民医院

目的：合成靶向程序性死亡配体1（PD-L1）新型分子探针89 Zr-去铁胺（DFO）-Dur-Fab和89 Zr-DFO-Dur-F（ab'）₂，分析二者在体外稳定性、对非小细胞肺癌PD-L1表达阳性的HCC827细胞和A549细胞亲和力以及在荷瘤小鼠体内生物分布差异，筛选出有价值的免疫PET显像剂。

方法：分析非小细胞肺癌HCC827细胞和A549细胞中PD-L1表达水平的差异；通过IdeS蛋白酶和木瓜蛋白酶、NHS-DFO酯修饰优化等方法合成 ^{89}Zr -DFO-Dur-Fab和 ^{89}Zr -DFO-Dur-F(ab')₂探针，比较二者在体外稳定性以及对HCC827细胞和A549细胞的亲和力。构建非小细胞肺癌HCC827细胞和A549细胞荷瘤小鼠模型，通过microPET/CT显像及体内生物分布的差异探讨 ^{89}Zr -DFO-Dur-Fab和 ^{89}Zr -DFO-Dur-F(ab')₂的潜在临床应用价值。采用独立样本t检验分析数据。

结果：HCC827细胞中PD-L1表达水平高于A549细胞； ^{89}Zr -DFO-Dur-Fab在NS和FBS中均具有良好的稳定性，而 ^{89}Zr -DFO-Dur-F(ab')₂在FBS中更稳定，在NS中稳定性显著降低（在72小时内保持完整<80%）；与 ^{89}Zr -DFO-Dur-Fab相比， ^{89}Zr -DFO-Dur-F(ab')₂对HCC827细胞亲具有更高的亲和力（ $B_{\text{max}}=6606\text{ cpm}$ ， $K_d=5.835\text{ nM}$ ）。microPET显像示HCC827细胞荷瘤小鼠在注射 ^{89}Zr -DFO-Dur-Fab和 ^{89}Zr -DFO-Dur-F(ab')₂后，肿瘤部位显像剂摄取较A549细胞荷瘤小鼠明显。而在HCC827细胞荷瘤小鼠中， ^{89}Zr -DFO-Dur-F(ab')₂在肿瘤中的摄取较 ^{89}Zr -DFO-Dur-Fab更明显。

结论： ^{89}Zr -DFO-Dur-F(ab')₂有望成为免疫PET显像的新型分子探针

[^{89}Zr]Zr-DFO-NY008: a novel immunoPET tracer for diagnosis of multiple myeloma cancer

Haitian Fu, Quanpeng Wang, Chunjing Yu
Affiliated Hospital of Jiangnan University

Background: Multiple myeloma (MM) is a malignant disease characterized by the clonal proliferation of abnormal plasma cells. It is also the second most common tumor in the hematopoietic system. Currently, the main assessment methods for MM include blood analysis, bone marrow biopsy, and ^{18}F -FDG PET/CT. The latter plays an essential role in accurately staging MM and evaluating its response to treatment. However, ^{18}F -FDG PET/CT can sometimes produce false-positive results in cases of infection, inflammation, or other tumours with high metabolic activity. Due to the abnormal plasma cells' unique overexpression of CD38, CD38 has become a target for the diagnosis and treatment of MM. For example, daratumumab, the first humanized IgG1 kappa monoclonal antibody approved by the U.S. Food and Drug Administration for the treatment of MM, acts by targeting the CD38 protein on the surface of myeloma cells. Furthermore, daratumumab modified with DFO and then chelated with the radionuclide [^{89}Zr]Zr forms an immune PET probe, [^{89}Zr]Zr-DFO-daratumumab, which can be used for the diagnosis of MM. In the present study, a novel CD38-targeted antibody, NY008, was obtained and the potential of the related immunoPET tracer, [^{89}Zr]Zr-DFO-NY008, for radionuclide imaging of MM was evaluated through preclinical experiments and a clinical trial.

Methods: First, NY008-DFO was obtained, followed by the addition of the chelating radionuclide [^{89}Zr]Zr at room temperature. The radiochemical purity and stability of [^{89}Zr]Zr-DFO-NY008 in human serum were determined by radio-HPLC. Biodistribution in vivo was carried out in a normal mouse model. First, the uptake specificity of [^{89}Zr]Zr-DFO-NY008 was performed in CD38-positive MM.1s and Raji xenograft-bearing models. Then, the uptake in the main organs and tumor site was compared with that of [^{89}Zr]Zr-DFO-Daratumumab in an orthotopic Raji model. Finally, a clinical evaluation was carried out in four patients with MM, and the imaging efficiency of [^{89}Zr]Zr-DFO-NY008 was compared with that of [^{18}F]-FDG in one of the aforementioned patients.

Results: The labelling rate of $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ is greater than 95%. The purified product is a colorless, transparent liquid with a pH of around 7.2. The product's specific activity is approximately 25 MBq/mg, and its radiochemical purity is greater than 99%. The product has passed sterile testing, with bacterial endotoxin levels below 15 EU/mL. The study involved injecting $^{89}\text{Zr-DFO-NY008}$ via the tail vein in normal mice and conducting micro-PET imaging at various time points post-injection. The results showed that, within 24 hours, the radiolabelled drug exhibited higher concentrations in the heart (blood pool), lungs, liver, spleen and kidneys. After 24 hours, concentrations in these organs decreased slowly. However, concentrations of the drug in the brain and muscles remained low throughout the imaging period. Specific uptake of $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ by tumor tissue was observed in both MM.1s and Raji xenograft models. No obvious difference was observed in the uptake of $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ and $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-Daratumumab}$ in the brain, heart, lungs, intestines, muscles, kidneys and tibia. However, the uptake of $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ in the spleen and liver was found to be higher than that of $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-Daratumumab}$. Additionally, both tracers showed an initial rise followed by a fall in uptake in arthrosis and the spine. While there were no significant differences in the uptake of these two tracers in arthrosis and the spine at the same time points, the uptake of $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ in these two sites was consistently higher than that of $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-Daratumumab}$ at the same time points. The uptake of $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ in the spleen and liver was significantly higher than that of $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-Daratumumab}$ between 48- and 120-hours post-injection ($P < 0.05$). Additionally, it was observed that $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ uptake in the tumor site of the Raji orthotopic model, such as the arthrosis and spine, was higher than $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-Daratumumab}$, although a significant difference only emerged at one point ($P < 0.05$ at 48 hours post-injection in the arthrosis). In the clinical study, $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ was well tolerated, with no adverse events observed. It was also found that $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ PET imaging of MM patients remained stable within 168 hours post-injection. Although $[^{18}\text{F}]\text{-FDG}$ PET/CT imaging could detect the location of lesions, including the representative MM lesion in the spine and the metastatic tumor lesion in the other skeletal system, it was observed that $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ PET/CT imaging of the same patient at 24 hours post-injection was clearer than $[^{18}\text{F}]\text{-FDG}$ PET/CT imaging. The uptake of $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ (SUV_{max}) was significantly higher than that of $[^{18}\text{F}]\text{-FDG}$ (23.75 vs. 5.47).

Conclusion: A novel CD38-targeted immuno-PET tracer, $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$, has been developed. Preclinical and clinical findings indicated that $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ could be used to diagnose multiple myeloma (MM) in patients. The findings of the present study provide a theoretical and research basis for further clinical research into and application of this probe. Our study has some limitations. As it was a preclinical validation study, the number of tumor patients with unusual CD38 expression was relatively small. Furthermore, a control group of healthy individuals was not included, and more research is required to enable direct comparison of $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-NY008}$ and $[^{89}\text{Zr}]\text{Zr-DFO-Daratumumab}$ in a clinical trial.

Trial registration: The clinical evaluation of this study was registered at ClinicalTrials.gov (NCT05655676) on 19 December 2022.

68Ga-PSMA-11 PET/CT 助力 TKI 治疗下透明细胞肾癌风险分层

许秦凤^{1,2}、陈宇¹

1. 南京大学医学院附属鼓楼医院；2. 江苏省中医院

目的：本研究旨在比较68Ga-PSMA-11 PET/CT与18F-FDG PET/CT在接受TKI治疗前的肾透明细胞癌（ccRCC）患者中，对局部复发及远处转移灶的检出效能，并探讨其在危险分层与治疗决策中的潜在价值。

方法：回顾性纳入2016—2024年拟行TKI治疗、影像提示可疑复发/转移的18例ccRCC患者（男14例、女4例，平均 55.8 ± 13.7 岁）。所有患者在两周内依次完成68Ga-PSMA-11及18F-FDG PET/CT扫描。依据MSKCC与IMRDC模型将患者分为低/中/高危组。以组织学、 ≥ 6 个月影像随访及临床疗效为综合金标准，比较两种示踪剂在病灶层面（SUV_{max}、T/NT比值）及患者层面的诊断表现，并分析不同组间放射性摄取差异。统计学采用配对t检验、 χ^2 检验、ROC曲线及DeLong检验。

结果：共检出184个可疑灶，最终确认169个恶性灶、15个良性灶。68Ga-PSMA-11 PET/CT检出132/169（78.1%）恶性灶，18F-FDG PET/CT检出142/169（84.0%），检出率差异无统计学意义（ $P=0.546$ ）。在局部复发、骨、肝及肌皮软组织转移中，68Ga-PSMA-11的SUV_{max}和T/NT显著高于18F-FDG（ $P=0.021$ 和 $P=0.040$ ）；而肺转移则相反（ $P=0.001$ ）。两方法对淋巴结转移及静脉瘤栓无显著差异。ROC分析提示两示踪剂整体AUC相近（SUV_{max}:0.78 vs 0.79, $P=0.78$ ）。危险分层方面，高危患者病灶的68Ga-PSMA-11 SUV_{max}及T/NT均显著高于中、低危组（两模型均 $P<0.001$ ），而18F-FDG摄取未呈相似趋势。良性病灶中，FDG误阳性8/15例，PSMA仅2/15例。

结论：68Ga-PSMA-11 PET/CT在检出ccRCC局部复发及骨、肝、软组织转移方面优于18F-FDG PET/CT，对肺转移稍逊；整体特异性更高。其放射性摄取与MSKCC和IMRDC危险分层密切相关，可作为高危患者筛选和疗效监测的影像学补充。未来需大样本、前瞻性研究进一步验证其在ccRCC精准分期与个体化TKI治疗中的作用。

68Ga标记靶向EphA2环肽的制备 及其在荷瘤裸鼠中的显像研究

史津宇

苏州大学附属第一医院

目的：本研究旨在开发一种新型68Ga标记的靶向促红细胞生成素受体A2（EphA2）的大环肽探针[68Ga]Ga-NOTA-EP2，并系统评估其在体内外的稳定性、靶向性及显像性能，探索其在前列腺癌，尤其是PSMA阴性亚型中的成像应用潜力。

方法：通过化学合成制备EP2前体，并利用68Ge-68Ga发生器完成放射性标记，经C18固相萃取柱

纯化后获得探针。使用高效液相色谱（HPLC）仪检测其放化纯与比活度，并分别于PBS和人血浆中进行体外稳定性测试。采用流式细胞术分析PC-3（EphA2高表达）与LNCaP（低表达）两种前列腺癌细胞中EphA2表达水平。进行阳性、阴性及阻断组体外细胞摄取实验用于评估探针靶向结合能力；构建荷瘤裸鼠模型，使用microPET显像和组织放射性分布实验进一步评估其在体内的成像性能与靶向性。病理学及免疫组织化学验证EphA2在瘤体组织中的表达情况。统计学分析采用两独立样本t检验与重复测量方差分析，显著性水平设定为 $P < 0.05$ 。

结果：[68Ga]Ga-NOTA-EP2的标记未校正产率为 $(72.3 \pm 1.6)\%$ ，放化纯 $>95\%$ ，比活度 >10 GBq/ μmol ，在PBS与血浆中放置2小时仍保持良好稳定性。流式细胞术结果显示PC-3细胞中EphA2表达远高于LNCaP细胞，体外摄取实验显示探针在PC-3中的摄取 $(3.74 \pm 0.02)\% \text{AD}/105$ 细胞，显著高于LNCaP与阻断组（ $P < 0.001$ ），显示良好的靶向结合能力。microPET显像提示，注射60 min时，PC-3瘤体摄取值为 $(4.85 \pm 0.36)\% \text{ID}/\text{cc}$ ，T/M比值达 (20.21 ± 3.69) ，显著高于LNCaP组 (0.35 ± 0.10) ；T/M: 1.66 ± 0.79 ； $P < 0.001$ ），显像对比度良好。生物分布研究进一步表明，探针在PC-3瘤体中保持较高摄取（60 min: $12.55 \pm 0.98\% \text{ID}/\text{g}$ ；120 min: $11.31 \pm 1.52\% \text{ID}/\text{g}$ ），而在LNCaP瘤体中几乎无明显摄取。此外，示踪剂在肝脏中有少量摄取，除肾脏之外的其他非靶器官摄取均较低，对应的摄取值均小于 $2\% \text{ID}/\text{g}$ ，提示[68Ga]Ga-NOTA-EP2主要通过肾排泄。病理结果证实，PC-3瘤体中EphA2表达显著阳性，而LNCaP瘤体中EphA2表达阴性。

结论：本研究成功合成并制备了具有良好放化性质与靶向性能的68Ga标记EphA2环肽探针[68Ga]Ga-NOTA-EP2。该探针具备高稳定性、良好靶向性及清晰的显像能力，具有较强的临床转化潜力，为PSMA阴性，EphA2阳性的前列腺癌的精准诊断和治疗提供新的诊断工具。

基于血浆代谢组学的甲状腺乳头状癌术后 淋巴结转移无创预测

俞飞、周鹏、倪玉丹、施良、王峰
南京市第一医院

目的：淋巴结转移（Lymph Node Metastasis, LNM）是甲状腺乳头状癌（Papillary Thyroid Carcinoma, PTC）的关键预后因素，也是指导术后个体化放射性碘 ^{131}I 治疗的重要依据。本研究旨在基于血浆代谢组学技术，筛选用于诊断PTC患者术后LNM的潜在分子标志物。

方法：选取2022年12月至2024年12月期间于南京市第一医院核医学科住院拟行 ^{131}I 治疗的PTC患者作为研究对象，根据超声、碘扫描等影像学结果将患者分为LNM组（存在淋巴结转移）与非LNM组（无淋巴结转移），采用液相色谱-串联质谱法对患者进行 ^{131}I 消融前的血浆样本进行非靶向代谢组学检测。将代谢组学检测结果进行主成分分析（PCA）、正交偏最小二乘法判别分析（OPLS-DA）等多元统计分析鉴定差异代谢物，并将差异代谢物进行KEGG通路富集分析，通路活性差异分析（DAS）及ROC曲线分析。

结果：本研究共纳入61例PTC患者，其中LNM组32例，非LNM组29例，两组间年龄、性别及抗甲状腺球蛋白抗体（TgAb）阳性率均无统计学差异（ $P > 0.05$ ）。血浆代谢组学分析共鉴定出1608种代谢物，主要涵盖羧酸类、苯系物、脂肪酸及有机氧化物等。基于OPLS-DA分析在LNM组及非LNM组患者间共鉴定出42个差异代谢物（VIP > 1 且 $P < 0.05$ ），其中正离子模式下有7个代谢物上调，11个代谢物下

调；负离子模式下有5个代谢物上调，19个代谢物下调。KEGG通路富集分析显示，差异代谢物主要富集于矿物质吸收、肿瘤中心碳代谢、氨基酸的生物合成以及2-酮羧酸代谢通路，DAS分析进一步提示LNM组中上述通路的活性降低。ROC分析鉴定出9种代谢物的曲线下面积（AUC）均大于0.7，其中2种代谢物在LMN组中上调，分别是1-硬脂酰-2-羟基-2-去氧-3-磷酸甘油胆碱及1-棕榈酰-神经酰基-3-磷酸胆碱酯，7种代谢物在LMN组中下调，分别是苯并荧蒽、7-甲基鸟嘌呤、3-甲基-2-氧代丁酸、N-乙酰-组氨酸、尿囊素、丙酮醛及D-阿洛糖。

结论：PTC术后LNM与非LNM患者呈现显著差异的血浆代谢谱。筛选出的9种代谢物有望作为预测PTC术后LNM及指导¹³¹I治疗决策的潜在生物标志物。肿瘤中心碳代谢、氨基酸的生物合成等通路的活性抑制提示其参与LNM进程，或为PTC干预靶点提供新方向。

GLTC靶向LDHA K155位点琥珀酰化修饰 促进甲状腺乳头状癌进展和碘抵抗

施良¹、段瑞¹、孙振华²、贾琮¹、吴文雨¹、王峰¹

1. 南京市第一医院；2. 江苏大学附属医院

目的：本研究旨在筛选参与分化型甲状腺癌（DTC）发生及糖代谢的致癌长链非编码RNA（lncRNA），解析其调控糖酵解和肿瘤进展的分子机制，并探讨其在DTC细胞¹³¹I抵抗中的作用。

方法：对4对转移性DTC及其癌旁正常甲状腺组织进行高通量测序，筛选差异表达lncRNA，构建靶向top 20异常表达lncRNA的siRNA文库，检测其对甲状腺癌细胞活力、¹⁸F-FDG摄取及乳酸生成的影响。通过RACE技术获得糖酵解相关甲状腺癌非编码RNA全长序列，利用RNA pull-down、质谱、免疫共沉淀等方法分析其与乳酸脱氢酶A（LDHA）的相互作用；采用实时PCR、原位杂交验证GLTC表达与临床预后的关联。体内外功能验证：通过细胞增殖、糖代谢检测及裸鼠荷瘤实验，分析GLTC对DTC细胞糖酵解和肿瘤生长的调控作用；构建¹³¹I抵抗细胞模型，探究GLTC在¹³¹I抵抗中的功能。

结果：研究鉴定出糖酵解相关甲状腺癌非编码RNA--GLTC（627 bp，定位于11q13.2），其在DTC组织中高表达，且与患者无进展生存期、总生存期缩短及肿瘤恶性表型（大小、转移）显著相关，是独立预后标志物。糖酵解调控功能：GLTC敲低显著抑制DTC细胞糖酵解（¹⁸F-FDG摄取↓、乳酸生成↓、ECAR↓）和增殖，促进线粒体代谢；过表达则增强糖酵解，且该效应可被糖酵解抑制剂阻断。分子机制研究发现，GLTC通过其1-250 bp片段与LDHA的中间结构域结合，促进LDHA第155位赖氨酸（K155）琥珀酰化，增强其酶活性。该过程通过干扰去琥珀酰化酶SIRT5与LDHA的结合实现，进而调节NAD⁺/NADH比值及糖酵解通量。GLTC介导的LDHA-K155琥珀酰化通过升高细胞内NAD⁺水平，减少¹³¹I诱导的DNA损伤（ γ -H2AX↓），从而增强DTC细胞对¹³¹I的抵抗；敲低GLTC可协同¹³¹I抑制耐药细胞增殖。

结论：GLTC作为DTC中高表达的功能性lncRNA，通过靶向LDHA-K155琥珀酰化调控糖酵解代谢，促进肿瘤进展，并参与¹³¹I抵抗形成。其可作为DTC预后标志物及潜在治疗靶点，为逆转¹³¹I耐药提供新思路。

· 纳米材料，纳米治疗药物，纳米靶向分子探针，纳米放射性药物，纳米药物临床转化 ·

68Ga-聚多巴胺纳米颗粒 在动脉粥样硬化诊疗一体化中的研究

戴喜梅、杨桂芬
东部战区总医院

研究背景：动脉粥样硬化（Atherosclerosis, AS）作为心血管疾病的核心病理基础，其临床诊疗面临双重挑战：在治疗层面，现有药物疗法虽可延缓斑块进展，但普遍存在靶向效率低下和机制局限性；在诊断层面，传统影像技术面临灵敏度与特异性失衡、侵入性与成本效益冲突以及易损斑块识别能力不足等关键技术瓶颈。近年来，纳米医学的突破性发展为 AS 诊疗一体化提供了新见解。其中多酚类化合物因其独特的分子特性和广泛的生物活性，如抗炎、抗氧化、心血管保护等多个优点为 AS 诊疗一体化纳米药物的设计提供了新的方向。例如，聚多巴胺作为一种多酚类化合物，凭借多位点修饰、优良的光热效应、抗氧化、功能成像等多种功能，为构建 AS 诊疗一体化的纳米药物奠定了坚实的材料学基础。研究目的：本研究旨在构建靶向调控斑块中巨噬细胞的抗 AS 诊疗一体化纳米体系，突破现有诊疗策略的技术壁垒。

研究方法与结果：本研究成功构建了以聚多巴胺为模板进行结构修饰的靶向型纳米诊疗药物（68Ga-FPLG）。首先在活体层面观察了 68Ga-FPLG 在野生型小鼠和 AS 小鼠体内的中药物分布情况。我们利用已建立的 AS 小鼠模型，发现 AS 小鼠的主动脉有明显的斑块形成而野生型小鼠则无斑块形成，确定了 68Ga-FPLG 对斑块的靶向性能。并且发现相较于非靶向的实验组（ 1.15×10^{12} [p/s]/cm²），AS 组主动脉斑块区域的平均荧光强度与斑块面积比值（ 6.12×10^{12} [p/s]/cm²）升高了 5.3 倍（ $p < 0.001$ ），表明了 68Ga-FPLG 靶向斑块的能力更优越。其次通过 PET/CT 扫描发现，在 4h 时和野生型小鼠相比，AS 小鼠的斑块部位对纳米药物 68Ga-FPLG 的摄取率更高（46.2% ID/g, $p < 0.01$ ），表明其更易靶向易损斑块，能够实现对 AS 的早期诊断。最后通过尾静脉注射对 AS 小鼠和野生型小鼠进行为期一月的治疗，安乐死后取其主动脉进行病理学分析。结果显示：本研究构建的 68Ga-FPLG 不仅能够靶向斑块进行多模态成像，而且治疗后 AS 小鼠的斑块面积显著减小（ $0.144 \text{ cm}^2 < 0.387 \text{ cm}^2$, $p < 0.001$ ），脂质沉淀减轻（ $26.6\% < 65.9\%$, $p < 0.001$ ），斑块稳定性增加（ $9.6\% < 33.4\%$, $p < 0.001$ ），从而实现了 AS 的早期诊断和治疗。

研究结论：本研究所构建的 68Ga-FPLG 诊疗药物实现了对 AS 病理进程的多层面干预：在诊断层面通过 PET/CT 成像精准识别易损斑块，在治疗层面能够靶向斑块改善 AS 进展。

基于生物正交策略的硫化亚铜纳米诊疗平台 用于光声/正电子发射型计算机断层成像引导下的光热治疗

侯继芹、董国生、张雅、张涛
南京医科大学

目的：近二十年来，铜催化的叠氮-炔烃环加成反应（CuAAC）作为一种典型的生物正交点击化学反应，在纳米生物医学领域展现出广泛的应用前景。本研究旨在构建一种基于生物正交化学的多功能硫化亚铜（Cu₂S）纳米诊疗平台，集分子成像与光热治疗功能于一体，实现对肿瘤的光声成像（Photoacoustic Tomography, PAT）与正电子发射型计算机断层成像（Positron Emission Tomography, PET）双模态影像引导下的精准光热治疗（Photothermal Therapy, PTT）。

方法：采用热注射-薄膜水合法制备炔基功能化聚乙二醇修饰的Cu₂S纳米颗粒（PEG-alkyne@Cu₂S），并通过透射电子显微镜（TEM）、X射线衍射（XRD）等手段对其结构进行表征。通过透析法评估Cu₂S组分的释放行为，并利用¹⁸F标记的叠氮化合物与PEG-alkyne@Cu₂S之间的CuAAC反应评估其在体内外的催化效率。进一步评估其近红外激光激发下的光热转换性能，并采用细胞计数试剂盒-8（CCK-8）检测其在体外对SCC7细胞的光热杀伤效应。此外，采用预靶向“两步法”策略，首先静脉注射PEG-alkyne@Cu₂S纳米颗粒，随后注射¹⁸F标记的叠氮化物，通过体内生物正交反应实现PET成像，结合多光谱光声断层扫描（MSOT）及红外热成像技术，系统评估该纳米平台在体内外的光热响应能力及其在肿瘤部位的靶向富集效果（EPR效应）。

结果：所制备的PEG-alkyne@Cu₂S纳米颗粒具有良好的单分散性和稳定性，表现出优异的光热转换效率（ $\eta = 42.3\%$ ）。细胞实验结果显示其具有良好的生物相容性（细胞存活率 > 90%）和光热稳定性（5次激光循环后光热效率保持率 > 95%）。CCK-8实验表明，在808 nm激光照射（0.5 W/cm²）下，该纳米颗粒可显著抑制SCC7细胞活性，Calcein-AM 和 PI 双染进一步验证了其诱导细胞死亡的作用。动物实验显示，尾静脉注射给药12小时后，肿瘤部位放射性信号达到峰值，且通过PET/CT融合成像可清晰观察到肿瘤靶向富集。同时，光声成像与红外热成像联合监测证实其在肿瘤部位的有效光热积累。治疗组小鼠肿瘤生长受到显著抑制，H&E染色结果显示治疗组肿瘤组织出现广泛凝固性坏死，而主要器官未见明显病理损伤。

结论：本研究成功构建了一种基于生物正交CuAAC反应的多功能Cu₂S纳米诊疗平台，实现了“两步法”靶向策略下的多模态分子影像（PET、PAT、IR热成像）与光热消融治疗，为未来肿瘤的精准诊疗提供了新的思路和方法。

89Zr标记CLDN18.2抗体探针的制备及肿瘤PET/CT显像研究

吴文雨、陈君、薛苡琳、赵朝阳、邵国强、王峰

南京医科大学附属南京医院、南京市第一医院核医学科

目的：Claudin18.2（CLDN18.2）是一种紧密连接蛋白，在胃癌、胰腺癌和食管癌等消化系统肿瘤中过表达。本研究旨在构建靶向CLDN18.2的新型抗体核素分子探针，评价其理化性质、体内药代动力学特性及对CLDN18.2阳性肿瘤细胞和荷瘤鼠的靶向效能。

方法：将去铁胺（DFO）与靶向CLDN18.2的纳米抗体和单抗偶联后标记核素89Zr，制备分子探针89Zr-DFO-18.2-50H和89Zr-DFO-18.2-50C，经radio-TLC测定标记率及放射性化学纯度，并考察标记物的体内外稳定性。选择人胰腺癌细胞系（转染CLDN18.2高表达的BxPC3CLDN18.2细胞和野生型BxPC3细胞）进行细胞摄取和阻断实验，验证分子探针的靶向性和特异性。分别建立BxPC3CLDN18.2和BxPC3荷瘤鼠模型，经尾静脉注射7.40 MBq各标记物，于不同时间点行micro-PET/CT显像，获得肿瘤和各主要脏器的放射性摄取值（%ID/g），计算靶/非靶（T/NT）比值，评价89Zr-DFO-18.2-50H和89Zr-DFO-18.2-50C对CLDN18.2阳性肿瘤的靶向显像能力。通过正常ICR小鼠生物分布实验和健康食蟹猴全身PET/CT扫描评价89Zr-DFO-18.2-50C的体内药代动力学特征。经蛋白免疫印迹和免疫组织化学染色验证癌细胞及肿瘤组织中CLDN18.2表达水平。采用两独立样本t检验分析数据。

结果：89Zr-DFO-18.2-50H和89Zr-DFO-18.2-50C的标记率分别为（62.13 ± 4.62）%、（65.77 ± 5.32）%，比活度均大于70 MBq/mg，放射性化学纯度大于90%，在PBS和人血清中37℃保温7 d后放化纯仍大于90%，具有较好的体外稳定性。在细胞摄取阻断实验中，过量的CLDN18.2靶向单抗（18.2-50C）能有效阻断BxPC3CLDN18.2细胞对89Zr-DFO-18.2-50C的摄取（35.03 ± 2.32 % AD vs. 6.48 ± 0.49 % AD在2 h）；BxPC3CLDN18.2细胞对89Zr-DFO-18.2-50C的摄取显著高于阴性细胞BxPC3（45.95 ± 3.84 % AD vs. 0.51 ± 0.26 % AD在4 h），表明探针对CLDN18.2受体的特异性。BxPC3CLDN18.2荷瘤鼠micro-PET/CT显像可见标记物在肿瘤部位明显放射性浓聚，注射89Zr-DFO-18.2-50H后1、12和24 h的肿瘤摄取分别为9.50 ± 0.75 %ID/g、8.60 ± 0.35 %ID/g和3.80 ± 0.27 %ID/g；而89Zr-DFO-18.2-50H在肿瘤部位的摄取随时间逐渐增加，且滞留时间较长，注射后1、12和24h的摄取值分别为3.20 ± 0.33 %ID/g、12.30 ± 0.45 %ID/g和17.4 ± 0.27 %ID/g，在注射后7 d肿瘤摄取达到32.2 ± 0.61 %ID/g，T/NT比值为29.27 ± 2.72，显著高于阴性对照BxPC3荷瘤鼠的肿瘤摄取和靶/非靶比（1.90 ± 0.46 %ID/g，T/NT = 3.64 ± 1.39）。小鼠的生物分布实验和食蟹猴全身PET/CT结果显示89Zr-DFO-18.2-50C在血液清除迅速，主要经肝脏代谢，在胃、肠、胰、肌、骨、脑等组织摄取均较少，且未见明显毒副反应。蛋白免疫印迹和免疫组化结果证明CLDN18.2在BxPC3CLDN18.2细胞中高表达，在BxPC3细胞中几乎不表达。

结论：成功制备了靶向CLDN18.2的抗体分子探针89Zr-DFO-18.2-50H和89Zr-DFO-18.2-50C，其中89Zr-DFO-18.2-50C对CLDN18.2具有良好的亲和力及特异性，有望为CLDN18.2阳性肿瘤的探测提供一种新的高灵敏度、非侵入性方法。

· 新型核素的基础和临床研究 ·

精细化护理在瑞加诺生药物负荷心肌灌注断层显像中降低不良反应的应用

郭静、孙晶晶、吉衡山

中国人民解放军东部战区总医院

目的：探讨精细化护理在瑞加诺生药物负荷心肌灌注断层显像（MPI）中降低不良反应的应用效果。

方法：回顾性分析536例疑似冠心病患者的临床资料，其中男性375例，平均年龄为 48.91 ± 16.25 岁，女性161例，平均年龄 60.44 ± 12.28 岁。所有患者接受瑞加诺生药物负荷MPI检查，并实施精细化护理干预。具体措施包括：① 患者评估与分层管理：根据年龄、合并症、心功能状况制定个体化护理计划；强调瑞加诺生单次注射的便捷性和安全性，以提升依从性。② 检查前宣教：采用通俗易懂的方式，向患者个性化讲解检查目的、流程、药物作用及注意事项，进行情志护理，缓解患者对放射性检查及药物负荷的焦虑和恐惧。③ 用药管理：用药前后全程常规低浓度吸氧、监测心电图、血压及血氧饱和度检测；针对瑞加诺生可能引发的一过性不良反应（如胸闷、心慌、血压下降等），备好急救设备及拮抗药物（如氨茶碱）；提供用药过程中的心理支持；正确指导患者通过饮食调节，以减少肝胆显影的干扰。④ 检查环境管理：控制注射室和检查室的温度、湿度和噪音，提供舒适的体位支持，播放轻柔音乐等。⑤ 延续性护理：提供检查后的健康指导、用药指导和复诊安排等。

结果：瑞加诺生药物负荷后，出现胸闷、气喘、心慌、呼吸困难不良反应的男性患者188例（50.13%），女性患者100例（62.11%），出现腹痛、腹胀、恶心、出汗不良反应的男性患者72例（19.20%），女性患者40例（24.84%），出现味觉异常的男性患者26例（6.93%），女性患者14例（8.70%）。实施精细化护理后，男性患者不良反应症状持续时间小于1分钟者302人（80.53%），1至3分钟者68人（18.13%），大于3分钟者5人（1.33%），女性症状持续时间小于1分钟者118人（73.29%），1至3分钟者35人（21.74%），大于3分钟者8人（4.97%）。患者的检查依从性显著提高，不良反应发生的持续时间明显降低，患者满意度显著提升。

结论：精细化护理通过实施全程风险评估、提供心理支持和规范化操作流程，显著提高了瑞加诺生负荷MPI的安全性及患者耐受性。该方法为冠心病的无创诊断提供了一种高效、安全的临床实践模式，尤其适用于高龄及合并非禁忌症慢性疾病的患者。

CLDN18.2靶向探针 ^{89}Zr -DFO-CRSM24002-1的构建及在胃癌移植瘤模型中的显像研究

王宁、潘耿瑶琪、石怡珍
苏州大学附属第二医院

目的：制备靶向紧密连接蛋白18.2（CLDN18.2）的新型分子探针 ^{89}Zr -DFO-CRSM24002-1，评估该探针在胃癌移植瘤模型中的Micro PET/CT显像效果及体内生物分布特征，探讨其用于CLDN18.2靶向肿瘤显像的可行性。

方法：1、制备 ^{89}Zr -DFO-CRSM24002-1并检测其放射化学纯度，评估其在体外及模拟体内环境下的稳定性。

2、采用Western blot和流式细胞术分析SNU-601和MKN-45胃癌细胞系中CLDN18.2的表达水平。

3、通过不同时间点的细胞摄取和阻断实验验证 ^{89}Zr -DFO-CRSM24002-1对CLDN18.2的体外靶向能力。

4、建立CLDN18.2阳性SNU-601及阴性MKN-45荷瘤小鼠模型，设置SNU-601未阻断组、SNU-601阻断组和MKN-45组三个实验组；于不同时间行 ^{89}Zr -DFO-CRSM24002-1 Micro PET/CT显像，研究其体内生物分布特征以及注射过量未标记抗体的阻断效果。

5、显像结束后取移植瘤组织，检测肿瘤组织中CLDN18.2的表达水平。

结果：1、 ^{89}Zr -DFO-CRSM24002-1制备工艺简便，经PD-10脱盐柱纯化后RCP>99%，在PBS及健康人血清中孵育72 h后RCP仍>93%，展现出良好的稳定性。

2、Western blot和流式细胞术结果表明SNU-601细胞系中CLDN18.2呈高表达，MKN-45细胞系中CLDN18.2表达率低，两者差异显著（ $P<0.001$ ）。

3、CLDN18.2阳性细胞（SNU-601）对探针的摄取率在10 min、30 min、60 min和120 min时均明显高于阴性细胞（MKN-45）（均 $P<0.001$ ），且阳性细胞的高摄取可被过量未标记抗体特异性阻断。

4、成功构建CLDN18.2阳性SNU-601及阴性MKN-45荷瘤小鼠模型。结果显示SNU-601未阻断组小鼠的肿瘤组织呈现明显放射性摄取，且随着时间延长摄取逐渐增高，168 h时肿瘤摄取值达到（ 16.88 ± 2.78 ）%ID/g。而SNU-601阻断组及MKN-45组肿瘤组织显影欠清，在24 h、72 h、120 h和168 h时肿瘤组织摄取值均明显低于SNU-601未阻断组（均 $P<0.001$ ）。在注射探针24 h及之后的各时间点，SNU-601未阻断组的肿瘤/肌肉比值（T/M）及肿瘤/肝脏比值（T/L）均明显高于其他两组，SNU-601未阻断组的T/M值在168 h达到最高值 33.45 ± 4.01 ，展现出优异的靶本比。

5、免疫组织化学结果表明SNU-601肿瘤组织中CLDN18.2呈阳性表达，而MKN-45肿瘤组织中CLDN18.2的表达为阴性。

结论：本研究成功制备了靶向CLDN18.2的新型分子探针 ^{89}Zr -DFO-CRSM24002-1，其制备流程简便，具备较高的放射性化学纯度及优良的稳定性，在体外及体内实验中均展现出对CLDN18.2的良好靶向特异性。基于 ^{89}Zr -DFO-CRSM24002-1的免疫PET显像可以实现体内CLDN18.2表达的无创、定量评估，具有较好的临床应用潜力。

H₂O₂响应的新型肿瘤靶向分子 探针⁶⁸Ga-NOTA-cRGD的合成及应用

陈飞

无锡市人民医院

目的：本研究主要目的是设计、合成肿瘤微环境H₂O₂响应的新型肿瘤靶向分子探针。通过引入1,3-环己二酮基团，能够特异性与肿瘤微环境高H₂O₂条件下形成的次磺酸发生交联反应的特性，构建正电子分子探针⁶⁸Ga-NOTA-cRGD，旨在提高其在肿瘤部位的摄取率并延长滞留时间，进而增强Micro-PET显像效果。

方法：采用⁶⁸Ga对实验组标记前体NOTA-cRGD-2和对照组标记前体NOTA-cRGD-1进行标记，制得探针⁶⁸Ga-NOTA-cRGD-2和⁶⁸Ga-NOTA-cRGD-1。检测两探针放射化学纯度、PBS及血浆中的稳定性、亲水性。进行体外细胞摄取/阻断实验、细胞亲和力实验和细胞毒性实验；体内生物分布实验和Micro-PET显像实验。用计算机感兴趣区（ROI）技术勾划模型鼠的肿瘤边缘，计算肿瘤摄取（%ID/g）、靶与非靶摄取比值（T/NT）。

结果：实验组探针⁶⁸Ga-NOTA-cRGD-2和对照组探针⁶⁸Ga-NOTA-cRGD-1在A549细胞中120 min时摄取值分别为 $8.32 \pm 0.17\%AD$ 和 $5.69 \pm 0.12\%AD$ 。实验组探针在60 min时其肝/肾摄取值分别为 $8.20 \pm 0.18\%ID/g$ 和 $16.58 \pm 0.16\%ID/g$ ，高于对照组的 $6.39 \pm 0.14\%ID/g$ 和 $10.44 \pm 0.17\%ID/g$ 。药代动力学参数显示，实验组探针的半衰期约3.20 h，较对照组（2.39 h）显著增加，有效延长了显像时间窗口。证实其结构引入的1,3-环己二酮可增强与整合素受体的特异性结合。病理组织H&E染色分析证实探针未对组织产生毒性作用，证实了其生物安全性。Micro-PET显像表明，与对照探针相比实验组探针在肿瘤部位展现出更高的摄取（120 min: $3.70 \pm 0.13\%ID/g$ vs $1.47 \pm 0.11\%ID/g$ ），阻断实验表明，过量的cRGD可以特异性降低肿瘤对探针的摄取。

结论：本研究成功构建了H₂O₂响应的新型分子探针⁶⁸Ga-NOTA-cRGD-2，具有合成简便，标记效率高及良好的生物相容性等优点。体内外实验证实，探针通过合理设计引入1,3-环己二酮基团，基于肿瘤微环境中高浓度H₂O₂与次磺酸发生交联反应，显著提升了其在肿瘤部位的摄取值并延长了滞留时间，提高了Micro-PET的显像效果。本研究为克服传统示踪剂靶向性不足提供了新策略，为肿瘤的早期诊断与精准治疗研究提供了新思路。

基于靶向趋化因子受体4与脱氧葡萄糖PET/CT显像的 多发骨髓瘤活性病灶探测效能对比研究

李骏鹏、葛书山、邓胜明、章斌

苏州大学附属第一医院

目的：对比靶向趋化因子受体4（Chemokine Receptor 4, CXCR4）的⁶⁸Ga-Pentixafor与¹⁸F-FDG PET/

CT检查用于评估多发骨髓瘤（Multiple Myeloma, MM）病灶活性的诊断效能差异。

方法：回顾性分析在我科行PET/CT检查的37例骨髓瘤患者，包括18例初诊患者及19例治疗后患者。37例患者均进行了⁶⁸Ga-Pentixafor PET/CT检查，其中25例患者还进行了¹⁸F-FDG PET/CT检查。⁶⁸Ga-Pentixafor注射剂量为4~5 mCi，显像前无特殊准备，¹⁸F-FDG注射剂量为0.1~0.12 mCi/kg，显像前禁食至少4 h，图像采集于探针注射后1 h进行。PET/CT检查后1周内，所有患者均通过活检或实验室检查确认是否存在活性肿瘤组织。PET图像阳性判定标准为：局灶病变及髓外病变：摄取>1.5倍邻近组织，直径>5 mm；骨髓弥漫增高：骨髓摄取>2倍肝血池。病灶数量按照颅骨、椎骨、骨盆、肋骨、胸骨、上肢骨、下肢骨、肩胛骨、锁骨及髓外分别记录，病灶数低于20时准确记录，超过20时记录为20个。

结果：37例患者年龄介于37~88岁，平均年龄60.1岁，男性23名，女性14名。⁶⁸Ga-Pentixafor PET/CT对存在活性病灶患者诊断的灵敏度为94.1%，特异度为90%，准确度为91.9%。¹⁸F-FDG PET/CT对存在活性病灶患者诊断的灵敏度为71.4%，特异度为83.3%，准确度为76.9%。⁶⁸Ga-Pentixafor PET/CT共检测出超过457处局灶病变，包括颅骨51，椎骨79，骨盆55，肋骨76，胸骨29，上肢骨22，下肢骨56，肩胛骨27，锁骨14，髓外48；另有4例患者表现为骨髓弥漫增高，其中3例确认有活性肿瘤组织存在，1例未见活性肿瘤组织，考虑为骨髓刺激药物治疗后改变。¹⁸F-FDG PET/CT共检测出超过203处局灶病变，包括颅骨15，椎骨60，骨盆22，肋骨37，胸骨20，上肢骨5，下肢骨11，肩胛骨8，锁骨7，髓外18；另有2例患者表现为骨髓弥漫增高，其中1例确认有活性肿瘤组织存在，1例未见活性肿瘤组织，考虑为骨髓刺激药物治疗后改变。在同时进行⁶⁸Ga-Pentixafor及¹⁸F-FDG PET/CT检查的且证实有活性肿瘤存在的13名患者中，⁶⁸Ga-Pentixafor对6例颅骨、6例骨盆、5例脊柱、4例肋骨、3例胸骨、4例上肢骨、4例下肢骨、3例肩胛骨、2例锁骨、5例髓外病灶的检测能力优于¹⁸F-FDG，对2例骨盆、2例脊柱、4例肋骨、4例胸骨、3例上肢骨、4例下肢骨、1例肩胛骨、2例锁骨、3例髓外病灶的检查能力与¹⁸F-FDG相当，仅对1例患者椎骨病灶的检查能力不如¹⁸F-FDG。活性MM病灶的⁶⁸Ga-Pentixafor SUV_{max}显著高于¹⁸F-FDG（ 26.7 ± 30.2 vs. 4.8 ± 3.3 , $p < 0.001$ ），病灶的⁶⁸Ga-Pentixafor肿瘤与纵隔（ 12.2 ± 13.6 vs. 2.3 ± 1.8 , $p < 0.001$ ）及肿瘤与肝（ 16.0 ± 19.9 vs. 1.7 ± 1.2 , $p < 0.001$ ）血池比值也显著高于FDG。

结论：靶向CXCR4 PET/CT显像对MM活性病灶，尤其对颅骨病灶，的探测效能显著优于¹⁸F-FDG PET/CT显像。

68Ga-NYM032 I 期临床试验— 在健康人体的安全性和辐射剂量学研究

侯露

江南大学附属医院

目的：本单位前期报道了一种新型靶向PSMA的配体NYM032，成功使用⁶⁸Ga/¹⁷⁷Lu进行标记并完成了临床前评估。为了推动该药物的进一步临床转化，本单位开展了⁶⁸Ga-NYM032在健康人体内的 I 期临床研究，旨在评估该药物在人体内的安全性，并进行药代动力学和辐射剂量学测定。

方法：招募健康成年男性，按入组顺序给予低（ $2\text{mCi} \pm 20\%$ ）、中（ $4\text{mCi} \pm 20\%$ ）、高（ $7\text{mCi} \pm 20\%$ ）剂量的⁶⁸Ga-NYM032，注射药物后20~30min，1h，2h，3~4h行全身PET/CT扫描，使用Likert五分法对图像质量进行打分；使用PMOD和Olinda软件对各器官进行放射性计数分析和辐射剂量学计算。收集给药前后的血液样本和给药后的尿液样本，通过LC-MS和伽马计数器检测血液和尿液中的原

型药和放射性代谢产物。对所有受试者检查前后进行生命体征检查、体格检查、实验室检查，给药后2-5天为安全性随访期，试验全程根据不良事件评分系统（CTCAE v5.0版）记录不良事件。

结果：本研究共招募了9名志愿者，每个剂量组3名，平均年龄为 28.9 ± 4.8 岁。所有受试者未观察到与药物有关的不良事件。药物注射到体内迅速分布于肾脏、唾液腺、泪腺、肝脏及脾脏，然后逐渐洗脱，各剂量组药物在血液中的达峰时间均5min，随着注射剂量的增高，血液中放射性药物的浓度升高，药物在体内暴露量增高，药物几乎不与血浆蛋白结合，主要通过尿液排泄。放射性药物的平均有效剂量为 0.018 ± 0.023 mSv/MBq，吸收剂量最高的器官是肾脏（0.175mGy/MBq），其次是膀胱壁（0.096mGy/MBq）、唾液腺（0.076mGy/MBq）、肝脏（0.063mGy/MBq）和脾脏（0.057mGy/MBq）。3个剂量组在注射药物后2h内的图像均具有较好的诊断价值。

结论： ^{68}Ga -NYM032的辐射剂量在安全可控的范围内，且肾脏的吸收剂量低于 ^{68}Ga -PSMA-11，注射后2h内的图像具有较好的诊断价值，可进一步推进至前列腺癌患者的临床显像研究中。

新型核素分子探针 ^{68}Ga -JNU-02 在趋化因子受体4阳性肿瘤中的成像研究

沈巧灵、贺慧慧、郁春景
江南大学附属医院

实验目的：趋化因子受体4（CXCR4）在许多肿瘤细胞表面高表达，是一种很有前景的肿瘤诊断和治疗的靶点。本实验旨在设计合成一种靶向CXCR4的新型PET分子探针，对其进行生物学评价以及成像研究，并与目前临床应用的PET分子探针 ^{68}Ga -Pentixafor成像效果进行比较。

实验方法：我们设计合成了一种靶向CXCR4的新型分子探针 ^{68}Ga -JNU-02，其前体结构为Cyclo[Phe-Tyr-Lys(iPr)-DArg-2Nal-Gly-DGlu]-Lys(iPr)-Lys(NOTA-Gly-His-Glu-Gly)-NH₂，通过NOTA与放射性核素 ^{68}Ga 螯合。通过放射性HPLC分析 ^{68}Ga -JNU-02的标记纯度及体内外稳定性。通过血浆药代动力学研究探索 ^{68}Ga -JNU-02的半衰期。通过伽马计数器测定 ^{68}Ga -JNU-02在正辛醇及纯水两相中的分布并计算Log(P)值，判断其亲疏水性。此外，我们还评估了 ^{68}Ga -JNU-02的体内外生物安全性。通过对人急性淋巴细胞白血病（RS4;11）细胞进行了摄取和阻断实验，并对RS4;11荷瘤小鼠进行了 ^{68}Ga -JNU-02 Micro-PET/CT成像及阻断靶点后成像，验证 ^{68}Ga -JNU-02肿瘤靶向性及观察探针在小鼠体内的生物分布代谢情况。我们还招募了原发性醛固酮增多症患者进行 ^{68}Ga -JNU-02及 ^{68}Ga -Pentixafor PET/CT成像，探索 ^{68}Ga -JNU-02对醛固酮瘤的成像效果。

实验结果：放射性HPLC显示 ^{68}Ga -JNU-02具有良好的放射化学纯度、体内外稳定性；血浆药代动力学实验结果显示 $T_{1/2\alpha} = 0.01$ h， $T_{1/2\beta} = 0.50$ h； $\log P = -3.01 \pm 0.18$ ，表现出较强的亲水性； ^{68}Ga -JNU-02在细胞及动物实验中均表现出良好的生物安全性。对CXCR4表达阳性的RS4;11细胞进行摄取和阻断实验，阻断后细胞对 ^{68}Ga -JNU-02的摄取明显减低；之后，对RS4;11荷瘤小鼠进行了 ^{68}Ga -JNU-02 PET/CT成像以及靶点阻断后成像，阻断前肿瘤明显摄取，阻断后肿瘤未见摄取，表明 ^{68}Ga -JNU-02对CXCR4表达阳性的急性B淋巴细胞白血病具有良好的靶向性及成像效果。原发性醛固酮增多症患者的 ^{68}Ga -JNU-02及 ^{68}Ga -Pentixafor PET/CT成像结果表明， ^{68}Ga -JNU-02对醛固酮瘤的识别有着较高的灵敏度及精确度。

实验结论： ^{68}Ga -JNU-02具有良好的放射化学性能、体内外稳定性以及生物安全性，有望用于检测

CXCR4表达阳性的肿瘤以及对其进行治疗评估。

99mTc-FAPI SPECT-CT显像 在孤立性肺结节诊断中的临床应用

傅宁、鹿峰、孙寒、鹿存芝
徐州市中心医院

目的：探讨99mTc标记的成纤维细胞活化蛋白抑制剂（99mTc-FAPI）SPECT-CT显像在孤立性肺结节（solitary pulmonary nodule, SPN）诊断中的应用价值。本研究通过对比分析99mTc-FAPI SPECT-CT显像与病理结果，评估该显像方法的诊断效能。2. 研究

方法：本研究纳入23例SPN患者，所有患者均接受99mTc-FAPI SPECT-CT显像检查。显像剂通过静脉注射后1小时和3小时分别进行SPECT-CT扫描，观察结节的放射性摄取情况，并以病理结果为金标准进行对比分析。3. 研究

结果：23例患者的99mTc-FAPI显像共检出23个肺部结节，包括3个磨玻璃结节、2个混合密度结节及18个实性结节。其中，21个结节表现为99mTc-FAPI摄取阳性，2个为阴性。病理结果显示，真阳性19例（腺癌16例，占84.2%；鳞癌3例，占15.8%），假阳性2例（1例为慢性炎症伴支气管扩张，1例为慢性炎症伴纤维增生），真阴性1例（错构瘤），假阴性1例（微小浸润性腺癌，直径1.1cm）。99mTc-FAPI显像的诊断特异性为33.3%，敏感性为95.0%，准确率为87.0%。4.

结论：孤立性肺结节（SPN）是临床常见的影像学表现，其病因多样，包括良性病变（如炎性假瘤、错构瘤、结核球等）和恶性病变（如肺癌、转移瘤等）。早期准确鉴别SPN的良恶性对临床治疗决策至关重要。目前，CT引导下穿刺活检和PET-CT是常用的诊断手段，但前者具有侵入性，后者因依赖葡萄糖代谢而存在假阳性和假阴性的问题。近年来，靶向成纤维细胞活化蛋白（FAP）的分子影像技术逐渐成为研究热点。FAP在多种恶性肿瘤的间质成纤维细胞中高表达，而在正常组织中几乎不表达，因此可作为肿瘤诊断的特异性靶点。99mTc-FAPI显像的优势在于其高敏感性，尤其对腺癌和鳞癌的检出率较高。然而，慢性炎症和纤维增生性病变中活化的成纤维细胞也可能表达FAP，导致假阳性。未来研究可通过优化显像时间或联合其他影像学方法（如动态显像或双探针显像）以提高特异性。成纤维细胞活化蛋白 α （FAP α ）在90%以上的恶性实体肿瘤中高表达，99mTc-FAPI显像作为一种新型分子探针技术，通过反映肿瘤相关成纤维细胞的活性，在孤立性肺结节的诊断中表现出较高的敏感性和准确率。然而，需注意炎症或纤维增生性病变可能导致假阳性结果。

SPECT/CT FAPI显像诊断骨巨细胞瘤1例

孙寒、鹿存芝
徐州市中心医院

患者男性，48岁。主诉：胸前区疼痛2月余。现病史：患者2月余前拉重物后出现胸前区疼痛。于外院就诊，予以对症治疗后疼痛感未完全消失。现患者为进一步诊治，入院治疗。患者神志清，精神

可,无发热,无胸闷憋喘,无活动受限,饮食可,大小便正常,近期体重无明显变化。既往史:高血压病史,否认传染病史、肿瘤史、冠心病及糖尿病史。否认有肝炎 结核病史。否认手术外伤史。无疫区居住史。无输血史。个人史:吸烟:10支/日10年。婚育史:适龄结婚,配偶及子女体健。家族史:否认家族性遗传病史。专科检查:胸廓对称,胸骨中上段局部膨隆,无男性乳腺发育。胸骨压痛阴性。实验室检查:r-谷氨酰转移酶(GGT):86.0U/L,甘油三酯(TG):3.99mmol/L,高密度脂蛋白(HDL-C):0.90mmol/L,二氧化碳总量(TCO₂):31.0mmol/L。追查病史,患者202301我院门诊就诊时行肺部CT检查(2年前)。穿刺活检:(胸骨)活检考虑含有巨细胞的骨肿瘤,骨巨细胞瘤不能排除。请结合临床及影像学检查。术后病理:骨巨细胞瘤。

讨论:骨巨细胞瘤是一种常见的原发性骨肿瘤,约占5%,常发生在骨骺闭合后的青年人,好发年龄20~40岁,好发部位为四肢长骨骨端,股骨远端或胫骨近端较常见,发生于胸骨的骨巨细胞瘤比较罕见。骨巨细胞瘤具有一定的侵袭性,术后复发率较高,约1%~9%病例可发生远处转移,比如肺转移,约2.4%可发生恶变,恶性骨巨细胞瘤病死率可达42%~70%,预后较差。2013年世界卫生组织对骨肿瘤进行重新分类,将骨巨细胞瘤(giant cell tumor of bone, GCTB)分为普通GCTB和恶性GCTB,恶性占1%~2%。病理学特点:GCTB起源于非成骨性间叶组织,主要由大量多核巨细胞、单核细胞和基质细胞组成,多数病变含有丰富的新生血管,血运丰富,质软而脆性大,因而容易出现出血、囊变,病变生长活跃。影像学表现:膨胀性溶骨性病变,常为偏心性,边缘清,一般无硬化边、无骨膜反应,病灶内无钙化,有时可见骨嵴分隔,呈皂泡样改变,骨质变薄,骨皮质破坏程度不一,重的可见筛孔状、虫蚀状骨质破坏。鉴别诊断:发生于胸骨的肿瘤样病变比较少见,约占全部骨肿瘤的1%左右,恶性居多,转移瘤比较多见,原发性恶性肿瘤以骨髓瘤、软骨性来源肿瘤较常见。本病例特点:CT:胸骨膨胀性溶骨性骨质破坏,骨皮质变薄、不连续,局部呈虫蚀状改变,病灶中心性生长,病灶内未见明显出血囊变区,未见骨嵴、骨性分割,无分房状结构,未见钙化,周围未见硬化边、骨膜反应;FAPI显像表现为胸骨明显弥漫性放射性浓聚,病灶内放射性分布比较均匀,无局灶性稀疏/缺损区,病变范围累及胸骨体中上部,上缘及胸骨体上缘,未突破胸骨体上缘骨面,未发现远处转移灶;本例患者发病部位罕见,影像学表现不典型,诊断上有一定的难度,但SPECT/CT FAPI显像放射性摄取明显,边缘清晰,对评价患者病变范围,病变内部特征,骨皮质破坏严重程度,单发/多发灶鉴别,有无远处转移、临近关节受累情况有一定的帮助,对手术范围的选择,术后复发病灶的早期发现可能有一定的作用。

· 核素靶向诊疗一体化研究 ·

PET/CT引导 vs CT引导骨活检的临床价值比较

张乐乐
南京市第一医院

目的：探讨18F-FDG PET/CT引导下骨病灶穿刺活检与常规CT引导活检在临床诊断中的价值差异，重点分析二者在穿刺定位精度、阳性率、病理诊断符合率及并发症发生率等方面的临床优势，为复杂或难辨骨病灶的靶点选择提供更精准的指导依据。

方法：本研究为单中心回顾性研究，纳入我院2018年11月至2024年12月期间接受骨病灶穿刺活检的56例患者。根据穿刺引导方式的不同，将患者分为PET/CT引导组（32例）与CT引导组（24例）。所有患者均完成术前基础影像学评估，其中PET/CT组患者行18F-FDG PET/CT检查，获取代谢参数包括最大标准摄取值（SUV_{max}）、平均标准摄取值（SUV_{mean}）、峰值标准摄取值（SUV_{peak}）及代谢肿瘤体积（MTV）。记录并比较两组患者的一般资料（年龄、性别）、穿刺部位、穿刺成功率、病理诊断结果及术后并发症情况。

以术后病理结果作为金标准，分别比较两组在穿刺阳性率（即穿刺获取组织诊断阳性结果的比例）、恶性病灶检出率（确诊为恶性肿瘤者所占比例）、穿刺定位成功率（一次性精准穿刺至靶点）及并发症发生率等方面的差异。进一步采用ROC（受试者工作特征）曲线分析18F-FDG PET/CT代谢参数对恶性骨病灶的诊断效能，计算各参数的AUC（曲线下面积）及其95%置信区间，并评估其临床判别价值。

结果：本研究共纳入有效病例56例，其中PET/CT引导组32例，CT引导组24例。两组在一般资料（年龄、性别）分布方面无显著差异，具有可比性。PET/CT引导组的穿刺阳性率为84.4%（27/32），显著高于CT引导组的62.5%（15/24），差异具有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。恶性病灶的检出率方面，PET/CT组为75.0%（24/32），亦显著高于CT组的50.0%（12/24）（ $P < 0.05$ ），提示PET/CT引导技术在识别恶性病灶方面更具优势。穿刺定位成功率方面，PET/CT引导组表现更为优越，穿刺失败或误穿发生率显著低于CT引导组，且未发生严重并发症。

在代谢参数诊断价值分析中，ROC曲线结果显示SUV_{max}对恶性骨病灶的诊断AUC为0.812（95% CI: 0.715 - 0.909），SUV_{peak}和SUV_{mean}的AUC分别为0.795和0.763，MTV的AUC为0.779（95% CI: 0.672 - 0.873）。将多参数联合建模后，组合模型AUC进一步提升至0.853，诊断效能显著优于任一单独参数，表明联合代谢指标可提高对恶性病灶的判别能力，具有较高临床应用价值。

结论：相较于传统CT引导，18F-FDG PET/CT引导下骨病灶穿刺活检在定位精度、穿刺阳性率及恶性病灶检出率等方面表现出显著优势，尤其适用于形态不典型、位置深部或边界模糊的疑难骨病灶。PET/CT提供的代谢信息可有效辅助靶点选择，显著提升病理诊断准确性和操作安全性，是优化骨病灶精准诊断路径的重要手段，值得在临床实践中推广应用。

68Ga/177Lu标记的DOTA-IP-PSMA靶向放射性小分子药物的构建、表征及生物学性质研究

徐宇^{1,2}、李文晋^{1,2}、郁春景¹

1. 江南大学附属医院; 2. 江南大学无锡医学院

目的: 前列腺癌特异性膜抗原 (prostate-specific membrane antigen, PSMA) 是前列腺癌 (prostate cancer, PCa) 特异表达的跨膜糖蛋白, PSMA 结合示踪剂已被证明是前列腺肿瘤特异性靶向诊断和治疗有前途的药物。本研究旨在开发新型靶向 PSMA 的放射性药物 68Ga/177Lu-DOTA-IP-PSMA, 为 PCa 的精准诊疗提供更多可能的选择。

方法: 设计合成前体物质DOTA-IP-PSMA。采用液相色谱-质谱法 (Liquid chromatography-mass spectrometry, LC-MS) 和高效液相色谱法 (high performance liquid chromatography, HPLC) 对 PSMA 配体的分子量和纯度进行测定。化合物用 68Ga 和 177Lu 标记, 得到目标放射性药物, 通过放射性高效液相色谱法验证放射性药物的放化学纯度及放化产率, 并验证放射性药物在体外的稳定性。通过 γ -counter 测定放射性药物脂水分配系数, 分析放射性药物的亲水性能。用 PSMA 阳性细胞系 LNCaP 细胞和 PSMA 阴性细胞系 PC-3 细胞进行体外细胞摄取和阻断实验, 初步验证放射性药物的靶向性和特异性。通过测定体外稳定性、体内药代动力学、体内生物相容性和体内生物分布验证放射性药物的代谢情况及安全性。LNCaP 荷瘤小鼠进行正电子发射断层显像/ X线计算机断层成像仪 (PET/CT) 以及单光子发射断层显像/ X线计算机断层显像仪 (SPECT/CT) 成像, 进一步验证放射性药物在体内对 PSMA 的特异性及靶向性。对 LNCaP 荷瘤小鼠进行 177Lu-DOTA-IP-PSMA 治疗监测, 初步验证治疗性能。将患者 PCa 病理组织切片通过放射自显影实验与病理免疫组化和病理组织染色结果进行对照, 以评估放射性药物与人体 PCa 病理组织的靶向性结合。

结果: DOTA-IP-PSMA 分子量为1428.39, 纯度 $\geq 98\%$ 。68Ga/177Lu-DOTA-IP-PSMA 合成条件简单, 产物纯度 $>96\%$ 。68Ga-DOTA-IP-PSMA 的log P为 -1.44 ± 0.11 , 177Lu-DOTA-IP-PSMA的log P为 -1.41 ± 0.04 , 都是亲水性的分子, 且测得在 PBS 和 FBS 68Ga-DOTA-IP-PSMA 2 h 和177Lu-DOTA-IP-PSMA 72 h 都具有好的稳定性。DOTA-IP-PSMA ($KD=2.41nM$) 对 PSMA 具有高结合亲和力。68Ga-DOTA-IP-PSMA 具有良好的生物相容性, 68Ga-DOTA-IP-PSMA 的血液药物代谢动力学实验测得 $t_{1/2\alpha}$ 为 0.11 h, $t_{1/2\beta}$ 为10.12 h, 放射性探针可以在进入体内后迅速分布至靶向器官, 并在体内有较长的滞留时间。177Lu-DOTA-IP-PSMA 测得 $T_{1/2\alpha}$ 为0.15 h和 $T_{1/2\beta}$ 为18.98 h, 血液清除速度缓慢, 是适合作为治疗型放射性药物。68Ga/177Lu-DOTA-IP-PSMA 在 LNCaP 荷瘤小鼠 PET/CT以及 SPECT/CT 成像, 可见在肿瘤部位有丰富的放射性聚集, 177Lu-DOTA-IP-PSMA 在肿瘤部位的滞留时间 >72 h, 经 DOTA-IP-PSMA 封闭后阻断肿瘤部位的放射性摄取, 68Ga/177Lu-DOTA-IP-PSMA 能够在动物体内特异性靶向 PSMA 阳性LNCaP 肿瘤。177Lu-DOTA-IP-PSIA 在低放射性剂量 (148MBq/小鼠) 下 PSMA 表达阳性的模型中也显示出一定的治疗效果。在人体 PCa 病理组织标本的放射自显影68Ga-DOTA-IP-PSMA 放射性高富集区与免疫组织化学显示的 PSMA 高表达区一致, 初步验证了 68Ga-DOTA-IP-PSMA 靶向人体 PSMA 阳性 PCa 的能力。

结论: 高化学纯度前体 DOTA-IP-PSMA, 通过简单的标记过程合成放射性药物68Ga/177Lu-DOTA-IP-PSMA, 合成方法简单, 产物放化产率高、放化纯度高、亲水性高, 具有良好体外稳定性和极佳的生

物相容性等优点，在体内外均对 PSMA 具有较高的特异性、选择性和灵敏度。 $^{68}\text{Ga}/^{177}\text{Lu}$ -DOTA-IP-PSMA 体内特异性靶向 PSMA 阳性的 PCa，并有较长的滞留时间，在低剂量下具有一定的治疗疗效，具有作为表达 PSMA 的 PCa 诊疗一体化放射性药物的潜力。人体 PCa 病理切片实验也进一步证明 ^{68}Ga -DOTA-IP-PSMA 对 PSMA 阳性的人体 PCa 组织具有相对的靶向性，具有一定的临床转化价值。

基于 ^{68}Ga -PSMA-11 PET的 人工智能肿瘤负荷体积评估预测 ^{177}Lu -PSMA 治疗转移性去势抵抗性前列腺癌的生存率

孟庆乐
南京市第一医院

目的：探讨基于AI的前列腺特异性膜抗原（PSMA）PET/CT肿瘤负荷量化指标，对于接受 ^{177}Lu -PSMA治疗的转移性去势抵抗性前列腺癌（mCRPC）患者生存预后的意义。

方法：本研究回顾性纳入了2019年1月至2023年12月期间在我院连续接受 ^{177}Lu -PSMA治疗的107例mCRPC患者。使用深度学习算法在基线 ^{68}Ga -PSMA-11 PET/CT图像上自动分割PSMA阳性病灶。基于分割的病灶计算了以下指标：总肿瘤体积（PSMATV）、总肿瘤负荷（PSMATU = PSMATV $\times$ SUVmean）和总肿瘤商（PSMATQ = PSMATV / SUVmean）。采用Kaplan-Meier法评估总生存期（OS）。基于LASSO惩罚的Cox回归分析进行变量筛选，并构建了预后列线图（nomogram）。

结果：所有患者治疗周期中位数为3个周期的 ^{177}Lu -PSMA治疗（范围：1-6周期）。中位随访时间为19.4个月，中位OS为15.0个月。单因素分析显示，PSMATV (HR 1.26, 95% CI 1.08-1.46, $P=0.003$)、PSMATU (HR 1.18, 95% CI 1.03-1.34, $P=0.016$) 和 PSMATQ (HR 1.29, 95% CI 1.10-1.52, $P=0.002$) 均与OS显著相关。整合了PSMATQ、化疗史、血红蛋白、碱性磷酸酶和前列腺特异性抗原（PSA）的预后列线图，其Bootstrap校正后的C指数为0.71（95% CI 0.64-0.78）。校准曲线显示在12个月和18个月时，模型预测的生存概率与实际观察到的生存概率具有良好的一致性。使用该列线图进行风险分层显示，低风险组与高风险组的中位OS存在显著差异（中位OS 30.9个月 vs 7.9个月；HR 0.25, 95% CI 0.13-0.45, $P<0.001$ ）。

结论：基于AI的PSMA PET肿瘤负荷体积分析，对于接受 ^{177}Lu -PSMA治疗的mCRPC患者的生存具有显著的预后意义。

基于TROP2抗体诊疗一体化分子探针的构建 及初步生物学评价

彭莹、刘清竹、李珂、吕高超、邱玲、林建国
江苏省原子医学研究所

目的：跨膜糖蛋白滋养细胞表面抗原2（trophoblast surface antigen 2, TROP2）在大多数上皮来源的

恶性肿瘤中异常高表达，是一种十分有潜力的泛癌靶点，其在肿瘤精准诊疗领域的应用价值备受瞩目。¹³¹I兼具 γ 射线（用于影像诊断）和 β 射线（用于靶向治疗）双重特性，天然适合开发诊疗一体化药物。本研究基于TROP2抗体Datopotamab开发了一种放射性分子探针¹³¹I-I-Dato，并对其TROP2靶向性能和诊疗潜力进行了初步评估。

方法：采用Iodogen法制备探针¹³¹I-I-Dato，用放射性HPLC测定其放化纯，计算比活度；将¹³¹I-I-Dato与9倍体积的PBS或小鼠血清于37℃孵育不同时间，然后用放射性HPLC测定其放化纯以评估体外稳定性；利用6种乳腺癌细胞系和6种肺癌细胞系，进行TROP2表达水平检测，并进行¹³¹I-I-Dato的细胞摄取实验；构建MDA-MB-231荷瘤鼠模型，通过尾静脉注射¹³¹I-I-Dato，进行SPECT/CT显像；测量肿瘤大小和小鼠体重，评估治疗效果。

结果：成功合成¹³¹I-I-Dato，其未经纯化时的放化纯达99%以上，比活度为53.81 MBq/nmol；¹³¹I-I-Dato与PBS孵育1 d内放化纯保持在94.81%以上，3 d后降至83.69%，¹³¹I-I-Dato与小鼠血清孵育1 d内放化纯保持在91.95%以上，3 d后降至87.67%，5 d后仍有83.42%；¹³¹I-I-Dato在12种肿瘤细胞系中的摄取情况与TROP2表达水平呈正相关，摄取最高的6个细胞株分别为：MDA-MB-453、SK-Br-3、MCF-7、MDA-MB-468、NCI-H2444和MDA-MB-231，其摄取值分别为摄取最低的A549细胞的106、90、72、49、26和20倍；SPECT/CT成像结果显示，¹³¹I-I-Dato在MDA-MB-231荷瘤鼠肿瘤部位有明显聚集，注射后2天肿瘤摄取逐渐升高至 9.55 ± 0.41 %ID/mL，并一直持续至注射后10天（ 9.34 ± 0.46 %ID/mL），肿瘤-肌肉摄取比随时间逐渐升高，注射后2天和10天分别为 6.81 ± 0.29 和 26.78 ± 0.29 ；通过最大密度投影（MIP）图像观察，在注射后第4天，肿瘤组织对探针的摄取量为全身各部位中最高，注射后6-10天则几乎只有肿瘤摄取；初步治疗数据显示，6.8 MBq的¹³¹I-I-Dato即可显著抑制MDA-MB-231荷瘤鼠的肿瘤生长，且未对小鼠体重及整体状态产生明显影响。

结论：本研究成功制备了一种具有诊断和治疗双重功能的探针¹³¹I-I-Dato，该探针标记简便、放化纯高、稳定性好，具有优异的TROP2靶向特异性和指示TROP2表达水平的能力，在SPECT/CT显像中呈现出高成像对比度与持久的肿瘤滞留，并展现出显著的肿瘤治疗潜力，有望被开发为TROP2靶向诊疗一体化药物，值得进一步的深入研究。

基于PSMA和NTSR1的双靶点分子探针构建 及其对前列腺癌诊疗作用研究

谢俊、彭莹、邱玲、林建国
江苏省原子医学研究所

目的：前列腺癌是男性泌尿系统中最常见的恶性肿瘤之一，前列腺特异性膜抗原（PSMA）与神经降压素受体1（NTSR1）作为前列腺癌中具有互补表达特征的分子标志物，其双重靶向策略可有效应对肿瘤异质性所带来的诊疗挑战。本研究旨在开发一种可同时靶向PSMA和NTSR1的放射性分子探针，通过分子影像手段实现对前列腺癌的精准识别与诊断，并为诊疗一体化提供新策略与技术支持。

方法：通过固相多肽合成法构建探针前体PSMA-HDIM，并进行⁶⁸Ga和¹⁷⁷Lu的放射性标记，获得分子探针⁶⁸Ga-⁶⁸Ga-PSMA-HDIM和¹⁷⁷Lu-¹⁷⁷Lu-PSMA-HDIM。系统评价探针理化特性，包括比活度、放化纯、稳定性和脂水分配系数。通过细胞饱和结合实验分析探针对PSMA与NTSR1靶点的亲和力。利用LNCaP（PSMA⁺/NTSR1⁻）、22Rv1（PSMA⁺/NTSR1⁻）和PC-3（PSMA⁻/NTSR1⁺）细胞进行摄取与内化实

验。以LNCaP、22Rv1和PC-3荷瘤小鼠为模型开展小动物PET成像与生物分布实验。通过SPECT/CT成像观察 ^{177}Lu]Lu-PSMA-HDIM的体内分布特征。

结果：经质谱确认成功制备PSMA-HDIM，纯度大于98%，成功合成 ^{68}Ga]Ga-PSMA-HDIM和 ^{177}Lu]Lu-PSMA-HDIM，纯度均大于98%，其比活度分别为26.67和37.19 GBq/ μmol ，脂水分配系数分别为-1.71和-1.63。探针在不同介质（PBS、小鼠血清、人血清）中的放化纯均稳定维持在95%以上。 ^{68}Ga]Ga-PSMA-HDIM对PSMA和NTSR1具有较高的结合亲和力，在LNCaP和PC3细胞中的Kd值分别为14.69 nM和31.92 nM。探针均在LNCaP细胞中摄取最高，22Rv1次之，PC-3最低，但在三种细胞中的内化率相当。动物实验数据表明，注射3 h后， ^{68}Ga]Ga-PSMA-HDIM在LNCaP与22Rv1肿瘤中仍保持较高摄取水平（ 8.73 ± 0.09 和 6.05 ± 0.29 %ID/mL），表现出优异的肿瘤靶向性和滞留能力，并可实现对PSMA低表达的PC-3肿瘤成像。SPECT/CT成像显示， ^{177}Lu]Lu-PSMA-HDIM可快速定位LNCaP荷瘤小鼠的肿瘤区域，注射后1 h内肿瘤组织即出现明显放射性富集，8 h时肿瘤摄取达到峰值 10.61 ± 1.93 %ID/mL，进一步验证了其良好的肿瘤靶向和滞留性能。

结论：本研究开发的PSMA/NTSR1双靶向分子探针在前列腺癌诊疗中展现出显著的协同优势，有望提升对异质性肿瘤的识别能力与治疗精度，具备良好的临床应用前景。

177Lu-PSMA放射性配体靶向 治疗高危转移性激素敏感前列腺癌的新辅助应用研究

张川、张乐乐、宋结平、倪玉丹、王峰
南京市第一医院

目的：前列腺癌是全球男性第二常见的恶性肿瘤，近年来发病率持续上升。以前列腺特异性膜抗原（PSMA）为靶点的放射性配体靶向治疗（RLT）在前列腺癌患者中逐渐得到广泛的应用，临床疗效显著，已被证明能延长前列腺癌患者的生存期，优于当前的标准治疗。然而迄今为止，大多数研究都集中在转移性去势抵抗性前列腺癌（mCRPC）。本研究旨在探讨 ^{177}Lu -PSMA在高风险转移性激素敏感前列腺癌（mHSPC）患者术前作为新辅助治疗的潜在应用。

方法：本研究纳入3名前腺癌患者，均经过前列腺穿刺证实为前列腺腺癌，Gleason评分均为5+5=10，部分患者同时存在TP53基因缺失及BRCA1/BRCA2突变，3名患者均被诊断为高风险mHSPC。该研究已获得南京医科大学伦理委员会的批准，并在clinicaltrials.gov注册（项目编号：NCT04188587）。所有患者在入组前均被告知了可能的风险，并签署了知情同意书。所有3例患者均接受了3个周期的 ^{177}Lu -PSMA-I&T放射性配体靶向治疗，每次治疗间隔6-8周，并且至少随访了六个月。并使用常规影像方法及 ^{68}Ga -PSMA PET/CT扫描评估了他们对治疗的反应。在PSMA放射性配体靶向治疗（PRLT）之前和之后随访转移性病变的放射性和大小，根据RECIST标准评估肿瘤治疗反应，同时监测PSA水平和其他相关血液学检查。所有患者在治疗完成后均接受根治性前列腺癌切除术。

结果：所有3名前腺癌患者在接受3个周期 ^{177}Lu -PSMA-I&T放射性配体靶向治疗后，血清PSA水平均显著下降，碱性磷酸酶也观察到明显下降。治疗后6至8周进行的 ^{68}Ga -PSMA PET/CT扫描显示，与基线扫描相比，肿瘤转移病灶的大小和标准化摄取值（SUV）均有显著减少，2名存在软组织转移灶的患者病灶明显缩小（一例完全缓解，另一例部分缓解）。此外，所有患者在整体治疗过程中均未诉明显不适，白细胞、血红蛋白、血小板水平保持稳定，未出现明显2级以上的不良事件，也未观察到明显骨髓

抑制或肝肾功能下降的迹象。

结论：所有3名前腺癌患者在接受放射性配体靶向治疗后，显示出令人鼓舞的结果，表明放射性配体靶向治疗可能成为前列腺癌根治术前的新辅助治疗策略，特别是对软组织转移病灶疗效显著。然而，为了确认PRLT作为新辅助治疗的有效性，仍需通过的大规模研究进一步验证。

177Lu-PSMA-I&T靶向放射配体疗法治疗转移性去势抵抗性前列腺癌的疗效、生存结局及影响因素研究

沈灿

南京市第一医院

目的：本研究旨在探讨177Lu标记的前列腺特异性膜抗原（PSMA）靶向放射配体疗法（RLT）治疗转移性去势抵抗性前列腺癌（mCRPC）有效性及寻找预测PSMA放射配体治疗疗效关键参数。

方法：2018年8月至2023年7月，本研究招募45名mCRPC患者进行PSMA放射性配体疗法（PRLT）。治疗前以68Ga-PSMA-11 PET/CT及血液学检查评估治疗的可行性，静脉注射177Lu-PSMA-I&T，治疗周期间隔8~12周。通过最佳前列腺特异性抗原（PSA）反应、病灶大小及PSMA表达水平变化等综合评估PRLT疗效。所有病人均随访18个月以上，最佳PSA应答为主要终点，PSA无进展生存期（PSA-PFS）和总生存期（OS）为次要终点。采用Logistic回归、Cox回归及Kaplan-Meier回归分析探究预后的关键影响因素。

结果：本研究共纳入45名PCa患者，共接受149个治疗周期177Lu-PSMA-I&T（年龄44~87岁，基线PSA 10.6~176 ng/mL，周期2~8个），中位随访19.2月，中位OS为21.7月（95% CI：16~31.5），中位PSA-PFS为8.8月（95% CI：4.6~22）。第一周期后，22例（48.9%）患者达PSA50应答；两周期后，21例（46.7%）患者达PSA50应答；两周期治疗后PSA50应答持续率为77.3%（17/22）。疗效与生存受多参数动态调控：第一周期应答与多发骨转移[比值比（OR）=0.119（95% CI：0.016~0.629）]、LDH（OR=0.179，95% CI：0.032~0.777）及BUN（OR=0.128，95% CI：0.019~0.602）相关（P均<0.05）；第二周期应答受KPS评分（OR=5.566，95% CI：1.333~29.42）及骨转移负荷（OR=0.08，95% CI：0.01~0.41）影响（P均<0.05）；OS取决于第二周期应答[风险比（HR）=0.229（95% CI：0.095~0.55），P<0.05]、基线wbTL-PSMA（HR=8.175，95% CI：3.157~21.267，P<0.01）、年龄（HR=1.057，95% CI：1.005~1.112，P<0.05）及PLT水平（HR=0.208，95% CI：0.083~0.524，P<0.01）；PSA-PFS则与第二周期应答（HR=0.076，95% CI：0.029~0.197，P<0.01）、wbTL-PSMA（HR=2.368，95% CI：1.114~5.036，P<0.05）、TBIL（HR=3.548，95% CI：1.62~7.772，P<0.05）及淋巴结转移状态（HR=0.158，95% CI：0.043~0.576，P<0.05）显著相关。

结论：2周期177Lu-PSMA-I&T治疗是mCRPC患者生存获益的关键分水岭，第二周期应答显著预测长期OS及PSA-PFS，且早期PSA50持续率达77.3%。生存调控依赖基线wbTL-PSMA、PLT等参数；治疗敏感性受骨转移负荷及LDH等驱动。

177Lu标记Trop2靶向非竞争表位纳米抗体 实现胰腺癌的精准治疗

葛书山、艾丁丁、史津宇、邓胜明、章斌、缪丽燕
苏州大学附属第一医院

目的：目前，胰腺癌的标准治疗方法是手术切除原发病灶后辅助化疗。然而，只有15%~20%的患者在诊断时符合手术条件，并且胰腺癌对化疗的敏感性较低，治疗效果和预后仍然不理想。人滋养层细胞表面抗原2（Trop2）在大多数胰腺癌中均表现出中高表达，并与预后不良相关。近年来，Trop2的ADC药物戈沙妥珠单抗（Trodelvy）在临床前和临床研究中均表现出抗胰腺癌活性。由此可见，Trop2作为胰腺癌的重要生物标志物，可能为胰腺癌的精准治疗提供新的思路与方向。。本研究基于前期筛选获得具有良好肿瘤靶向性和生物学行为纳米抗体T142构建靶向Trop2的放射性药物用于Trop2阳性表达胰腺癌的精准诊疗。

方法：（1）177Lu标记Trop2纳米抗体方法学建立；（2）177Lu标记的Trop2纳米抗体在胰腺癌的PET特异性显像研究；（3）177Lu标记的Trop2纳米抗体用于Trop2-ADC治疗胰腺癌的疗效评价。

结果：（1）177Lu标记Trop2纳米抗体方法学建立：177Lu可以简单、稳定的标记Trop2纳米抗体T142；标记率 > 95%；溶媒和血清稳定性良好（72 h时RCP > 90%）。（2）[177Lu]Lu-T142在胰腺癌的SPECT显像和组织分布研究：[177Lu]Lu-T142在Trop2的阳性胰腺癌T3M4和BxPC3肿瘤中迅速浓聚并保持摄取至24 h（24 h时T3M4摄取值为：19.64 ± 3.10 %ID/g，BxPC3摄取值为：13.78 ± 1.49 %ID/g），并且在48 h时仍具有优异的肿瘤摄取（48 h时T3M4摄取值为：11.82 ± 3.45 %ID/g，BxPC3摄取值为：8.01 ± 1.55 %ID/g）；在Trop2阴性的胰腺癌PANC-1肿瘤中几乎无摄取（24 h时PANC-1摄取值为：0.54 ± 0.12 %ID/g）。（3）[177Lu]Lu-T142与Trop2-ADC联用治疗胰腺癌：在T3M4 肿瘤模型中，分别给与低剂量的[177Lu]Lu-T142（250 uci）、高剂量的[177Lu]Lu-T142（500 uci）、Trodelvy单抗（5 mg/kg）、低剂量与单抗联合治疗、高剂量与单抗联合。共给药两次，间隔一周给药一次。[177Lu]Lu-T142与Trodelvy联用治疗组均由于单独用药组，其中[177Lu]Lu-T142高剂量与Trodelvy联用治疗组表现出最优的治疗效果。此外，[177Lu]Lu-T142治疗组的疗效均要优于Trodelvy单抗组。[177Lu]Lu-T142的高剂量治疗组的疗效优于低剂量治疗组，并且与低剂量和Trodelvy 联合用药组相当。

结论：本项目成功构建了新型靶向Trop2放射性治疗药物[177Lu]Lu-T142，[177Lu]Lu-T142具有良好的稳定性、靶向性和特异性，并在正常组织中非特异性浓聚低，体内生物学性能良好；[177Lu]Lu-T142在Trop2阳性的胰腺癌模型中具有优异的疗效且无明显毒副作用，并且能与Trodelvy 联用产生协同效果。

预靶定位 $^{68}\text{Ga}/^{177}\text{Lu}$ 叠氮化 M1 巨噬细胞外泌体乳腺癌诊疗一体化系统

王辛宇、严骏杰、王立振、潘栋辉、徐宇平、陈重阳、杨敏
江苏省原子医学研究所

对可注射生物材料进行精准的时空调控，被认为是实现肿瘤诊疗一体化（theranostics）最具前景的策略之一，能够在保证安全性的同时显著提高成像分辨率与治疗选择性。本研究围绕“靶向递送—精准显像—定位治疗”这一完整闭环，构建了一种创新性的两步式预靶定位体系。首先，采用代谢糖工程技术，以 Ac4ManNAz 为前体在体外极化的 M1 巨噬细胞内合成含叠氮基的 sialic acid，使其分泌的外泌体（大小 80–120 nm）表面均匀呈现 N3 基团（记为 M1-Exos-N3）。M1 表型的选择不仅保证了外泌体在肿瘤免疫微环境中的自然归巢，还可通过分泌促炎性细胞因子进一步增强局部抗肿瘤免疫反应。

在动物实验阶段，将 M1-Exos-N3 经尾静脉注射至 BALB/c 鼠 4T1 乳腺癌皮下模型。活体荧光/生物发光双模成像显示，24 h 时外泌体在肿瘤区域的累积达到峰值（肿瘤/脾比 ≈ 4.7 ），并在 48 h 后缓慢清除。基于该时间窗口，我们设计了两种 DBCO-功能化的放射性探针：① ^{68}Ga -DOTA-PEG5-C4-DBCO 用于第一步的 PET 成像；② ^{177}Lu -DOTA-PEG5-C4-DBCO 用于第二步的定位治疗。注射 ^{68}Ga 探针后，体内应变促进的叠氮-炔基环加成（SPAAC）迅速发生，PET 成像在 2 h 即可清晰分辨肿瘤组织，肿瘤/肌肉比达到 6.3 ± 0.8 ；与此同时，其余主要器官放射性摄取均较低，验证了体系优异的特异性与信噪比。

在确定最佳治疗时点（外泌体注射后 24 h， ^{68}Ga 探针显像后 2 h）后，给予 ^{177}Lu 治疗探针。 γ -计数及组织切片示， ^{177}Lu 辐射基本局限于肿瘤区域，肾脏和骨髓摄取值低于 0.7 %ID/g，显著降低了全身毒副反应。14 d 治疗随访结果显示，实验组肿瘤体积较对照组（空白或单独 ^{177}Lu ）缩小 78%，Ki-67 染色阳性率下降 68%，TUNEL 凋亡指数提升 2.3 倍（ $p < 0.01$ ）。血常规与肝肾功能指标均保持在生理范围内，证明了治疗方案的安全可行性。共聚焦显微镜与流式细胞术进一步证实，M1-Exos-N3 与 4T1 细胞的结合与内化效率在 6 h 内可达 85% 以上，这为放射性探针的高负载与快速清除提供了微观依据。

综上，该可注射、外泌体引导的预靶定位平台在空间上实现了“外泌体先导—探针锁定”的分子级靶向，在时间上精确把控了“成像—治疗”之间的最佳间隔，真正体现了生物材料设计的时空协同优势。其模块化结构便于替换不同同位素（如 ^{64}Cu 、 ^{90}Y ）、功能载荷（化疗药、光敏剂）及扩展至多种实体瘤或血液肿瘤模型，为未来个体化精准肿瘤学提供了一条可推广、可升级的技术路径，也为放射性外泌体药物的临床转化奠定了坚实基础。

新型靶向FGL1双环肽的构建 及其用于肿瘤免疫PET显像的研究

徐宇平、徐悦、王立振、潘栋辉、王辛宇、严骏杰、陈重阳、杨敏
江苏省原子医学研究所

目的：免疫检查点阻断是癌症治疗新策略，但总体响应率较低。探寻肿瘤免疫逃逸的新机制以提升疗效是当前热点。研究表明，肿瘤细胞表达的FGL1（Fibrinogen Like Protein 1，纤维蛋白原样蛋白1）是新型免疫检查点，其与T细胞表达的抑制性受体LAG3（Lymphocyte Activation Gene-3，淋巴细胞活化基因3）结合，形成独立于PD-1/PD-L1的新型肿瘤免疫逃逸新机制。FGL1在多种实体瘤中呈现显著高表达，且与肿瘤耐药性及不良预后密切相关。双环肽亲和力强、药代性能良好，是PET探针的理想载体。因此，本文拟构建并制备靶向FGL1双环肽类PET探针，结合分子影像技术、体外实验及病理分析，评估其在动态监测肿瘤FGL1表达中的可行性。

方法：双功能螯合剂p-NCS-benzyl-NODA-GA与双环肽BFGLP耦联制得标记前体NODA-BFGLP。经一步法标记策略制备靶向FGL1 PET探针⁶⁸Ga-NODA-BFGLP。应用荷乳腺癌小鼠活体PET显像结合体外实验对该探针显像性能进行考察。

结果：⁶⁸Ga-NODA-BFGLP未校正收率达70%，放化纯度大于95%，总制备时间仅需30分钟。注射10、30、60和120 min后，Huh7荷瘤鼠肿瘤中⁶⁸Ga-NODA-BFGLP的摄取值分别为 3.78 ± 0.13 、 3.58 ± 0.10 、 2.71 ± 0.26 和 1.98 ± 0.12 %ID/g。相应的肿瘤与肌肉摄取比值分别为 13.01 ± 0.93 、 17.56 ± 0.56 、 27.53 ± 1.61 和 37.26 ± 3.69 。此外，⁶⁸Ga-NODA-BFGLP肝脏摄取值为 0.50 ± 0.12 %ID/g。表达人源化FGL1的MC38结肠癌小鼠模型在接受PD-L1抗体治疗后，肿瘤对⁶⁸Ga-NODA-BFGLP的摄取值较对照组显著降低，同时肿瘤体积也明显缩小。值得注意的是，⁶⁸Ga-NODA-BFGLP PET显像能够在肿瘤体积发生显著变化前3天检测到肿瘤内FGL1表达的显著改变。

结论：本研究成功构建了新型靶向FGL1双环肽探针⁶⁸Ga-NODA-BFGLP。该探针与肿瘤特异性结合，靶组织清晰可见，图像对比度良好。此外，⁶⁸Ga-NODA-BFGLP PET显像可动态监测肿瘤免疫治疗前后FGL1的表达变化，并能够对治疗效果进行早期评估

藏毛窦癌18F-FDG PET/CT 一例

王马丽、王静、朱玉春、朱俊辉
昆山市第一人民医院

摘要：骶尾部藏毛窦癌，是一种罕见且预后不良的窦道疾病，常被误解为感染或肛周瘘管。笔者报道一例69岁女性的藏毛窦癌的18F-FDG PET/CT影像，分别从临床、病理、影像诊断与鉴别、随访监测等多方面分析及讨论该疾病的特点，以期更好的帮助该疾病的诊治。

关键词：藏毛窦癌，慢性窦道病，18F-FDG，PET/CT

藏毛窦癌（Pilonidal sinus carcinoma）是一种罕见的恶性肿瘤，通常发生在慢性窦道病的背景下。

该病的临床特征包括局部肿块、疼痛及可能的脓肿形成，且在病理学上表现为恶性细胞的增生。研究表明，慢性窦道病患者发展为藏毛窦癌的风险显著增加，尤其是在长期未治疗或反复感染的情况下。因此，及时识别和诊断藏毛窦癌对于改善患者预后至关重要。这一病例强调了慢性窦道病与藏毛窦癌之间的潜在关联，且展示了影像学检查在诊断过程中的重要性。该病例也提醒临床医师在面对类似症状时须提高警惕，重视病史及影像学表现，以确保及时诊断和干预。我们建议未来在慢性窦道病患者中定期进行影像学监测，以便早期发现可能的恶性病变。

本病例报告描述了一名69岁女性，患有超过30年的慢性窦道病，近期出现自发引流的脓肿。盆腔MRI显示骶尾部肿块，轮廓不规则，在T1加权影像上呈低信号，在T2加权影像上呈高信号。横断面和矢状面影像显示骶尾部肿块与窦囊相连。怀疑为骶尾部恶性肿瘤，但慢性感染并未完全排除。患者接受¹⁸F-FDG PET/CT进行诊断和分期。PET/CT发现一大块软组织肿块，边界不清，显示出显著的放射性积聚（最大标准摄取值SUV_{max} 19.52）。肿块与窦道相连，并有混合密度的臀间窦囊。组织病理检查确认为鳞状细胞癌（SCC），深部浸润软组织。因此，患者接受了化疗，遗憾的是，她在一年后因多器官肿瘤转移去世。

本病例的重要性在于，它揭示了慢性窦道病与藏毛窦癌之间潜在的关联。69岁女性患者长期经历慢性窦道病，最终出现自发引流的脓肿，经过影像学检查和病理分析，确诊为藏毛窦癌。这一发现不仅为该患者的治疗提供了方向，也为临床上类似病例的管理提供了重要的参考。

根据现有文献，慢性窦道病是一种由皮肤附属结构发育不良引起的病症，常常与感染和炎症反应相关。虽然此病通常被认为是良性病变，但其与恶性肿瘤（如藏毛窦癌）的关系仍需谨慎对待，又研究表明，其恶变转化率约为0.1%。已有研究表明，藏毛窦癌是一种罕见但具有侵袭性的肿瘤，其症状包括肿块、疼痛及感染表现。在本案例中，患者的病史以及影像学结果均提示了恶性可能性，这强化了临床医生在面对类似病症时需保持高度警惕的必要性。

本病例报告的独特之处在于其罕见性及其与慢性窦道病的关联，强调了在慢性窦道病患者中考虑恶性肿瘤的必要性。通过本病例的分析，旨在为临床实践提供参考，帮助医生在类似情况下做出更为准确的诊断与治疗决策。

新型PARP显像剂[¹⁸F]氟唑帕尼 用于BRCA突变乳腺癌PET显像

严骏杰、徐伟、潘栋辉、王辛宇、徐宇平、王立振、陈重阳、杨敏
江苏省原子医学研究所

目的：聚腺苷二磷酸核糖聚合酶（PARP）成像在临床肿瘤学中具有重要潜力，能够实现肿瘤PARP表达的体内无创定量，筛选适合PARP抑制剂治疗的患者，并通过动态监测提供治疗疗效的实时反馈。然而，现有PARP靶向放射性示踪剂普遍存在肿瘤特异性摄取不足、肿瘤与背景对比度差等问题，严重削弱了其诊断效能和准确性。氟唑帕尼（Fuzuloparib）是我国首个自主研发的PARP抑制剂，其独特的三氟甲基基团结构显著提升了药物的代谢稳定性、亲脂性和结合亲和力。本研究中，我们开发了一种氟-18标记的氟唑帕尼同位素构形体（isotopologue）——[¹⁸F]氟唑帕尼（[¹⁸F]fuzuloparib），并在人乳腺癌MDA-MB-453移植瘤模型中通过体外和体内实验系统评估了其生物学性能。

方法：通过硼酸酯法对氟唑帕尼进行¹⁸F标记，测定其标记率、放化纯及稳定性；用表面等离子体

共振 (SPR) 测定亲和力; 用分子对接技术分析氟唑帕尼、奥拉帕尼在PARP活性位点的结合模式不同; 在不同时间点对荷瘤小鼠进行[18F]氟唑帕尼显像, 并对特定感兴趣区域进行量化分析; 成像结果通过离体生物分布、放射性自显影验证。采用两独立样本t检验分析数据。

结果: [18F]氟唑帕尼的放射性合成大约在65分钟内完成, HPLC质控显示[18F]氟唑帕尼的保留时间为20.65 分钟, 与氟唑帕尼冷化合物相近 (20.52 分钟), 放射化学转化率为 $45.1 \pm 2.2\%$, 放射化学收率为14.3%, 放射化学纯度为 $> 98\%$, 摩尔活度为 $21.7 \text{ GBq}/\mu\text{mol}$ ($n \geq 3$), log P值为 2.19 ± 0.25 。显像结果表明, [18F]氟唑帕尼静脉注射后在肿瘤中的摄取显著高于[18F]奥拉帕尼 ([18F]olaparib)、[18F]他拉唑帕尼 ([18F]talazoparib) 和[18F]卢卡帕尼 ([18F]rucaparib), 且在瘤内滞留时间更长, 静注6小时后肿瘤摄取依然高达 $7.12 \pm 0.31\% \text{ID/g}$ (每克组织注射剂量百分比), 2小时肿瘤/肌肉比为 19.93 ± 2.72 。

结论: 临床前研究结果表明, [18F]氟唑帕尼有望成为一种强大的非侵入性显像剂, 用于检测PARP过表达的恶性肿瘤, 这对优化PARP抑制剂治疗及预测治疗反应具有重要意义。

· 多模态分子影像的基础和临床研究包括PETCTMRI和SPECTCT ·

肺炎性假瘤与肺癌的¹⁸F-FDG PET/CT影像学特征及鉴别诊断

吉衡山、刘涛、孙传金、姜思远、戚荣鑫、孙晶晶、吴江
中国人民解放军东部战区总医院

目的：肺炎性假瘤（Pulmonary inflammatory pseudotumor, PIP）是一种肺实质慢性炎症产生的肉芽肿、纤维结缔组织增生所致的肿块而形成的假性肿瘤，影像学上常表现为肿块/结节，在¹⁸F-氟脱氧葡萄糖（FDG）正电子发射断层扫描/计算机断层扫描（PET/CT）影像上表现为高代谢，并容易被误诊为肺部恶性肿瘤。本研究为探讨肺炎性假瘤与肺癌的¹⁸F-FDG PET代谢参数及高分辨率CT形态学特征的变化规律，提高¹⁸F-FDG PET/CT在对肺炎性假瘤与肺癌的鉴别诊断价值。

方法：回顾性分析了2020年3月至2024年3月期间我院收治的68例经手术、穿刺或纤维支气管镜取得病理确诊的肺部病变患者，其中肺炎性假瘤26例，肺癌42例，统计分析两组间最大标准摄取值（SUV_{max}）、平均值（SUV_{mean}）、峰值（SUV_{peak}）、糖酵解总量（TLG）、肿瘤代谢体积（MTV）、分叶、毛刺、血管集束征、胸膜凹陷征、支气管截断征等PET代谢参数及CT征象的差异。

结果：肺炎性假瘤组26例，其中男18例，女8例，平均年龄 55.31 ± 9.68 岁，SUV_{max} $=4.97 \pm 2.48$ ，SUV_{mean} $=3.10 \pm 1.29$ ，SUV_{peak} $=3.98 \pm 1.87$ ，TLG $=44.01 \pm 76.56$ ，MTV $=11.32 \pm 14.18$ ，最大径 3.25 ± 1.71 cm；出现分叶8例（30.8%）、毛刺7例（26.9%）、支气管截断征10例（38.5%）、血管集束征2例（7.7%）、胸膜凹陷征10例（38.5%）、钙化4例（15.4%）、胸腔积液3例（11.5%）、纵隔及肺门淋巴结肿大7例（26.9%）。肺癌组42例，其中男性29例，女性13例，平均年龄 64.14 ± 7.97 岁，SUV_{max} $=7.15 \pm 4.57$ ，SUV_{mean} $=4.55 \pm 2.81$ ，SUV_{peak} $=5.61 \pm 3.58$ ，TLG $=125.88 \pm 307.66$ ，MTV $=17.90 \pm 37.27$ ，最大径 3.51 ± 2.02 cm；出现分叶36例（85.7%）、毛刺24例（57.1%）、支气管截断征24例（57.1%）、血管集束征14例（33.3%）、胸膜凹陷征27例（64.3%）、钙化9例（21.4%）、胸腔积液6例（14.3%）、纵隔及肺门淋巴结肿大19例（45.2%）。统计学分析肺癌组PET代谢参数SUV_{max}、SUV_{mean}、SUV_{peak}高于肺炎性假瘤组（P值分别为0.014、0.006、0.017），而TLG、MTV差异无统计学意义（P>0.05）。CT形态学分叶、毛刺、血管集束征及胸膜凹陷征在肺癌组中更常见（P值分别为0.000、0.024、0.019、0.048），而病灶大小、支气管截断征、钙化、是否出现胸腔积液及淋巴结肿大征象无显著差异（P>0.05）。

结论：¹⁸F-FDG PET代谢参数（SUV_{max}、SUV_{mean}、SUV_{peak}）联合高分辨率CT形态学特征（分叶、毛刺、血管集束征及胸膜凹陷征）对肺炎性假瘤与肺癌的鉴别诊断具有重要价值，而部分¹⁸F-FDG PET代谢参数（TLG、MTV）及形态学指标（大小、支气管截断征、钙化、胸腔积液、淋巴结肿大）的鉴别意义有限。

PET成像新型生物标志物在肺腺癌术后 复发风险预测中的价值

征诚、孙春锋
南通大学附属医院

背景：肺腺癌（LUAD）作为肺癌最常见亚型之一，约占所有肺癌病例的 40%，其术后复发率高，严重影响患者生存质量。当前临床依赖的病理分期、肿瘤标志物等传统指标，难以全面捕捉肿瘤代谢异质性及空间分布特征，而基于 18F-氟代脱氧葡萄糖（18F-FDG）的正电子发射断层扫描（PET/CT）虽能反映肿瘤糖代谢活性，但其常规参数如：最大标准摄取值（SUV_{max}）、肿瘤糖酵解总量（TLG）和肿瘤代谢体积（MTV）多聚焦代谢强度，对示踪剂摄取的空间分布特征挖掘不足。本研究提出的放射性示踪剂摄取热点到肿瘤质心（NHOC）及周边（NHOP）的标准化距离，旨在从空间维度补充传统评估体系，探索其在预测 IA 至 IIIA 期可手术 LUAD 患者无病生存期（DFS）及复发风险中的潜在价值，为精准预后评估提供新视角。

方法：对 164 例经手术治疗且病理确诊为 IA 至 IIIA 期 LUAD 的患者进行回顾性分析，这些患者此前均接受过 18F-FDG PET/CT 检查。除了传统的 PET/CT 参数外，我们还评估了在 PET/CT 图像中观察到的最大标准摄取值（SUV）到肿瘤质心的标准化距离（NHOC_{max}）以及到肿瘤周边的标准化距离（NHOP_{max}）。

结果：研究共纳入了 164 名患者，中位年龄为 65 岁。NHOP_{max} 的曲线下面积（AUC）最高，达 0.682（95% 置信区间：0.578-0.785），灵敏度为 78.8%。相关性分析显示，NHOP_{max} 与其他代谢参数，如 SUV_{max}, TLG, MTV 之间的相关性较低。在单因素和多因素分析中，NHOP_{max} 均与术后结局显著相关（ $P < 0.001$ ，优势比为 0.033）。生存分析表明，NHOP_{max} 是 DFS 的一个独立预测因子（风险比 HR = 0.399， $P < 0.05$ ），较高的 NHOP_{max} 值（ > 0.43 ）与显著更好的生存率相关（ $P < 0.0001$ ）。

结论：本研究表明，18F-FDG PET/CT 测量的 NHOP_{max} 在预测可手术 IA 至 IIIA 期 LUAD 患者术后复发及 DFS 中具有显著效能，其独立于传统病理特征与代谢参数，通过反映肿瘤内代谢热点的空间分布差异，为预后分层提供了新维度。尽管研究为单中心回顾性设计，但其结果提示 NHOP_{max} 有望成为辅助临床精准评估复发风险的潜在生物标志物，后续需多中心前瞻性研究进一步验证其临床应用价值。

肺腺癌STAS术前预测的影像学新进展： 从CT、PET/CT到影像组学与深度学习

樊宇豪、邵小南、牛荣
江苏省常州市第一人民医院/苏州大学附属第三医院核医学科

世界卫生组织最新数据显示，肺癌作为全球发病率和死亡率均居高不下的恶性肿瘤，每年新发病例持续增长，在部分国家和地区已成为癌症相关死亡的首要原因，严重威胁人类健康。对于肺癌患者

而言,即使接受手术治疗,术后复发依然是影响其长期生存的关键难题。近年来肿瘤细胞气腔内播散(STAS)备受关注,已被证实是影响肺癌复发和预后的关键因素之一。其中肺腺癌作为肺癌最常见的亚型,组织学异质性高且整体预后较差。而相较于其他肺癌亚型,STAS现象在肺腺癌中更为常见。因此,在术前精确评估肺腺癌患者的STAS状态,对于制定个体化治疗策略、改善患者预后具有重要的临床意义。然而,目前STAS诊断的金标准仍依赖于术后病理检查,这种诊断方式存在明显的滞后性,无法为术前治疗方案的制定提供及时参考。随着影像学技术的不断发展以及人工智能(AI)在医学领域的深度融合,CT、PET/CT等检查手段结合影像组学及深度学习方法,为术前预测STAS提供了新的方向与可能。

近年来,基于影像学与AI的肺腺癌STAS预测研究取得了一系列重要成果。在CT成像方面,常规CT特征如结节最大直径、实性成分肿瘤比、空泡征、毛刺征等与STAS存在紧密关联;CT影像组学通过高通量提取CT图像特征,并结合临床指标或分子标志物,显著提升了STAS预测效能;深度学习凭借其自动化特征学习和高维量化处理能力,表现出的预测性能优于传统方法,且更易于实现多模态融合及个性化应用。在PET/CT显像领域,其代谢参数如SUV_{max}等已被证实对肺腺癌STAS具有较好的预测价值,将临床特征与PET影像组学特征相结合的综合模型,以及基于深度学习的PET/CT模型,均有助于提升STAS术前预测的准确性。本文重点回顾了影像学联合AI在肺腺癌STAS预测中的应用现状与最新进展,并探讨其在个体化治疗模型评价和临床价值评估中的作用。虽然现有研究取得了一定成果,但仍面临诸多挑战,如研究多为小样本、单中心、回顾性设计,模型的可解释性不足,多模态融合研究有待深入等。展望未来,随着AI、多模态影像及大数据的不断成熟,影像学无创预测STAS有望更加精准、普适,助力肺腺癌诊疗向个体化、规范化迈进,以改善患者预后和生活质量。

从形态到功能:多模态影像在肺功能预测中的研究进展 与影像功能组学新概念

朱耀庭、邵小南、牛荣

江苏省常州市第一人民医院/苏州大学附属第三医院核医学科

肺功能检查作为评估呼吸系统功能的核心无创手段,在慢性阻塞性肺疾病、哮喘及间质性肺病等疾病的诊断、手术风险分层和预后管理中具有不可替代的价值,同时其相关指标还与肺叶切除术后肺部并发症的发生率及预后、身体质量指数、心血管疾病、内分泌代谢疾病及生活质量密切相关。2021年,美国胸科学会与欧洲呼吸学会联合更新的肺功能判读指南,首次提出以统计学z值替代传统的第一秒用力呼气容积占预计值百分比(FEV1%),显著提高了肺功能评估的灵敏度和预后预测能力。然而,传统肺功能检测仍面临两大瓶颈。首先,该项检测高度依赖患者的主动配合,这对老年、体弱或儿童患者而言尤为困难,易导致数据偏差或缺失。其次,其结果仅能反映全肺通气和换气的整体功能状态,无法定位局部病变或捕捉早期微小结构的异质性改变。因此,如今亟需一种更精准、无创且可重复的肺功能评估方法。

近年来,多模态医学影像技术的快速发展为肺功能评估提供了全新视角。X线、CT、磁共振成像及核医学显像等技术,结合影像组学和深度学习算法,已逐步实现对肺功能的定量化及区域化预测。尽管影像学方法在肺功能预测中取得显著进展,其仍面临技术瓶颈与标准化挑战。例如,CT对肺功能的评估依赖复杂模型间接推算,难以直接反映早期肺泡微环境异常;超极化气体MRI受限于空间分辨率与设备成本,尚未普及;核医学显像的辐射暴露则限制了其重复使用。此外,不同研究在参数定义、数据采集

和分析流程上缺乏统一标准,导致结果可比性受限。因此,类比“影像基因组(Radiogenomics)”在基因学领域的成熟应用,我们在此提出“影像功能组学(Radiophenomics)”概念,旨在利用CT、MRI、PET/SPECT及X线等多模态医学影像,高通量地刻画并预测肺功能的关键表型,并与临床生理或代谢指标深度融合,运用定量影像组学算法挖掘形态学与功能学间的跨尺度关联,从而更系统地评估慢性肺病患者的结构-功能耦合及长期预后。借助这一理念,可在单一模态分析尚难覆盖的早期或微观病变层面,揭示“形态-功能”失匹配的跨尺度病理联系,并在更完善的标准化前提下,为肺功能评估提供高效且精准的辅助决策方案。

18F-FLT诊断肺癌的价值 及与肺癌的增值性和生存期的相关性分析

姜思远¹、吉蘅山¹、戚荣鑫¹、孙传金¹、刘涛¹、孙晶晶¹、童金龙²、吴江¹

1. 中国人民解放军东部战区总医院; 2. 南京市第二医院

目的:肺癌是目前最常见的恶性肿瘤之一,其发病率和死亡率均居世界首位。如何对其进行早期、正确的检测是目前临床研究的热点之一。本文回顾性分析了18F-FLT联合18F-FDG PET/CT双核素显像对肺癌的诊断价值,比较两种显像剂的最大标准摄取值(SUV)与病变组织的增殖指数(Ki-67分数)的相关性及与肺癌生存期的相关性。

方法:收集30例肺部病变患者均在10日内行18F-FLT和18F-FDG PET/CT为示踪剂行全身PET/CT检查,两位医生独立地对所有病灶进行定性诊断,病变对示踪剂的摄取以最大标准摄取值计算,2周内行肺叶切除术或者细针穿刺活检,其中17例(11手术、6例经皮穿刺活检)组织标本行Ki-67免疫组化,细胞增殖指数以取样组织中Ki-67特异性单克隆抗体染色阳性细胞的比例计算,采用线性回归、Kaplan-Meier生存分析18F-FLT和18F-FDG两种示踪剂最大标准摄取值与增殖指数及生存期的相关性。

结果:20例病理证实为恶性病变,10例为良性病变,恶性病变18F-FDG平均SUV_{max}为 11.67 ± 5.23 ,18F-FLT平均SUV_{max}为 3.89 ± 1.85 ,统计学分析恶性病变的18F-FDG的SUV_{max}明显高于18F-FLT($P < 0.01$)。17例样本组织行Ki-67染色,其中10例肺癌的平均增殖指数为 $42.5\% \pm 25.01\%$,7例良性病变平均增殖指数 $6.0\% \pm 3.96\%$,17例样本组织的增殖指数(Ki-67分数)与18F-FDG的SUV_{max}的相关性显著($r=0.75$, $P < 0.001$),稍优于18F-FLT($r=0.69$, $P < 0.002$)。20例肺癌患者进行了15年随访,有7例患者随访到了生存时间,平均53.9个月(2-205个月),统计学表明18F-FLT显像的SUV值越低,生存时间越短,18F-FLT显像的SUV值越高,生存时间越长,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

结论:本研究显示肺部恶性病变对18F-FDG的摄取明显高于18F-FLT,肺癌生存期与18F-FLT的SUV值存在统计学意义。18F-FLT可作为一种无创的肺癌增殖显像方法,在诊断脑转移瘤相对18F-FDG有明显优势,对肝脏、骨骼转移灶缺乏优势。肺部病变对18F-FLT摄取的SUV_{max}与细胞增殖分数(Ki-67分数)相关性显著,但不及18F-FDG。18F-FLT的摄取与生存率显著相关,但与预期的结果不一致。因此,18F-FLT摄取的机制仍有待进一步研究。

生成对抗网络在CT与PET影像跨模态生成中的研究进展

史云梅、牛荣、邵小南

常州市第一人民医院

CT与PET在临床检查中各具优势：CT可提供高分辨率解剖信息，PET可通过放射性示踪剂摄取揭示功能代谢特征。然而，单一模态难以兼顾解剖与功能信息，且二者均存在一定程度的辐射暴露与设备成本压力。近年来，随着生成对抗网络（generative adversarial network, GAN）技术的快速发展，通过对条件GAN（cGAN）、CycleGAN等典型结构的深入探索，可实现CT与PET影像间的跨模态生成，既融合了解剖与功能优势，也有望降低患者辐射剂量。基于现有文献与研究成果，本文聚焦以下三个方面的进展与价值：

1. 肿瘤诊断与治疗随访：CT生成PET

多项研究在肺癌、肝脏肿瘤等患者中验证了GAN生成的PET影像在SUV及代谢肿瘤体积等关键指标上与真实PET高度相关，可辅助区分良恶性病变、指导肿瘤分期并预测预后。当真实PET检查因费用昂贵或设备匮乏等原因无法频繁获取时，通过CT推断的合成PET可提供必要的代谢信息，用于随访观察治疗应答。例如，若GAN生成的PET在治疗后仍呈现较高SUV，往往提示复发可能性增高或预后不佳，反之则表明代谢活性下降。

2. PET/CT辐射剂量降低：PET生成CT

在PET/CT联合成像中，CT通常用于衰减校正与解剖定位，约占整体辐射剂量的40%~60%。利用GAN从非衰减校正PET生成“伪CT”图像，可在一定程度上替代常规CT扫描。部分研究显示一次检查可减少约4~8 mSv的电离辐射，长期随访则累计可降低10~20 mSv，对儿童、孕妇或需反复复查的肿瘤患者尤具潜在意义。尽管在骨、肺等高对比区域易出现生成偏差或小病灶漏检，整体SUV分布与解剖结构仍能在较可接受范围内保持一致，为临床减少不必要的CT扫描提供了可行思路。

3. 面临的挑战与未来展望

1 数据与泛化：跨模态影像生成在罕见病或复杂病理中样本稀缺，模型对噪声干扰和解剖形变的适应性尚待提升；可结合元学习、联邦学习及数据增强等方法，实现多中心数据共享并增强泛化能力。

1 模型可解释性与实时性：GAN网络仍是“黑箱”，难以追溯其生成过程与判别依据，且对硬件算力需求较高。未来可引入可解释性可视化技术（如注意力机制、多模态融合）以增强临床医师对生成结果的信任度。

1 跨中心标准化与设备差异：不同品牌设备、扫描协议及重建算法导致的图像差异，尚缺乏统一评估流程和标准化标定。多模态Transformer及扩散模型等新架构虽在细节还原与噪声抑制方面颇具潜力，但其跨机构适配性也需大规模验证。

1 临床验证与监管：现阶段多为单中心或小规模试点研究，缺乏大规模前瞻性随机对照试验来评估GAN生成影像对诊疗决策及患者预后的实际影响。对于生成影像可能导致的误诊或漏诊，责任界定和监管框架仍需进一步完善。

综上所述，GAN在CT与PET影像跨模态生成中的应用已展现可观潜力，可在降低辐射负担的同时提高功能—解剖信息融合度，对肿瘤、神经系统及心血管疾病等核医学关键领域具有重要临床价值。未来应加强多中心、多模态数据整合与可解释性研究，不断优化GAN及其衍生模型在小样本和复杂环境下的鲁棒性和实时性，并在法规层面制定完善的审批流程与质量评价标准，为GAN在精准医疗及早期筛查中

的广泛落地奠定坚实基础。

基于¹⁸F-FDG PET/CT深度学习的影像组学 在肺结节良恶性鉴别中的应用

孙艳、牛荣、邵小南

常州市第一人民医院/苏州大学附属第三医院

目的：本研究基于¹⁸F-FDG PET/CT图像构建融合手工特征（Handcrafted features, HF）与深度学习特征（Deep features, DF）的多模态模型，并评估其在肺结节良恶性鉴别中的临床应用价值。

材料与方法：回顾性纳入626例经病理或连续随访证实的肺结节患者（良性 124 例、恶性502例），按7：3的比例分层随机分为训练集和测试集。分别从PET和CT图像中提取HF；基于Model-Genesis预训练的U-Net网络在CT图像上提取CT_DF，将该预训练模型微调后应用于PET图像提取PET_DF。在训练集中，采用U检验、Spearman 相关分析和Lasso回归对提取的特征进行逐步筛选，然后分别利用Logistic回归、支持向量机（SVM）、K近邻（KNN）、随机森林（RF）和XGBoost算法构建单模态模型。随后，将最佳单模态模型的预测概率与临床特征相结合，利用Optuna进行参数优化后构建三种模型：纯临床模型、临床+PET/CT_HF模型和临床+PET/CT_HF+PET/CT_DF模型。最后，通过ROC曲线、决策曲线（Decision Curve Analysis, DCA）和校准曲线评估各模型的判别力、临床净获益及校准度，并通过亚组分析检验模型在不同性别、吸烟史和结节直径等亚组中的适用性与稳定性。

结果：在测试集中，CT_HF模型的AUC为0.754，显著高于PET_HF模型的0.684；将两者融合后，AUC 提升至0.759。CT_DF模型和PET_DF模型的AUC分别为0.605 和0.665，融合后升至0.697，提示CT与PET特征在HF和DF层面均具有互补性。进一步结合临床特征后，纯临床模型、临床+PET/CT_HF模型和临床+ PET/CT_HF+PET/CT_DF模型的测试集AUC分别为0.761、0.809 和0.828（训练集分别为0.831、0.848和0.871）。模型之间的比较显示，临床+PET/CT_HF模型显著优于纯临床模型（ $P=0.009$ ）；再融合DF后，模型AUC虽有所提升，但差异未达统计学显著水平（ $P=0.242$ ）。DCA及校准曲线结果均提示，引入DF后的模型表现出最高的净获益与最佳的校准度，Brier评分亦逐步降低（分别为0.124、0.113和0.106），进一步验证了HF与DF特征之间的互补作用。

亚组分析显示，在不同性别（女性OR=2.15；男性OR=3.18，交互作用 $P=0.096$ ）、吸烟史（无吸烟史OR=2.50；有吸烟史OR=2.76，交互作用 $P=0.684$ ）及结节直径（ ≤ 2 cm组OR=2.27；2 - 3cm组OR=3.11，交互作用 $P=0.219$ ）等亚组间差异无统计学意义，提示该模型具有良好的泛化能力和临床适用性。

结论：本研究构建的融合 PET/CT双模态影像手工特征、深度学习特征及临床信息的综合模型，可有效提高肺结节良恶性鉴别的准确度。在不同亚组患者中，该模型均表现出良好的泛化性和临床实用价值，为肺结节的精准诊断与个体化管理提供了重要参考依据。

基于¹⁸F-FDG PET/CT列线图术前无创 预测胃腺癌HER2表达状态的临床研究

杨思捷、邵晓梁、张辛巳
常州市第一人民医院

目的：本研究旨在构建并验证一种基于¹⁸F-FDG PET/CT代谢参数及临床特征的列线图模型，用于术前无创预测胃腺癌人表皮生长因子受体2（HER2）表达状态，以指导个体化治疗决策。

方法：本回顾性研究共纳入231例术前接受¹⁸F-FDG PET/CT检查的胃腺癌患者。采用固定阈值法（SUV $\geq$ 2.5）自动勾画病灶边界，并量化提取其代谢参数。通过单因素及多因素Logistic回归分析，筛选PET/CT代谢参数及临床特征中的独立预测因子，并构建可视化列线图模型用于预测胃腺癌HER2表达状态。绘制受试者工作特征曲线（receiver operating characteristic curve, ROC）并通过曲线下面积（area under the curve, AUC）量化模型的判别效能；利用bootstrap内部验证以评估模型的稳定性，使用校准曲线（Brier评分）评估列线图模型的拟合程度，应用决策曲线分析（decision curve analysis, DCA）评估模型的临床净收益。

结果：本研究中，HER2阳性患者有30例（13.0%），HER2阴性患者有201例（87.0%），HER2阳性率为13.0%。通过单因素回归分析（ $P<0.10$ ）初步筛选出5个潜在预测因素，包括SUV_{max}、SUV_{mean}、肿瘤位置、淋巴结转移及肿瘤分化程度。多因素Logistic回归分析进一步证实，肿瘤位置（OR=0.285；95%CI：0.112-0.664； $P=0.004$ ）、分化程度（OR=2.613；95%CI：1.101-6.602； $P=0.029$ ）和SUV_{max}（OR=4.494；95%CI：1.775-11.379； $P=0.002$ ）是胃腺癌HER2表达状态的独立预测因子。基于这三个独立预测因子构建的列线图模型表现出了良好的判别效能（AUC=0.715），并在Bootstrap内部验证中保持了稳定性（C-index=0.695）；校准曲线证实模型的预测概率与实际发生概率具有较高的一致性（Brier=0.102）；决策曲线分析进一步表明该模型具有良好的临床应用价值。

结论：基于PET/CT代谢参数及临床特征构建的列线图模型在预测胃腺癌HER2表达方面展现出了良好的性能，可作为预测HER2表达的非侵入性检测工具，对于指导临床个体化治疗方案的制定，评价和预测HER2靶向治疗的疗效具有重要的临床意义。

不同重建算法对¹⁸F-FDG PET/CT肿瘤显像图像质量 和SUV值的影响

徐磊、孟庆乐
南京市第一医院

目的：探讨不同重建算法对¹⁸F-FDG PET/CT肿瘤显像图像质量和SUV值的影响。

方法：（1）采用NEMA IEC模体进行实验。模体内微球与腔体放射性活度比值为4：1；（2）回顾性分析在我院行¹⁸F-FDG PET/CT检查的26例患者，男18例，女8例，中位年龄56（18~78）岁。PET图像

采集采用上海联影科技公司uMI 780 PET/CT。PET图像重建采用有序子集最大期望值迭代法（OSEM）、正则化算法（ROSEM）和深度渐进式重建算法（DPR）。测量模体图像对比度恢复（CR）、背景变异系数（BV）和对比度噪声比（CNR）。测量临床图像肝脏信噪比（SNR）、病灶SUV_{max}和肿瘤背景比（TBR）。图像视觉采用五分法评估。行单因素方差分析多组间差异，两两比较采用Tukey法。

结果：模体实验中，DPR组较OSEM组和ROSEM组获得更高的CR、CNR和更低的BV，但DPR组和ROSEM组差异较小（CR：0.9~1.9；BV：0.1~0.3；CNR：2.15~3.17）。临床实例中，肝脏SUV_{mean}在OSEM组、ROSEM组和DPR组之间差异无统计学意义（ 2.63 ± 0.43 ， 2.63 ± 0.43 ， 2.64 ± 0.43 ， $F=0.0013$ ， $P=0.99$ ）。肝脏SNR在三组之间差异有统计学意义（ $F=75.68$ ， $P<0.001$ ），ROSEM组（ 18.96 ± 3.10 ）显著高于OSEM组（ 9.55 ± 1.45 ）和DPR组（ 16.53 ± 3.46 ）（均 $P<0.05$ ）。共纳入37个病灶，尺寸为6~16.3 mm，DPR组（SUV_{max}: 7.43 ± 1.97 ，TBR: 2.89 ± 1.09 ）和ROSEM组（SUV_{max}: 7.82 ± 1.91 ，TBR: 3.04 ± 1.04 ）所得病灶SUV_{max}和TBR显著高于OSEM组（SUV_{max}: 5.01 ± 1.46 ，TBR: 1.93 ± 0.69 ）（均 $P<0.05$ ），但DPR组和ROSEM组病灶SUV_{max}和TBR差异无统计学意义（ $P=0.62$ 和 $P=0.76$ ）。DPR组和ROSEM组所得图像总体评分显著高于OSEM组（均 $P<0.05$ ），DPR组与ROSEM组评分无统计学意义（ $P=0.99$ ）。

结论：DPR和ROSEM重建算法较传统OSEM算法能显著提高PET图像信噪比和肿瘤半定量指标SUV_{max}。DPR重建算法与ROSEM重建算法在PET图像质量和半定量指标SUV_{max}方面表现相当。

深度渐进式重建算法对¹⁸F-FDG PET/CT肿瘤显像小病灶定量准确性的影响

徐磊、孟庆乐
南京市第一医院

目的：探讨不同平滑强度的深度渐进式重建算法（DPR）对¹⁸F-FDG PET/CT肿瘤显像小病灶定量准确性的影响。

方法：（1）采用NEMA IEC模体进行实验。模体内微球与腔体放射性活度比值为4:1；（2）回顾性分析在我院行¹⁸F-FDG PET/CT检查的26例患者，男15例，女11例，中位年龄61（33~78）岁，共纳入26个肺部小病灶（直径<2.0 cm，SUV_{max}<5）。PET图像采集采用上海联影科技公司uMI 780 PET/CT。PET图像重建采用有序子集最大期望值迭代法（OSEM）、正则化算法（ROSEM）和平滑强度1至5的深度渐进式重建算法（DPR1-5）。测量模体图像对比度恢复（CR）、背景变异系数（BV）、对比度噪声比（CNR）和放射性浓度比（RCR）。测量临床图像肝脏变异系数（COV）、病灶SUV_{max}和靶本比（TBR），以CT测得肿瘤体积为标准，评估不同重建算法肿瘤代谢体积（TMV）测量准确性。图像视觉采用五分法评估。行Friedman秩和检验分析多组间差异，两两比较采用Bonferroni法。

结果：模体实验中，DPR2-5和ROSEM各组较常规OSEM组获得更高的CR、CNR、RCR和更低的BV；对于10 mm微球，OSEM组所得CNR为10.39，ROSEM组和DPR3组相CNR提高到22.25和24.46。临床实例中，DPR1-4四组所得肝脏COV显著均低于OSEM组（调整后均 $P<0.05$ ），DPR3组和ROSEM组所得COV差异无统计学意义（ $P=0.65$ ）。DPR2-4三组所得病灶SUV_{max}和TBR显著高于OSEM组（均 $P<0.05$ ），但DPR4-5两组和ROSEM组病灶SUV_{max}和TBR差异无统计学意义（ $P=0.19-0.61$ 和 $P=0.26-0.70$ ）。DPR1-5五组所得MTV均显著高于CT测得（均 $P<0.05$ ），但ROSEM组与CT组测得结果差异无统计学意义。

($P=0.48$)。DPR2-4四组所得图像总体评分显著高于OSEM组(均 $P<0.05$),DPR2-3两组与ROSEM组评分无统计学意义($P=0.56$ 和 $P=0.85$)。

结论: DPR和ROSEM重建算法较传统OSEM算法能显著降低图像噪声, 提高小病灶对比度和定量准确性。DPR3重建算法对 18F-FDG PET/CT显像图像质量提升作用和小病灶探测性能达到最佳, 且与ROSEM重建算法性能相当。

基线¹⁸F-FDG PET/CT肿瘤代谢参数 联合骨骼肌含量预测晚期结直肠癌预后研究

马缘缘、周明舸

常州市第一人民医院, 苏州大学附属第三医院, 苏州大学核医学与分子影像临床转化研究所

目的: 探索基线¹⁸F-FDG PET/CT肿瘤代谢参数联合骨骼肌质量指数(SMI)对晚期结直肠癌患者无进展生存期(PFS)和总生存期(OS)的预测价值。

方法: 回顾性纳入2017年1月至2023年1月于苏州大学附属第三医院接受基线¹⁸F-FDG PET/CT显像的IV期结直肠癌患者共95例。收集患者临床及病理指标[如性别、年龄、身高、体重、身体质量指数(BMI)、肿瘤标志物、血清白蛋白、肿瘤位置、病理结果、治疗方案等], 通过PET/CT获取原发灶最大标准摄取值(SUV_{max})、全身肿瘤代谢体积(MTV)、全身病变糖酵解总量(TLG)、SMI。采用Kaplan-Meier法绘制生存曲线, 使用Log Rank检验比较组间生存差异, 通过单因素及多因素Cox比例风险模型分析各参数对PFS和OS的影响。

结果: 本项研究中位随访时间为26个月(范围4~84个月); 患者中位PFS为16个月(2年PFS率21.3%), 中位OS为41个月(2年OS率54.1%)。Kaplan-Meier生存曲线显示, 高MTV、高TLG、低SMI及未接受原发灶根治术组患者PFS与OS事件发生率显著升高(均Log Rank $P<0.05$); 而SUV_{max}对OS率的预测无统计学差异(中位OS 39比48个月, Log Rank $P=0.138$)。对患者PFS行单因素Cox回归分析表明, SUV_{max}、MTV2.5、MTV41、TLG2.5、TLG41、SMI、手术方式、靶向治疗及CA19-9水平与PFS显著相关(均 $P<0.05$); 多因素分析表明, 高MTV2.5(HR=2.03, 95%CI: 1.15~3.59, $P=0.015$)、低SMI(HR=0.39, 95%CI: 0.23~0.68, $P<0.001$)和未接受原发灶根治术(HR=0.55, 95%CI: 0.30~0.99, $P=0.047$)是PFS的独立危险因素。对患者OS进行单因素Cox分析回归分析表明, MTV2.5、MTV41、TLG2.5、TLG41、SMI、手术治疗方式与OS显著相关(均 $P<0.05$); 多因素分析表明, 高MTV2.5(HR=2.23, 95%CI: 1.03~4.83, $P=0.041$)、低SMI(HR=0.24, 95%CI: 0.11~0.51, $P<0.001$)及未接受原发灶根治术(HR=0.29, 95%CI: 0.12~0.71, $P=0.007$)为OS的独立危险因素。根据MTV2.5、SMI及是否行原发灶根治术组合, 分为四个PFS和OS危险组(P 均 <0.001): 具有3个危险因素的高危险组(2年PFS率和OS率分别为0%和24.5%, $n=18$), 具有2个危险因素的中高危险组(2年PFS率和OS率分别为5.4%和23.7%, $n=31$), 具有1个危险因素的中低危险组(2年PFS率和OS率分别为20.7%和73.5%, $n=28$), 无不良因素的低危险组(2年PFS率和OS率分别为70.5%和93.8%, $n=18$)。

结论: 基线¹⁸F-FDG PET/CT肿瘤代谢参数MTV2.5、骨骼肌质量指数及手术治疗方式与晚期结直肠癌患者预后相关。较高的MTV2.5、较低的SMI以及未接受原发灶根治术是晚期结直肠癌患者PFS和OS的独立危险因素。将MTV2.5、SMI及是否行原发灶根治术相结合可进一步改善晚期结直肠癌患者预后分层。

18F-FDG PET/CT 在检测前列腺癌患者雄激素剥夺治疗相关男性乳房发育中的辅助价值

王艳蓉、谭忠华
南通大学附属医院

目的：评价18F-氟脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描/计算机断层扫描（18F-FDG PET/CT）在接受雄激素剥夺治疗（ADT）的前列腺癌（PCa）患者男性乳房发育的检测和分级中的应用，并探讨影响因素。

方法：回顾性分析88例接受ADT治疗的PCa患者的96次FDG PET/CT检查结果。男性乳房发育定义为乳腺组织最大轴向直径（ADmax） ≥ 2.2 cm。将男性乳房发育严重程度分为三级：I级（ $2.2 < \text{ADmax} \leq 2.8$ cm）、II级（ $2.8 < \text{ADmax} \leq 3.6$ cm）、III级（ $\text{ADmax} > 3.6$ cm）。采用Mann-Whitney检验对男性乳房发育患者和非男性乳房发育患者之间的一般情况（年龄、BMI），基于PET/CT的肿瘤负荷（前列腺体积、前列腺病灶SUVmax、有无淋巴结、骨及内脏转移）及临床指标（前列腺癌Gleason评分、tPSA水平、疾病进程）进行比较。采用Spearman秩相关检验探讨有意义特征与男性乳房发育严重程度的相关性。

结果：27.1%（26/96）的患者诊断为男性乳房发育症，其中34.6%（9/26）的患者表现为I级男性乳房发育，11.5%（3/26）的患者表现为II级男性乳房发育，53.8%（14/26）的患者表现为III级男性乳房发育。男性乳房发育组的用药时间明显长于非男性乳房发育组（中位用药时间：22.5个月vs中位15.0个月， $p=0.058$ ），用药时间与男性乳房发育严重程度呈弱正相关（ $r=0.218$, $p=0.033$ ）。男性乳房发育者乳房组织FDG摄取显著高于非男性乳房发育者（ $p=0.016$ ），两者呈弱正相关（ $r=0.290$, $p=0.004$ ）。患者一般情况（年龄、BMI）和基于PET/CT的肿瘤负荷在男性乳房发育和非男性乳房发育组之间无显著差异。

结论：FDG PET/CT对前列腺癌患者ADT相关性男性乳房发育的检测和分级具有辅助价值。ATD用药时间是影响男性乳房发育的一个因素。

基于18F-FDG PET/CT的 ΔRLL 和 ΔRLS 对弥漫大B细胞淋巴瘤患者的预后评估价值

宋晴^{1,2}、张碧云^{1,2}
1. 南京中医药大学附属医院；2. 江苏省中医院

目的：评估18F-FDG PET/CT中病灶与肝脏标准化摄取值之比的变化率（ ΔRLL ）和病灶与脾脏标准化摄取值之比的变化率（ ΔRLS ）在弥漫大B细胞淋巴瘤（DLBCL）中的预后价值。

方法：回顾性分析2021年1月至2024年12月在南京中医药大学附属医院诊断为DLBCL的75例患者[男42例、女33例，平均年龄（ 62.7 ± 12.0 ）岁]，分析基线及治疗后18F-FDG PET/CT检查的患者的临床资料和治疗前后18F-FDG PET/CT相关参数，包括病灶代谢参数[最大标准化摄取值（SUVmax）、平均标准化摄取值（SUVmean）、标准化摄取峰值（SUVpeak）、肿瘤代谢总体积（TMTV）、病灶糖酵

解总量 (TLG)]; 单独手动分割的脾脏代谢参数[最大标准化摄取值 (SUV_{max-spleen})、平均标准化摄取值 (SUV_{mean-spleen})、标准化摄取峰值 (SUV_{peak-spleen})]及肝脏代谢参数[最大标准化摄取值 (SUV_{max-liver})、平均标准化摄取值 (SUV_{mean-liver})、标准化摄取峰值 (SUV_{peak-liver})]；病灶与肝脏标准化摄取值之比 (RLL) 及病灶与脾脏标准化摄取值之比 (RLS)；治疗前后的参数变化率 [Δ SUV_{max}、 Δ SUV_{mean}、 Δ SUV_{peak}、 Δ TMTV、 Δ TLG、 Δ RLL、 Δ RLS]。随访截止时间为2025年5月31日，观察并记录患者无进展生存期 (PFS)。通过受试者工作特征 (ROC) 曲线获得各代谢参数预测疾病进展的最佳截断值，Kaplan-Meier法和Log-rank检验比较不同因素对患者生存结果的影响，采用COX比例风险回归模型进行影响预后因素的变量分析。

结果：截至2025年5月31日，75例患者的中位随访时间为25.8 (23.5 – 27.8)个月，30例 (40.0%) 患者病情进展，9例 (12.0%) 患者死亡。平均PFS为32.2 (27.8–36.6) 个月。中位PFS未达 (截至随访终点生存率>50%)。1年PFS率为79.2%，3年PFS率为52.0%。多因素分析显示， Δ RLL[风险比 (HR) =42.112 (95% CI: 2.162–820.298)，P=0.041]、 Δ RLS[风险比 (HR)：4.081 (95% CI: 1.017–16.380)，P=0.047]和 Δ SUV_{max}[风险比 (HR)：24.455 (95% CI: 1.602–373.322)，P=0.022]是 PFS 的独立预后危险因素。

结论： Δ RLL和 Δ RLS是弥漫大B细胞淋巴瘤患者PFS的独立预测因子，可提供一定的预后预测价值。

18F-FDG PET/CT显像中SUV指数 与肺浸润性非黏液腺癌IASLC分级的关联分析

冯金宝、邵小南、牛荣

常州市第一人民医院/苏州大学附属第三医院

目的：新的肺浸润性非黏液腺癌 (Invasive non-mucinous adenocarcinoma, INMA) 组织学分级系统由国际肺癌研究协会 (International Association for the Study of Lung Cancer, IASLC) 病理委员会在2020年提出。其对于肺INMA的预后评估与精准诊疗至关重要。本研究探讨18F-FDG PET/CT显像中SUV指数 (病灶SUV_{max}/肝脏SUV_{mean}) 与IASLC新分级之间的关联性，旨在为后续建立可靠的术前预测IASLC分级模型提供基础。

方法：回顾性分析2018年1月至2023年6月于苏州大学附属第三医院行18F-FDG PET/CT检查，经术后病理证实为肺INMA的782例患者的临床及影像资料，其中男324例，女458例，平均年龄64.1 ± 9.1岁。根据SUV指数三分位数将所有病例分组：Tertile 1 (0.139–1.367, n=261)、Tertile 2 (1.381–3.915, n=260) 和Tertile 3 (3.919–12.841, n=261)。采用单因素及多因素logistic回归分析SUV指数与IASLC分级之间的关联性，采用广义相加模型 (generalized additive model, GAM) 和平滑拟合曲线评估二者之间的关系，采用分段回归模型进一步解释非线性。采用分层分析方法进行交互作用分析。

结果：所有患者中IASLC 1–2级共578例 (73.9%)，3级204例 (26.1%)。SUV指数三分位数组间比较结果示性别、吸烟史、分期、病灶类型、边缘、毛刺征、胸膜凹陷、血管集束征、空泡征、空气支气管征、CT值、肿瘤长轴 (D_{max})、实性成分比例 (consolidation to tumor ratio, CTR)、肿瘤体积、肿瘤代谢体积 (metabolic tumor volume, MTV)、病灶总糖酵解量 (total lesion glycolysis, TLG) 组间差异有统计学意义 (P均<0.05)。单因素logistic回归分析结果示年龄、性别、吸烟史、分期、病灶类型、边缘、胸膜凹陷征、血管集束征、空气支气管征、CT值、D_{max}、CTR、MTV、TLG、SUV指数均为3级肺INMA

可能的相关因素 (OR: 0.316–1627.533, $P < 0.1$)。多因素logistic回归分析结果显示, 充分调整混杂因素后SUV指数与3级肺INMA风险独立相关 (OR=2.086, 95% CI: 1.728–2.517, $P < 0.001$)。从Tertile 1到Tertile 3, 3级肺INMA平均概率分别为3.8% (95%CI, 1.7–8.6%)、8.1% (95%CI, 4.4–14.5%)、27.8% (95%CI, 17.1–41.8%)。GAM检验示, SUV指数与3级肺INMA风险之间呈近似“S”型曲线 (自由度: 2.488, $P < 0.001$)。分段logistic回归模型示, 当SUV指数低于5.636时, 3级肺INMA风险随SUV指数升高而平缓增加 (OR=1.437, 95%CI: 1.204–1.715, $P < 0.001$); 当SUV指数介于5.636和8.041之间时, 3级肺INMA风险显著升高 (OR=3.359, 95%CI: 1.730–6.521, $P < 0.001$), 提示存在明显的阈值效应; 而当SUV指数超过8.041后, 风险趋于平稳 (OR=1.020, 95%CI: 0.344–3.025, $P = 0.9715$)。交互作用分析示病灶位置、形状、体积、毛刺征和空泡征均不会改变SUV指数和IASLC分级之间的关联 (均 $P > 0.05$)。

结论: SUV指数是IASLC分级的独立相关因素, SUV指数越高3级肺INMA风险越大, 二者呈近似“S”型曲线关系, 其关系的阐明可有助于肺INMA的预后评估与精准诊疗。

伴有SMARCA4缺失的非小细胞肺癌临床及影像学表现分析

刘涛

中国人民解放军东部战区总医院

目的: 分析SMARCA4/BRG1缺失的非小细胞肺癌 (SMARCA4-deficient non-small cell lung cancer, SD-NSCLC) 的临床和影像学表现, 以提高对SD-NSCLC的认识。

方法: 对2024年1月至2024年12月期间我院收治的5例SD-NSCLC患者的临床表现、实验室检查、病理学资料 (包括组织病理学和免疫组化特征)、影像学表现 (包括CT、PET/CT和PET/MRI)、治疗策略及随访情况进行回顾性分析。

结果: 5例SD-NSCLC患者均为男性, 中位年龄70岁, 均伴有长期重度吸烟史。1例患者为体检发现, 其余4例患者均有咳嗽症状 (1例表现为干咳, 2例表现为咳嗽、咳痰, 1例表现为咳嗽、咳痰伴咯血)。3例患者血清CEA增高, 2例患者NSE增高, 2例患者多项肿瘤标志物增高。5例患者均有肺气肿和间质性肺炎征象。4例处于T1期, 1例处于T3期。3例出现淋巴结转移, 2例出现胸膜转移, 1例出现肺内及远处转移 (肾上腺、骨)。5例患者肿瘤原发灶均位于肺部外周带, 最大平均直径为5.5厘米。4例出现分叶征, 3例出现毛刺征, 1例出现支气管截断征。5例患者确诊前均未出现胸水征象。4例患者接受了18F-FDG PET/CT检查, 1例患者接受了18F-FDG PET/MRI检查, 5例患者的肺部病灶FDG摄取均增高 (SUV_{max} : 4.51–13.81)。5例患者均行免疫组织化学检查, 其中3例患者病理取材于手术切除标本, 1例患者取材于支气管镜下淋巴结活检, 1例患者取材于经皮肺穿刺活检组织。5例患者病理类型均为低分化腺癌, 其中3例患者病灶内伴有坏死, 1例病灶伴有神经内分泌分化。TTF-1在2例患者中呈阳性, CK7在4例患者中呈阳性。3例患者接受了手术治疗, 其中2例患者接受了术后化疗。另2例患者直接接受了化疗联合免疫治疗, 1名患者复查评估肿瘤缩小, 目前使用单克隆抗体继续治疗, 另1例患者复查评估进展, 治疗7周期后失访。

结论: SD-NSCLC的临床表现、影像学表现存在一定特征, 重度吸烟的中老年男性出现肺野外周部位的肿瘤, 邻近胸膜或胸壁受侵犯, PET/CT或PET/MRI提示肿瘤FDG代谢摄取增高, 应高度警惕SD-NSCLC的可能。

右侧髂骨恶性腱鞘巨细胞瘤伴肾转移¹⁸F-FDG PET/CT显像1例

朱俊辉、王静、朱玉春、王马丽
昆山市第一人民医院

[摘要] 恶性腱鞘巨细胞瘤 (MTGCT) 临床罕见, 主要转移至淋巴结和肺, 较少转移至肾。笔者报道1例老年女性右侧髂骨MTGCT伴右肾转移的¹⁸F-氟脱氧葡萄糖 (FDG) PET/CT显像病例, 分别从临床、病理、影像诊断与鉴别、分期、随访监测等多方面分析及讨论该疾病的特点, 以期更好的帮助该疾病的诊治。

关键词: 恶性腱鞘巨细胞瘤 ¹⁸F-氟脱氧葡萄糖 PET/CT

恶性腱鞘巨细胞瘤 (malignant tenosynovial giant cell tumor, MTGCT) 起源于滑膜细胞或向滑膜细胞分化的间充质细胞, 具有高度侵袭性, 临床罕见, 目前全世界仅报道50余例[1]。本病例旨在对这一罕见病例进行¹⁸F-FDG PET/CT影像学表现进行展现, 结合相关文献进行讨论分析, 以提高临床医师对该疾病的认识。

患者女, 65岁。右髋关节区疼痛一月。实验室检查: 尿常规检查: 尿隐血: 阳性3+, 镜检红细胞: 5-8/HP。肿瘤标志物检查示癌胚抗原13.20ng/ml, CA125: 111.60U/ml。胸腹部增强CT示: 右肺下叶软组织肿块, 大小约7.5cm5.7cm, 右肾盂区巨大软组织肿块影, 最大截面约8.36.3cm, 与肾实质分界不清; 右侧髂骨骨质破坏伴软组织肿块形成, 范围约4.9cm3.3cm; 诸病灶增强后均呈不均匀中度强化, 诊断为右肾盂癌伴肺转移、右侧髂骨骨转移。后患者行¹⁸F-FDG PET/CT检查, 初步诊断为右肾盂癌, 两肺多发转移灶, 全身多发肿瘤骨转移 (图1)。病理

结果: 右髋关节恶性腱鞘巨细胞瘤, 右肺下叶转移性恶性腱鞘巨细胞瘤(图2)。免疫组织化学

结果: AE1/AE3 (-), HMB45 (-), Desmin (-), ERG (部分+), CD117 (-), CD25 (-), CD30 (-), ALK (-), CD43灶 (+), CD3 (-), BCOR (-), CD20 (-), CD2 (-), FLI-1 (+), CD68 (+), CD163 (+), H3.3G34W (-), BRG1 (+), Ki67 (+约20%)。后患者采用派安普利单抗200mg+多柔比星脂质体40mg联合治疗, 经过8个化疗周期, 半年后复查PET/CT显示右侧髂骨、右肺下叶及右肾盂区软组织肿块较前明显缩小, 葡萄糖代谢较前明显减低 (图3)。由于患者高血压, 右肾重度积水且无功能, 穿刺风险较高, 因此患者右肾肿块虽未予以穿刺活检, 但经治疗后, 肿块明显缩小, 葡萄糖代谢明显减低, 根据实体肿瘤PET反应标准 (PERCIST), 定义为部分缓解, 结合病理, 一元论综合考虑为恶性腱鞘巨细胞瘤肾转移灶。

Comparison of diagnostic performance: 18F-FAPI-04 PET/CT versus 18F-FDG PET/CT in cervical cancer patients

Xiaoqing Du, Haitian Fu, Liping Chen, Yu Zhang, Yuan Wang, Chunjing Yu
the affiliated hospital of Jiangnan University

Purpose: Cervical cancer ranks as the fourth most diagnosed cancer and the fourth leading cause of cancer-related mortality among women, with approximately 604,000 newly diagnosed cases and 342,000 deaths globally in 2020. Accurate staging prior to treatment initiation is crucial for determining the most appropriate treatment plan. Surgical laparoscopic staging enables precise tumor staging and facilitates informed treatment decisions. Non-invasive techniques for accurately staging cervical N-status remain an unmet clinical need. For nodal staging in cervical cancer, conventional imaging modalities such as CT, MRI, and 18F-FDG PET/CT exhibit insufficient accuracy. Specifically, CT and MRI demonstrate sensitivities below 60% for diagnosing lymph node metastasis, particularly for para-aortic lymph nodes. A meta-analysis revealed that the estimated sensitivity of 18F-FDG PET/CT for detecting lymph node metastasis in cervical cancer was approximately 72%. However, with a false-negative rate as high as 20%, the accuracy of 18F-FDG PET/CT staging is considered inferior to that of operative nodal staging in clinical contexts. Fibroblast activation protein inhibitor (FAPI) PET tracers enable the detection of fibroblast activation protein (FAP), which is markedly overexpressed by cancer-associated fibroblast (CAFs) within the tumor microenvironment. This study aims to evaluate and compare the diagnostic performance of 18F-FAPI-04 PET/CT and 18F-FDG PET/CT in patients with cervical cancer.

Methods: A total of 43 female patients were included in this study, including 14 patients with cervical carcinoma (7 patients with newly diagnosed cervical cancer and 7 patients with suspected recurrence or metastasis following treatment for cervical carcinoma) and 29 female patients (6 in the reproductive period and 23 in the postmenopausal period) who underwent 18F-FAPI-04 PET/CT imaging with other malignant tumors not involving the female reproductive system at our institution between March 13, 2023, and December 29, 2024. 18F-FDG PET/CT was initially performed, followed by 18F-FAPI-04 PET/CT for comparison. The interval between the 2 examinations was no more than 7 days. The diagnostic performance of 18F-FAPI-04 PET/CT and 18F-FDG PET/CT was compared in terms of detecting the primary lesion and staging, identifying recurrent lesions, and detecting lymph node metastasis. Subsequently, the detection efficacy of 18F-FAPI-04 PET/CT and 18F-FDG PET/CT for lesions with different pathological types was further evaluated. Comprehensive gynecological histories and detailed menstrual phase data were systematically collected for all participants. The distribution characteristics of 18F-FAPI-04 in the normal uterus were assessed.

Results: 18F-FAPI-04 was well tolerated by all patients, with no related adverse effects reported. All primary lesions in the 7 patients with newly diagnosed cervical cancer, as well as recurrent lesions, exhibited high uptake of both 18F-FAPI-04 and 18F-FDG. No statistically significant difference was observed in the SUVmax of the primary cervical cancer lesions between 18F-FAPI-04 PET/CT and 18F-FDG PET/CT (17.23 ± 7.46 vs. 17.68 ± 8.94 , $t=0.109$, $P=0.917$, 95%CI: -9.82222 to 10.73651). We assessed the staging value of clinical/pathological findings, as well as 18F-FDG PET/CT and 18F-FAPI-04 PET/CT, in this patient cohort. Four patients were consistently

classified at the same stage across all 3 methods. However, 18F-FDG PET/CT led to misclassification in 3 patients (2 patients were incorrectly upstaged from Stage III B to III C1r, and 1 patient was erroneously upstaged from Stage I B2 to III C1r). In contrast, 18F-FAPI-04 PET/CT showed complete concordance with clinical/pathology staging for all 7 patients. 18F-FAPI-04 PET/CT exhibited superior diagnostic efficacy for detecting lymph node metastasis in cervical cancer compared to 18F-FDG PET/CT. The sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) for detecting lymph node metastasis by lesions were 99% vs. 65.7%, 100% vs. 22.2%, 100% vs. 90.3%, and 90% vs. 5.6%, respectively, for 18F-FAPI-04 PET/CT and 18F-FDG PET/CT. The SUVmax for lymph node metastasis in cervical squamous cell carcinoma and lymph node metastasis in cervical adenocarcinoma were significantly higher in 18F-FAPI-04 PET/CT compared to 18F-FDG PET/CT ($Z=-5.682$, $P<0.001$; $Z=-4.939$, $P<0.001$). The distribution characteristics of 18F-FAPI-04 in normal uteruses were consistent with previous research findings. The uterine volume in women of childbearing age is significantly larger than that in postmenopausal women and demonstrates markedly higher uptake of 18F-FAPI-04. The physiological uptake of 18F-FAPI-04 in the uterine body, cervix, and vagina was significantly higher than that of 18F-FDG in the corresponding regions. Furthermore, the uterine body exhibited markedly greater uptake of 18F-FAPI-04 compared to the cervix and vagina. The increased uptake of 18F-FAPI-04 by the uterus may potentially interfere with the detection of tumors originating in the endometrium or myometrium, thereby limiting the diagnostic efficacy for these tumors.

Conclusion: In this preliminary study, our findings indicate that 18F-FAPI-04 PET/CT can serve as a valuable tool for the diagnosis of cervical cancer, encompassing both initial staging and recurrence detection. Our results demonstrate that 18F-FAPI-04 PET/CT exhibits superior diagnostic accuracy for detecting lymph node metastasis in cervical cancer, including those originating from cervical squamous cell carcinoma and cervical adenocarcinoma. Consequently, 18F-FAPI-04 may represent a promising tracer for PET/CT imaging in the staging and follow-up of cervical cancer. Nevertheless, the diagnostic performance of 18F-FAPI-04 PET/CT in cervical cancer requires further validation through studies involving larger cohorts with pathologically confirmed lesions.

18F-FDG PET/CT 评价非小细胞肺癌纵隔淋巴结性质的临床应用价值

刘德峰、朱峰
徐州市中心医院

目的: 探讨18F-FDG PET/CT显像在评价非小细胞肺癌纵隔淋巴结性质的临床应用价值。

方法: 回顾性分析122例接受18F-FDG PET/CT检查和根治手术治疗的非小细胞肺癌患者, 所有原发病灶及淋巴结均由术后病理证实, 入选患者中男68例, 54女例, 年龄 62.12 ± 11.13 岁, 所有患者术前行18F-FDG PET/CT全身显像, 并由两名有经验的医生勾画所有可疑淋巴结及原发病灶的感兴趣区(ROI), 工作站根据受检者体重、注射药物剂量及注射时间自动生成最大标准摄取值(SUVmax), 分别记录所有可疑淋巴结SUVmax(SUVLN)及原发病灶的SUVmax(SUVTumor), 并计算两者的比率 $SUVLN/SUVTumor$ (SUVLN/Tumor)。利用受试者工作曲线(ROC)的曲线形面积(AUC)评估SUVLN及SUVLN/Tumor在转移性淋巴结诊断中的临床应用价值。

结果：122例患者共发现可疑淋巴结237枚，依据病理结果最终确诊转移性淋巴结94枚（39.7%），非转移性淋巴结143枚（60.3%），转移性淋巴结SUV_{max}：3.92 ± 1.73，非转移性淋巴结SUV_{max}：3.05 ± 1.23，转移性淋巴结SUV_{max}明显高于非转移性淋巴结，差异有明显统计学意义（ $p < 0.05$ ）。根据SUV_{LN}和SUV_{LN}/Tumor得到的ROC曲线下面积分别为0.647和0.861，SUV_{LN}/Tumor曲线下面积明显高于SUV_{LN}，差异有明显统计学意义（ $p < 0.05$ ）。依据SUV_{LN} > 2.5为标准判断转移性淋巴结的灵敏度为69.14%，特异性为58.74%，准确性为65.35%；利用ROC曲线确定SUV_{LN}判断转移性淋巴结的最佳诊断阈值为 ≥ 3.16 （灵敏度60.63%，特异性90.20%，准确性78.48%），SUV_{LN}/Tumor判断转移性淋巴结的最佳诊断阈值为 ≥ 0.35 （灵敏度为86.17%，特异性为92.30%，准确性89.87%）。依据SUV_{LN} > 2.5与SUV_{LN} ≥ 3.16 诊断转移性淋巴结，灵敏度、特异性及准确性均有显著差异（ $p < 0.05$ ），依据SUV_{LN}/Tumor ≥ 0.35 与SUV_{LN} ≥ 3.16 诊断转移性淋巴结，特异性无明显差异（ $p > 0.05$ ），灵敏度和准确性均有显著差异（ $p < 0.05$ ），依据SUV_{LN}/Tumor ≥ 0.35 与SUV_{LN} > 2.5诊断转移性淋巴结，灵敏度、特异性及准确性均有显著差异（ $p < 0.05$ ）。

结论：18F-FDG PET/CT SUV_{LN}/Tumor作为一个新的半定量指标可以更准确的评价非小细胞肺癌纵隔淋巴的转移的情况。

探讨18F-FDG PET/CT多代谢参数 在肺癌患者疗效评估的临床应用

朱峰

徐州市中心医院

目的：探讨PET/CT多代谢参数在肺癌治疗中的临床应用价值，提高肺癌疗效评估的准确性。

方法：回顾性分析我院92例肺癌患者。均在治疗前以及治疗1年后接受PET/CT检查。由两名有经验的核医学医师阅片，图像经核医学专业软件进行分析处理，于感兴趣区勾画，由软件识别生成按兴趣立方体束，测量区域内标准化摄取最大值（SUV_{max}）、标准化摄取平均值（SUV_{mean}）、肿瘤代谢体积（MTV）。并计算上述3项参数的变化率（ Δ 参数%），即（治疗前参数值-治疗后参数值）/治疗前参数值 $\times 100\%$ 。以病理结果作为标准，对比常规CT检查与PET/CT检查对肺癌分期的评估准确性。根据RECIST标准对肺癌患者的治疗效果进行评估，分为完全缓解、部分缓解、稳定与进展，其中客观有效是指完全缓解与部分缓解，稳定与进展为客观无效，对比客观有效与客观无效的SUV_{max}、SUV_{mean}、MTV变化率差异性。以RECIST的评估结果为准，将患者分为客观有效组与客观无效组，运用受试者工作曲线（ROC）分析SUV_{max}、SUV_{mean}、MTV变化率对肺癌治疗有效的评估价值。

结果：1. 常规CT检查、PET/CT检查对肺癌分期的评估准确性分别为77.17%（71/92）、91.30%（84/92），其中PET/CT检查的评估准确性更高，差异有统计学意义（ $\chi^2=6.918$ ， $P=0.009$ ， $P < 0.05$ ）。2. RECIST标准的评估结果分布情况，其中43.48%患者为完全缓解，31.52%为部分缓解，15.22%为稳定，9.78%为进展。3. 客观有效与客观无效的PET/CT各参数变化率差异性对比，客观有效患者的 Δ SUV_{max}%、 Δ SUV_{mean}%及 Δ MTV%（45.42 ± 10.36、36.68 ± 8.81、42.79 ± 9.55）均高于客观无效患者（12.37 ± 4.01、7.96 ± 2.06、21.41 ± 6.49），差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。4. PET/CT各参数变化率值评估肺癌疗效的价值分析， Δ SUV_{max}%、 Δ SUV_{mean}%及 Δ MTV%中的AUC、最佳截断值、灵敏度、特异度、约登指数分别为：0.685、33.08、0.822、0.825、0.647；0.749、37.95、0.856、0.878、0.734；

0.841、25.18、0.911、0.902、0.813, 其中 Δ MTV%对肺癌疗效的AUC、约登指数值最高。

结论: 肺癌患者治疗前后PET/CT检查的SUV_{max}、SUV_{mean}、MTV变化率对其疗效评估均具有评估价值, 其中MTV变化率的评估效能更为准确。在肺癌患者治疗过程中, PET/CT对其疗效评估具有一定价值, 不同参数 Δ SUV_{max}%、 Δ SUV_{mean}%及 Δ MTV%相比之下, Δ MTV%对肺癌疗效的评估价值最高。

18F-FDG PET/CT显像评价 MCT4 在胃癌发生发展临床应用价值

孟涛

徐州市中心医院

目的: 探讨18F-FDG PET/CT显像评价单羧酸转运蛋白(MCT4)在胃癌的表达及临床意义。

方法: 回顾性分析2018年—2021年徐州市中心医院收治的病理学诊断为胃腺癌的患者56例。其中男32例,女24例;年龄36~79岁,中位年龄58岁。纳入标准:①所有患者行手术治疗且病理诊断为胃腺癌;②入院前2周内行正电子发射计算机断层成像(PET-CT)检查且未接受化疗、放疗等其他治疗史者;③临床资料完整。排除标准:合并其他部位恶性肿瘤病史的患者。采用GEPIA2和kmplot数据库分析MCT1-4在胃癌组织的表达及其与胃癌疾病分期和预后的相关性。采用免疫组化法检测MCT4、葡萄糖转运蛋白(GLUT1)及缺氧诱导因子(HIF)-1 α 的表达。采用GEPIA2在线分析MCT4表达与GLUT1和HIF-1的关系。

结果: GEPIA2分析显示,MCT1和MCT4基因表达在胃癌组织较非肿瘤组织显著增高($P < 0.05$),而MCT2和MCT3的基因表达差异无统计学意义($P > 0.05$);MCT1和MCT4基因与胃癌分期相关性差异无统计学意义($P > 0.05$)。通过GEPIA2数据库分析MCT1和MCT4基因与疾病分期的相关性,结果均无显著统计学差异。进一步分析患者预后信息,GEPIA2数据库显示,MCT1、MCT4基因水平与胃癌总生存期(OS)无显著相关。然而kmplot数据库显示,MCT1 mRNA高表达的胃癌患者OS增加($P < 0.001$),MCT4 mRNA高表达的胃癌患者OS则减少($P < 0.001$)。根据人表皮生长因子受体-2(HER2)状态进行分层分析,HER-2阳性和阴性亚组中MCT4 mRNA高表达均提示预后不良。鉴于此,选择MCT4进行后续蛋白水平的研究。采用免疫组化检测入组患者肺癌组织及其配对的癌旁组织标本中MCT4蛋白表达水平。根据表达面积及表达强度,我们发现MCT4蛋白在30例(53.6%)胃癌组织中呈高表达(免疫组化评分 ≥ 3),而在17例(30.4%)癌旁组织中呈低表达,差异有统计学意义($P = 0.013$)。MCT4免疫组化评分在胃癌组织(3.19 ± 0.26)较癌旁组织(2.05 ± 0.18)明显升高($P = 0.0006$)。此外,胃癌组织中MCT4的表达在不同性别、年龄、肿瘤位置、大小、分化、浸润深度、淋巴结转移、临床分期等临床病理特征之间差异无统计学意义。MCT4高表达组的18F-FDG PET代谢参数SUV_{max}显著高于MCT4低表达组此外,GEPIA2分析提示MCT4基因表达与葡萄糖转运蛋白(GLUT1)和缺氧诱导因子(HIF-1)的表达呈正相关。免疫组化染色也验证了该结果。kmplot数据库显示MCT1 mRNA高表达患者总生存期(OS)增加($P < 0.001$),MCT4 mRNA高表达患者OS减少($P < 0.001$)。此外,MCT4蛋白表达在胃癌组织较正常组织明显升高($P = 0.0006$)。GEPIA2分析和免疫组化染色结果提示MCT4表达与葡萄糖转运蛋白(GLUT1)和缺氧诱导因子(HIF-1)的表达呈正相关。

结论: MCT4参与调控GC糖代谢的重编程和肿瘤微环境,与GC的发生发展密切相关,可作为潜在的预后标志物,有可能作为GC患者的候选治疗靶点

前列腺癌骨转移影像诊断研究进展

刘思年、张俊
泰州市人民医院

前列腺癌骨转移具有异质性强、进展复杂的特点，单一影像学手段或临床指标往往难以全面准确评估病情。因此，构建整合影像学、临床学与动态监测的综合评估体系，有助于提升疾病管理的科学性与个体化水平。

1. 结合临床指标和影像学结果

临床实践中，患者症状、实验室指标与影像结果往往互为补充，共同构成诊断决策的重要依据。例如，血清前列腺特异性抗原（prostate-specific antigen, PSA）水平与骨转移负荷密切相关，而循环肿瘤细胞（circulating tumor cells, CTC）的出现则提示肿瘤存在系统性播散倾向。结合PSA测定、MRI评估及靶向活检的筛查方案可显著降低过度诊断风险，但可能遗漏部分临床意义明确的癌症。研究显示，在血清PSA低于20 ng/mL的前列腺癌患者中，68Ga-PSMA-11 PET/CT对骨转移的检出率仍较高，分别达18%、34%和41%（对应PSA<5.0、5-10、10-20 ng/mL）。该结果表明，即便在低PSA水平下，PSMA PET仍具有重要的骨分期价值，支持其与传统影像技术开展前瞻性对比研究，并推动优化现行骨转移诊断指南。此外，mpMRI与CTC检测可互为补充，前者精准定位骨骼病变，后者反映肿瘤全身播散情况。研究表明，二者联合可将PCa骨转移的诊断敏感性提高至96%，特异性达92%，显著优于单一检测策略。临床实践中，建议建立综合评估模型，形成“2+N”诊断模式。“2”指基础影像评估方法（如骨扫描和X线/CT），“N”为动态监测手段（如MRI、PET/CT、血清标志物检测及骨活检等）。该模式整合多种技术优势，将临床指标与影像学结果结合，为个体化诊疗提供依据。

2. 动态监测与疾病评估

骨转移作为一种动态进展的疾病，其动态监测在临床管理中具有重要意义。采用“2+N”监测模式，影像学方面，推荐根据患者风险分层与治疗方案，在3-6个月进行一次WB-MRI或PSMA PET/CT检查，观察转移灶形态与PSMA表达的变化，判断疗效或早期识别进展。功能参数如ADC值、SUV_{max}、BTB负荷量的动态变化亦可为疗效判断提供量化依据，从而更精确地评估治疗反应。临床症状与血清指标变化同样具有重要参考价值。若患者出现新发骨痛、PSA水平急剧升高或CTC数量增加，应高度警惕骨转移的进展或耐药的可能性，及时调整治疗策略。综上所述，构建包括影像学检查、生物标志物监测与临床症状评估于一体的连续监测体系，为治疗决策的优化提供科学依据。

基线18F-FDG PET/CT代谢参数 预测食管鳞癌临床分期及生存

金民山、张俊
泰州市人民医院

目的：探讨基线18F-FDG PET/CT代谢参数在预测食管鳞癌临床分期及生存中的价值。

方法：回顾性分析2015.1-2021.10在泰州市人民医院就诊、病理确诊为食管鳞癌、治疗前行¹⁸F-FDG PET/CT检查的112例患者资料。收集代谢参数及生存状态数据：5种代谢参数分别为原发灶最大标准化摄取值（SUV_{max}），肿瘤代谢体积（MTV）（包括原发灶MTV_p和全身病灶MTV_t），肿瘤糖酵解值（TLG）（包括原发灶TLG_p和全身病灶TLG_t）；生存状态数据为无进展生存期（PFS）和总生存时间（OS）。根据患者临床分期分为早期组（I、II期）、晚期组（III、IV期），根据生存状态分为疾病无进展组、进展组及存活组、死亡组。应用SPSS 22.0软件进行统计学分析：两组间比较采用独立样本t检验或Mann-Whitney U检验；ROC曲线评价各参数对临床分期、PFS和OS的预测效能并确定最佳截止值；二元logistic回归探寻食管癌临床分期独立预测因子；COX回归分析找出PFS和OS的独立预测因子；Kaplan-Meier生存分析确定其预后价值。P<0.05代表具有统计学意义。

结果：晚期组、疾病进展组SUV_{max}、MTV_t、TLG_p、TLG_t均大于早期组、无进展组，死亡组MTV_p、MTV_t、TLG_p、TLG_t均大于存活组（均P<0.05）。二元logistic回归、COX回归分析结果显示：TLG_p（OR=0.95，P=0.012）、TLG_t（OR=1.05，P=0.015）是食管癌分期的独立预测因子；MTV_t（HR=3.04，P=0.003）和TLG_t（HR=2.58，P=0.043）是PFS的独立预测因子；MTV_t（HR=6.31，P=0.000）是OS的独立预测因子（P<0.05）。

结论：基线¹⁸F-FDG PET/CT代谢参数能够预测食管鳞癌临床分期以及患者生存。

99mTc-DTPA眼眶SPECT/CT显像 评估甲状腺相关性眼病活动性的价值

李加宁、周朋、李尧梅、邱娟、李志文、王刚
徐州市矿山医院

目的：了解^{99m}Tc-二乙三胺五乙酸（^{99m}Tc-DTPA）眼眶SPECT/CT显像在评估甲状腺相关性眼病（TAO）活动性中的临床应用价值。

方法：回顾性分析2022年4月至2024年3月于徐州中西医结合医院首诊的TAO患者58例，其中男性17例，女性41例，年龄44.19±10.72岁，共116只眼，按照临床活动性评分（CAS）分为活动期组（n=64，CAS≥3分）和非活动期组（n=52，CAS<3分）TAO。所有患者均行^{99m}Tc-DTPA眼眶SPECT/CT显像。由两名主治医师及以上职称医师分析图像定性判断TAO活动性，选择轴位眼外肌区域显示最佳、摄取放射性核素最多的层面，选取该层面放射性摄取最高的眼外肌，勾画该眼外肌感兴趣区，获得示踪剂平均摄取计数，另选取视神经水平枕叶脑组织感兴趣区作为本底，计算眼外肌与枕叶脑组织显像剂摄取比值（UR），半定量评估眼外肌放射性摄取率，并与CAS评分进行对比，以评价其对TAO活动性的诊断价值。其中15例活动期TAO患者于云克治疗后再次进行眼眶显像，比较治疗前、后UR值变化，评估治疗效果。

结果：通过分析图片定性判断TAO活动性与CAS评分具有很强的一致性（Kappa值0.808，P值<0.001），活动期TAO组UR值明显高于非活动期组，差异具有统计学意义（t值=10.104，P值<0.001），Spearman秩相关分析UR与CAS呈显著正相关（相关系数值为0.831，P值<0.001），眼外肌UR判断TAO活动性的ROC曲线下面积为0.954，判断活动期与非活动期的摄取率比值截断值为6.0，敏感性92.2%，特异性88.5%。活动期患者治疗后UR值较治疗前降低，差异有统计学意义（t值=11.714，P值<0.001）。

结论：^{99m}Tc-DTPA眼眶SPECT/CT显像技术安全、无创，易操作，临床应用应景良好，与CAS评分

共同应用，可为TAO患者的活动性分期提供更加客观、准确的依据，更有助于指导治疗方案的选择，且对活动期TAO治疗效果的评价具有良好的应用价值。

B细胞非霍奇金淋巴瘤治疗后肠系膜阳性病变的 18F-FDG PET/CT结果分析

戴娜、章斌

苏州大学附属第一医院

目的：本研究旨在通过分析一些临床变量和图像特征来识别B细胞淋巴瘤治疗后PET显示的肠系膜阳性病灶是否有疾病进展风险，以优化对治疗后18F-FDG PET/CT显示的肠系膜阳性病灶的解释。

方法：入组标准：1) 2018年1月至2024年12月经病理学确诊的B细胞非霍奇金淋巴瘤患者；2) 一线R-CHOP-like方案结疗后或根据中期评估换二线/增强方案治疗后；3) 在我院行治疗后FDG PET/CT疗效评估时，显示有肠系膜DS3-5分的病变者[由于包含部分低级别滤泡性淋巴瘤（FL），并拟探究对治疗后系膜病灶DS3分时的临床意义，此处纳入标准为DS3-5分的病变]；4) 随访时间 ≥ 6 个月，或6个月内出现进展者。排除标准：失访患者。随访临床变量包括性别、年龄、病理学类型、治疗前是否有肠系膜病灶，治疗后PET/CT显示的肠系膜病灶的DS评分（3、4、5分）、系膜病灶为单发或多发、病灶密度（病灶内直径1cm的ROI平均CT值和最大CT值）、形态（是否包含有边界清的结节样病变或单纯片絮状改变），CT上是否有可测量病灶（定义为结节或边界清的软组织病变，长径 ≥ 15 mm）、肠系膜外是否达到CMR，肠系膜病变处是否为原发病变累及部位等。根据Lugano标准或活检结果定义系膜区病变的复发或进展，记录PFS。通过单因素和多因素Cox回归分析，探讨影响B细胞淋巴瘤治疗后系膜DS3-5分病灶进展的危险因素。并采用Kaplan-Meier生存曲线展示不同因素对系膜病变进展的影响。

结果：共81名患者入组。其中30例低级别FL患者，51例侵袭性淋巴瘤患者（3例FL3b，2例MCL，5例FL伴DLBCL转化，1例高级别B细胞淋巴瘤，40例DLBCL）。单因素Cox回归分析显示，肠系膜外是否达到CMR（ $P=0.001$ ）、CT上是否有可测量病灶（ $P=0.018$ ）、病变形态（ $P=0.036$ ）、系膜病变平均CT值（ $P=0.003$ ）、系膜病变最大CT值（ $P=0.000$ ）等因素具有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。多因素Cox回归模型结果显示肠系膜外是否达到CMR（ $P=0.048$ ）、系膜病变最大CT值（ $P=0.003$ ）是影响系膜病变出现进展的独立影响因素。Kaplan-Meier曲线分析显示肠系膜外是否达到CMR、系膜病变最大CT值（ $> 62.5\text{Hu}$ vs $\leq 62.5\text{Hu}$ ）在随访期间系膜病变进展率分别为9.37% vs 47.05%（ $P < 0.001$ ）和1.92% vs 44.83%（ $P < 0.001$ ），进一步展示了这些因素对系膜病变进展具有预测价值。

结论：B细胞淋巴瘤治疗后系膜区高摄取FDG病灶并不少见。一些特定临床变量及图像特征有助于识别这些肠系膜阳性病灶是否有疾病进展风险。

一例骨髓增生异常综合征伴T淋巴母细胞白血病/淋巴瘤患者的¹⁸F-FDG PET/CT表现：病例报告及文献综述

周夜夜、邓胜明、章斌
苏州大学附属第一医院

一名36岁男性因发热和全血细胞减少（白细胞 $1.75 \times 10^9/L$ ，中性粒细胞 $0.88 \times 10^9/L$ ，血红蛋白 $51g/L$ ，血小板 $45 \times 10^9/L$ ，网织红细胞0.9%）入院。浅表淋巴结超声提示颈部、颌下、腋窝及腹股沟多发淋巴结肿大。外周血涂片未见原始细胞。骨髓检查：骨髓涂片：有核细胞增生明显活跃，原始细胞占1%，粒红两系病态造血 $>10\%$ 。免疫组化：CD20、CD79a、CD2、CD3、CD138、CD38、CD23、CD5、TdT、CD43、MPO、Kappa、Lambda阳性（Ki67 10%+），CyclinD1阴性。骨髓活检：粒系比例减低，红系比例增高，粒红两系病态造血 $>10\%$ ，巨核细胞成熟障碍；MDS相关检测：免疫分型：0.6%幼稚细胞群表达髓系标志；FISH检测阴性，未见染色体异常；基因突变：CBL 11q23.3变异（1.00%），U2AF1 21q22.3变异（7.70%）。初步诊断为骨髓增生异常综合征（MDS）。为评估造血干细胞移植指征，行¹⁸F-FDG PET/CT检查，结果示：全身骨髓弥漫性代谢增高（ $SUV_{max}=18.06$ ），未见骨质破坏；全身多发淋巴结肿大伴葡萄糖代谢增高（ $SUV_{max}=12.55$ ），累及颈部、腋窝、纵隔、腹膜后、右髂血管旁及腹股沟区；两侧口咽部增厚（ $SUV_{max}=11.82$ ）及右肺门结节（ $SUV_{max}=6.39$ ）代谢增高，伴脾脏轻度肿大；高度怀疑淋巴瘤浸润。行右颈部淋巴结活检示非典型淋巴细胞片状浸润，免疫组化示CD10（+）、TdT（+），符合T淋巴母细胞白血病/淋巴瘤。骨髓活检：幼稚细胞片状浸润，免疫组化示髓系标志（CD13、MPO、CD33等）弥漫阳性，伴T系标志（CD3、CD5、TdT等）局灶阳性，提示T淋巴母细胞白血病/淋巴瘤累及骨髓。最终诊断为MDS合并T淋巴母细胞白血病/淋巴瘤。患者接受CHOPE方案化疗（环磷酰胺+吡柔比星+长春新碱+泼尼松+依托泊苷），但病程中合并肺部感染及脓毒症，最终因多器官功能衰竭死亡。

基于¹⁸F-FDG PET/CT的瘤内与瘤周影像组学预测肺腺癌EGFR突变亚型

葛欣宇^{1,2}、邵小南²、张碧云¹

1. 江苏省中医院；2. 苏州大学附属第三医院

目的：探讨基于¹⁸F-FDG PET/CT的瘤内及瘤周影像组学特征和临床特征，构建预测肺腺癌患者EGFR突变亚型的三分类模型的价值及可解释性。

方法：该研究为横断面研究。回顾性收集703例肺腺癌患者数据，按8:2比例分层随机抽样分为训练集（563例）和测试集（140例）。在训练集，通过递归特征消除（RFE）选择临床特征。分别从PET和CT图像的瘤内及瘤周感兴趣区（ROI）提取影像组学特征，并保留ICC高于0.75的特征。使用最小冗余最大相关性（mRMR）和最小绝对收缩和选择算子（LASSO）筛选出最佳特征集。进一步构建PET/CT瘤内及瘤周联合模型和临床+PET/CT瘤内及瘤周综合模型。所有模型的预测效能均通过ROC曲线及AUC评

估, 并采用bootstrap方法比较不同模型的性能。

结果: 1. 在训练集中通过RFE选择性别、吸烟史、肿瘤形态、胸膜凹陷征和结节类型作为临床特征, 使用LR构建临床模型, 训练集和测试集的平均AUC分别为0.680和0.708。CT影像组学模型在训练集和测试集的平均AUC分别为0.813和0.674。PET影像组学模型在训练集和测试集的平均AUC分别为0.665和0.653。

2. 使用LR构建PET/CT瘤内及瘤周联合模型, 训练集和测试集的平均AUC分别为0.827和0.678。进一步加入临床特征, 构建临床+PET/CT瘤内及瘤周综合模型, 训练集和测试集的平均AUC分别为0.844和0.722, 该模型在测试集中表现出最佳效能。

3. Bootstrap结果显示, 测试集中临床+PET/CT综合模型的平均AUC (0.722, 95% CI: 0.655–0.784) 显著高于临床模型 (0.709, 95% CI: 0.646–0.766) 和PET/CT联合模型 (0.678, 95% CI: 0.603–0.746), P 均 <0.001 。具体来看, 测试集中预测野生型、19突变型、21突变型三个亚型的表现均为临床+PET/CT综合模型 $>$ 临床模型 $>$ PET/CT联合模型 (P 均 <0.001)。

4. 野生型的AUC在PET/CT模型 (0.723, 95% CI: 0.634–0.810)、临床模型 (0.779, 95% CI: 0.701–0.850) 和临床+PET/CT综合模型 (0.797, 95% CI: 0.716–0.868) 中依次递增; 19突变型的AUC在PET/CT模型 (0.640, 95% CI: 0.534–0.736)、临床模型 (0.674, 95% CI: 0.564–0.711) 和临床+PET/CT综合模型 (0.680, 95% CI: 0.574–0.772) 中依次递增; 21突变型的AUC在PET/CT模型 (0.671, 95% CI: 0.572–0.769)、临床模型 (0.674, 95% CI: 0.578–0.766) 和临床+PET/CT综合模型 (0.691, 95% CI: 0.600–0.782) 中依次递增。所有模型在测试集中, 三个亚型的表现均为临床+PET/CT综合模型 $>$ 临床模型 $>$ PET/CT联合模型 (P 均 <0.001)。

结论: 基于PET/CT的瘤内与瘤周影像组学三分类模型能够有效预测EGFR野生型及外显子19和21突变, 具有重要的临床应用价值。

以小脑作为参考脑区的半定量标准化摄取比值 (SUVr) 在阿尔茨海默病中的价值研究

孔维唯、洪智慧、裴之俊

苏州大学附属第二医院

目的: 本研究旨在探讨以小脑作为参考脑区的半定量标准化摄取比值 (Standardized Uptake Value Ratio, SUVr) 在阿尔茨海默病 (Alzheimer's disease, AD) 诊断和评估中的临床应用价值, 特别关注其与APOE E4基因携带状态、性别因素以及认知功能评分的相关性。

方法: 本研究采用横断面研究设计, 选择2024年6月至2025年5月在苏州大学附属第二医院临床诊断为可能的AD患者154例 (男性57例, 女性97例, 平均年龄 70.05 ± 8.08 岁)。所有患者均接受了 ^{18}F -AV45 PET/CT显像检查, 并收集了简易精神状态检查量表 (MMSE) 和蒙特利尔认知评估量表 (MoCA) 评分数据。使用CortexID软件自动分析半定量结果, 并导出以小脑为参考脑区的大脑复合皮质标准摄取值比值 (SUVr)。统计学分析采用Pearson/Spearman相关分析法评估各指标间的相关性; 对于正态分布的计量资料采用独立样本 t 检验, 非正态分布的计量资料则采用Mann-Whitney U检验。设定 $P < 0.05$ 为差异或相关性具有统计学意义。

结果: 1. 根据APOE E4基因携带状态分组分析显示, 携带组SUVr值 (1.31 ± 0.20) 显著高于非

携带组 (1.17 ± 0.21) ($t=0.491$, $P=0.003$)；按性别分组分析发现, 男性患者SUVr值 (1.28 ± 0.23) 显著高于女性患者 (1.20 ± 0.20) ($t=0.263$, $P=0.040$)。2. 相关性分析表明, 整体样本中SUVr值 (1.23 ± 0.21) 与MMSE评分 (18.45 ± 7.61) 呈显著负相关 ($r=-0.368$, $P<0.001$), 而与MoCA评分 (中位数15, 四分位距9–20.5) 无显著相关性 ($r=-0.163$, $P=0.133$)。在控制年龄和体重指数 (BMI) 后, SUVr与MMSE仍保持显著负相关 ($r=-0.334$, $P=0.002$), 与MoCA评分仍无显著相关性 ($r=-0.015$, $P=0.894$)。亚组分析显示, 在APOE E4基因携带组中, SUVr与MMSE评分 (19.46 ± 7.64) 无显著相关性 ($r=-0.168$, $P=0.454$), 与MoCA评分 (中位数15.5, 四分位距9.75–23.25) 也无显著相关性 ($r=-0.067$, $P=0.791$)；而在非携带组中, SUVr与MMSE评分 (21.13 ± 7.10) 呈显著负相关 ($r=-0.514$, $P=0.004$), 与MoCA评分 (中位数19, 四分位距12–22.25) 无显著相关性 ($r=-0.11$, $P=0.591$)。即使在控制年龄和BMI后, 非携带组中SUVr与MMSE的负相关关系仍然存在 ($r=-0.445$, $P=0.033$)。

结论: 本研究采用CortexID软件分析, 以小脑作为参考脑区时发现, APOE E4基因携带者及男性AD患者表现出更高的SUVr值; 半定量SUVr值与MMSE评分呈显著负相关, 这种相关性不受年龄和BMI的影响, 但与APOE E4基因携带状态有关。这些发现表明, 以小脑为参考脑区的SUVr测量可以作为AD诊断和病情评估的有效工具, 特别是在非APOE E4基因携带者中。本研究结果为AD的早期诊断和病情监测提供了重要的影像学生物标志物参考依据。

基于传统影像组学手工特征与深度特征的 18F-FDG PET/CT诊断模型 在肺持续性磨玻璃结节良恶性鉴别中的应用与比较

孙艳、邵晓梁、邵小南

常州市第一人民医院/苏州大学附属第三医院

目的: 本研究旨在开发基于传统影像组学手工特征 (Handcrafted features, HF) 和深度学习特征 (Deep features, DF) 的18F-FDG PET/CT诊断模型, 用于鉴别肺持续性磨玻璃结节 (ground-glass nodules, GGNs) 的良恶性, 并验证和比较其诊断效能。

材料与方法: 回顾性分析来自三个PET/CT中心的173例GGNs患者的临床资料 (共184枚结节)。所有患者均接受18F-FDG PET/CT和屏气胸部CT扫描, 最终经手术病理或随访明确诊断, 其中良性结节43枚, 恶性结节141枚。将数据集一 (苏州大学附属第三医院, SUTAH数据集) 的142枚GGNs (包括106枚恶性结节和36枚良性结节) 按7:3比例分层随机划分为训练集与内部验证集, 共同构成开发集, 用于模型的开发与优化; 数据集二和数据集三 (分别来自常州市第二人民医院, CZ2PH数据集和常州肿瘤医院, CZCH数据集) 共纳入42枚GGNs (包含35枚恶性结节和7枚良性结节), 作为外部测试集用于评估模型的泛化性能。本研究分别基于临床与影像特征、影像组学手工特征和深度特征构建诊断模型, 并对模型性能进行验证与比较。其中影像组学手工特征采用Pyradiomics软件 (版本3.0.1) 提取, 深度特征采用预训练卷积神经网络 (VGG19和ResNet50) 从PET和CT图像中提取。随后在训练集中采用Mann-Whitney U检验和最小绝对收缩与选择算子 (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator, LASSO) 进行特征筛选, 最终使用支持向量机 (Support Vector Machine, SVM) 分类器构建诊断模型。

结果: 与基于临床与影像特征的参考模型相比, CT影像组学手工特征模型 (CT_HF) 和PET影像组学手工特征模型 (PET_HF) 在验证集中表现更佳, 曲线下面积 (area under curve, AUC) 分别为0.889

和0.903（参考模型为0.864）。在外部测试集中，CT深度特征模型（CT_VGG19，AUC为0.851）、PET影像组学手工特征模型（PET_HF，AUC为0.833）和PET深度特征模型（PET_ResNet50，AUC为0.884）均优于参考模型（AUC为0.824）。基于PET_ResNet50和CT_VGG19深度特征构建的联合诊断模型在训练集、验证集和外部测试集中的AUC分别为0.906、0.810和0.927。决策曲线分析（decision curve analysis，DCA）显示，联合诊断模型的临床净获益最高；校准曲线结果也显示该模型具有更好的校准性能，进一步支持其在肺GGNs良恶性鉴别中的临床应用价值。

结论：基于深度特征构建的18F-FDG PET / CT诊断模型表现出较高的诊断性能和良好的泛化能力，可用于肺持续性磨玻璃结节患者的精准管理，并为临床手术决策提供支持。

基于18F-FDG PET/CT显像的总病灶糖酵解与肺浸润性非黏液腺癌IASLC新分级的关联性分析

冯金宝、邵小南、牛荣

常州市第一人民医院/苏州大学附属第三医院

目的：2020年国际肺癌研究协会（International Association for the Study of Lung Cancer, IASLC）病理委员会提出了一种新的肺浸润性非黏液腺癌（Invasive non-mucinous adenocarcinoma, INMA）组织学分级系统。准确识别肺INMA分级对于临床诊断、治疗方案选择以及预后判断至关重要。本研究拟通过探讨18F-FDG PET/CT显像中总病灶糖酵解（total lesion glycolysis, TLG）与新分级之间的关联性，旨在为肺癌的无创精准诊疗提供依据。

方法：回顾性分析2020年1月至2023年6月于苏州大学附属第三医院行18F-FDG PET/CT检查，经术后病理证实为肺INMA的389例患者的临床及影像资料。其中男性167例（42.9%），女性222（57.1%）例，平均年龄 64.8 ± 9.2 岁，有吸烟史132例（33.9%），共有401个病灶。将TLG按三分位数进行分组，分别为Tertile 1、Tertile 2和Tertile 3组，采用单因素及多因素logistic回归分析TLG与IASLC分级之间的关联性，采用广义相加模型（generalized additive model, GAM）和平滑拟合曲线评估二者之间的关系，采用分段回归模型进一步解释非线性。采用分层分析方法进行交互作用分析。

结果：401个病灶中有1级和2级肺INMA 310个（77.3%），3级肺INMA 91个（22.7%）。Tertile 3组的3级肺INMA占比更多（Tertile 3 vs. Tertile 2 vs. Tertile 1: 44.8% vs. 18.0% vs. 5.2%; $P < 0.001$ ）。单因素logistic回归分析示吸烟史、结节类型、分叶征、胸膜凹陷征、异常支气管征、CT值、肿瘤最大直径、肿瘤体积、TLG均为3级肺INMA的相关因素（OR: 0.413 ~ 9.866, P 均 < 0.05 ）。多因素logistic回归分析结果显示，在充分调整混杂因素（性别、年龄、吸烟史、结节类型、分叶征、胸膜凹陷征、异常支气管征、CT值、肿瘤最大直径、肿瘤体积）后，TLG与3级肺INMA风险独立相关（OR = 1.011, 95% CI: 1.003 ~ 1.020, $P = 0.0109$ ）。Tertile 2、Tertile 3组均与3级肺INMA独立相关（Tertile 2: OR = 4.346, 95% CI: 1.353 ~ 13.960, $P = 0.014$; Tertile 3: OR = 12.875, 95% CI: 3.321 ~ 49.908, $P < 0.001$ ）。随着三组TLG的增加趋势，3级肺INMA的可能性显著增加（趋势 $P < 0.001$ ）。GAM检验示，校正混杂因素后TLG与3级肺INMA风险呈近似线性正相关（自由度：1.000, $P < 0.05$ ）。分段logistic回归模型示（对数似然比检验 $P < 0.001$ ），当TLG低于15.857时，3级肺INMA风险随TLG的升高而增加（OR = 1.218, 95% CI: 1.112 ~ 1.715, $P < 0.001$ ），当TLG超过15.857时，3级肺INMA风险趋于平稳（OR = 1.008, 95% CI: 1.003 ~ 1.013, $P = 0.002$ ）。交互作用分析示病灶位置、形状、体积、毛刺征、血管束征和空泡征均不

会改变TLG和IASLC分级之间的关联 ($P > 0.05$)。

结论: TLG是IASLC分级的独立相关因素, TLG越高肿瘤为3级的概率越大, 二者呈近似线性正相关关系。

利用Uniform Phantom (均匀性模体) 验证SPECT/CT定量准确性

姜继伟、王燕、牟慧雯
苏州大学附属第一医院

目的: 随着全球范围内放射性药物研发的热度高涨, X线-单光子发射型电子计算机断层扫描 (SPECT/CT) 作为核医学的重要成像设备, 在多种疾病的诊断、治疗监测、以及放射性药物临床研究中发挥着不可替代的作用。标准化摄取值 (Standardized Uptake Value, SUV) 最初是为X线-正电子发射型计算机断层扫描 (PET/CT) 而建立的定量指标, 然而SPECT/CT与PET/CT显像原理不同, 再加上其灵敏度比PET/CT低1-2个数量级, 衰减校正更为复杂, 以及不同放射性核素能量各异和准直器多样性, 使得SPECT/CT定量长期面临巨大技术挑战。本研究目的是利用Uniform Phantom验证SPECT/CT定量准确性。

方法: (1) Uniform Phantom 模体灌装: 利用精准刻度的容器取去离子水, 通过漏斗灌入模体, 记录灌装体积; 通过注射器将2 mCi (74 MBq) 的 ^{99m}Tc 核素推入模体; 旋转/摇晃溶液以使溶液均质化; (2) SPECT/CT扫描: 采集参数与临床采集参数一致, 模体放置 SPECT/CT 轴向中心位置进行采集, SPECT/CT采集参数: 准直器: LEHR, 能窗: $140.51 \pm 10\%$ keV, 采集矩阵: 128×128 ; CT采集参数: 矩阵: 512×512 , 层厚 $\leq 3.75\text{mm}$; 重建参数: 算法: OSEM, 迭代次数: 2、4、8和16; 子集数: 15, 高斯滤波, 后滤波器参数: $\text{FWHM} = 2 \text{ pixel}$ 或 8.5 mm ; (3) 数据处理: 利用PMOD软件对模体从前到后, 从中心到外周勾画多个 ($n=12$) 25 mm 的小球进行测量, 计算不同迭代参数下每个小球内的SUVmean值。

结果: 迭代次数分别为2、4、8和16的不同重建算法下, SUVmean值分别为: 0.972 ± 0.007 、 0.979 ± 0.012 、 0.974 ± 0.005 、 1.005 ± 0.033 , 每个感兴趣小球内的 SUV mean值均在 $1.0 \pm 5\%$ 以内。

结论: 利用 ^{99m}Tc 核素灌装Uniform Phantom在SPECT/CT定量准确性验证发现, 其定量性能稳定, 准确性好, 可满足后续多种疾病的诊断、治疗监测、以及放射性药物临床研究需求。

18F-FDG PET/CT栖息地影像组学 联合集成学习预测结直肠癌同时性腹膜转移

包善磊、季丹丹
南通大学附属医院

目的: 本研究旨在基于 ^{18}F -FDG PET/CT图像中反映的肿瘤内异质性特征, 建立和验证预测结直肠癌 (CRC) 同时性腹膜转移的栖息地放射组学模型。

方法：回顾性分析南通大学附属医院2016年6月至2024年10月初诊初治CRC患者191例，按8:2比例将患者随机分为训练组（ $n=151$ ）和测试组（ $n=40$ ）。CRC腹膜转移（CRPM）的确诊主要依据活检或手术切除的病理检查结果，在病理诊断不可行时，需结合 ^{18}F -FDG PET/CT扫描后的临床和影像学随访结果进行综合判断。软件勾画CRC原发灶作为感兴趣区（VOI），在PET图像上逐层勾勒出病变，生成阈值为2.5的半自动3D VOI-PET。当PET和CT图像对齐良好时，PET衍生的VOI被直接映射到相应的CT图像上，生成VOI-CT。对于糖代谢较低的病灶，先在CT图像上勾勒VOI，然后映射到PET图像上。当PET和CT图像上病变边界不匹配时，每种模式各自生成单独的VOI。采用Otsu二值化方法，将VOI-PET划分为高代谢区域和低代谢区域，将高、低代谢区域的标签再映射到VOI-CT。从PET/CT图像中分别提取VOI-CT、VOI-PET及其子区域的影像组学特征，通过最小绝对收缩与选择算子进行特征筛选，利用逻辑回归（LR）量化CT和PET图像中CRC内部的异质性水平（ITH），得到CT肿瘤异质性评分（CT-ITHscore）和PET肿瘤异质性评分（PET-ITHscore）。通过单因素及多因素分析筛选影像特征、实验室及临床指标等相关因素，建立临床预测模型；通过结合临床特征、CT-ITHscore、PET-ITHscore构建多种6种栖息地影像组学模型及临床-栖息地影像组学联合模型。通过受试者工作特征曲线（ROC）的曲线下面积（AUC）、灵敏度、特异度、准确率等指标综合评估模型性能，并利用决策曲线分析（DCA）验证其临床实用性，通过SHAP分析可视化模型的决策过程。

结果：从CT图像中最终筛选出3个一阶特征、6个纹理特征，从PET图像中筛选出4个一阶特征、11个纹理特征并计算出CT-ITHscore和PET-ITHscore。基于临床因素及栖息地影像组学特征的6个同时性CRPM的预测模型，其中多层感知机模型AUC值最高（ $\text{AUC}=0.812$ ），基于集成学习的综合模型的AUC、准确性、灵敏度、特异度等四个指标平衡性较好，分别为0.810、0.803、0.808、0.778。SHAP方法能够可视化模型中所有患者每个特征的权重，能够提高模型可解释性。

结论：本研究构建的基于 ^{18}F -FDG PET/CT栖息地影像组学模型具有优异的CRC腹膜转移预测能力和临床应用价值，可为CRC腹膜转移的早期诊断、治疗及随访策略提供参考。

基于 ^{18}F -FDGPET/CT的生境放射组学 联合Stacking集成学习预测结直肠癌预后

季丹丹

南通大学附属医院

目的：本研究旨在基于 ^{18}F -FDG PET/CT图像中反映的肿瘤内异质性特征，建立预测结直肠癌(CRC)总生存期(OS)的生境放射组学模型。

方法：回顾性纳入南通大学附属医院2016年6月至2024年10月初诊初治CRC患者191例，按8:2比例将患者随机分为训练组（ $n=151$ ）和测试组（ $n=40$ ）。软件勾画CRC原发灶作为感兴趣区（VOI），在PET图像上逐层勾勒出病变，生成阈值为2.5的半自动3D VOI-PET。当PET和CT图像对齐良好时，PET衍生的VOI被直接映射到相应的CT图像上，生成VOI-CT。对于糖代谢较低的病灶，先在CT图像上勾勒VOI，然后映射到PET图像上。当PET和CT图像上病变边界不匹配时，每种模式各自生成单独的VOI。通过基于k-means聚类的两步无监督聚类过程实现瘤内生境。其次，基于每个栖息地共提取4032个影像组学特征，包括基于PET和基于CT的影像组学特征。然后，通过最小绝对收缩与选择算子进行特征筛选，采用Stacking集成学习方法，将6个机器学习分类器（支持向量机、逻辑回归、k均值聚类、随机森林、梯度

提升树、多层感知机)作为第一级学习器,Cox比例风险回归作为第二级学习器,建立多个影像组学模型。最后,根据C指数的计算选择最优模型,并构建与临床模型相结合的组合模型,以识别潜在的互补效应。

结果:在训练集中发现了3种空间差异明显的生境。在基于5种分割感兴趣体积与6种分类器的不同组合建立的30个Stacking集成学习模型中,支持向量机-Cox-生境-2模型被选为外部验证队列中C指数为0.732的最优影像组学模型。此外,将最佳影像组学模型与临床模型集成的联合模型实现了C指数为0.792的改进,同时联合模型在OS预测方面优于其他模型,在1年、2年和3年OS中的时间依赖性AUC分别为0.835、0.828和0.800。

结论:基于18F-FDG PET/CT的生境影像组学在CRC的OS预测方面优于传统影像组学,并通过与临床模型的整合进一步提高了预测能力。最佳联合生境模型在指导CRC个体化治疗方面具有潜在的应用前景。

18F-FDG PET/CT对胃腺癌中HER2中表达和低/零表达状态预测价值的初步研究

杨思捷、邵晓梁、张辛巳
常州市第一人民医院

目的：随着维迪西妥等新型抗体偶联药物（ADC）的问世，胃癌治疗正在进入精准医疗时代，研究证实，HER2 IHC2+/ISH-的胃癌患者同样可以从ADC治疗中获益。2025年CSCO指南基于临床药物的最新进展，进一步细化了胃癌HER2状态的分类及定义，将HER2阴性重新划分为：HER2中表达（IHC2+/ISH-）、低表达（IHC1+）或不表达（IHC0）。已有研究证实PET/CT可用于预测胃腺癌HER2阳性及阴性状态，但其对中表达与低/零表达亚组的鉴别价值尚未明确，因此本研究旨在探讨18F-FDG PET/CT对胃腺癌中HER2中表达和低/零表达状态的无创预测价值。

方法：本研究回顾性纳入201例术前接受18F-FDG PET/CT检查的胃腺癌患者，根据术后病理将所有患者分为HER2中表达组和低/零表达组。比较两组临床特征及PET/CT代谢参数的差异，利用ROC曲线确定最佳临界值将PET/CT代谢参数转化为分类变量。将有统计学意义的数据纳入Logistic回归分析。

结果：本研究中，HER2中表达患者有30例（14.9%），HER2低/零表达患者有171例（85.1%）。临床特征中仅T分期存在组间差异，其中HER2中表达患者的T分期（T1/T2 vs T3/T4）更低（ $\chi^2=9.61$ ， $P=0.002$ ）。而在PET/CT代谢参数中，仅MTV的组间差异具有统计学意义，HER2中表达患者的MTV更低（ $9.09[5.24-13.58]$ vs $13.59[7.17-24.72]$ ， $P=0.045$ ），余SUV_{max}、SUV_{mean}、TLG等参数组间比较均未见明显差异（ $P>0.05$ ）。进一步的Logistic回归分析中，MTV（OR=0.370；95%CI：0.138-0.997； $P=0.049$ ）及T分期（OR=0.397；95%CI：0.171-0.927； $P=0.031$ ）均为HER2表达的独立预测因子。

结论：在PET/CT常规代谢参数及临床特征中，仅MTV及T分期与HER2表达状态相关，提示18F-FDG PET/CT对胃腺癌中HER2中表达和低/零表达状态具有一定的预测价值。本研究中HER2中表达样本量相对有限，可能对研究结果造成一定的影响，后续将通过扩大样本量及采用影像组学分析方法进一步验证。

罕见的肺原发性脑膜瘤18F-FDG PET/CT显像一例

赵子璇
苏州大学附属第一医院

病例资料 患者男性，46岁，因“体检发现左下肺结节5年余”入院。患者5年前体检检查胸部CT发现左下肺结节，直径约1.1cm，无临床症状。头部CT未见异常。后定期随访，最近一次胸部CT提示结节较前增大。为进一步明确诊断行18F-FDG PET/CT显像，18F-FDG PET/CT示：左肺下叶软组织结节，边缘较光滑，大小约1920mm，伴糖代谢增高（SUV_{max}：4.45）。排除禁忌后患者行胸腔镜下左下肺楔形切除术，术后病理：（左下肺）结合免疫组化结果，考虑为异位脑膜瘤。免疫组化：EMA（弱+），PR（+），SSTR2（+），GFAP（-），S100（+），Ki-67（+，5%），SMA（+），CD34（-），STAT6

(-), CK(局灶+), CD99(-), CK18(部分+), CD56(局灶+)。

讨论:脑膜瘤是中枢神经系统常见的原发性肿瘤,绝大多数脑膜瘤位于颅内和椎管内。大多数脑膜瘤是良性的,但也有少部分病例会发生颅外转移,原发性颅外中枢神经系统脑膜瘤的发生则更为少见,报道的发病率仅为所有脑膜瘤的1%-2%,多位于头颈部,如眼眶、颅骨、副鼻窦、鼻、腮腺、口咽等,少数出现于纵隔和肾上腺等部位,而发生于肺的脑膜瘤更为罕见。

肺原发性脑膜瘤(primary pulmonary meningioma, PPM),又称肺异位脑膜瘤,其发病机制尚不清楚,一般认为异位脑膜瘤可能来源于胸膜下间充质细胞或异位于肺实质的蛛网膜帽细胞。生长缓慢,多为良性,部分可能具有侵袭性。由于其罕见性和非特异性的临床表现(常为偶然发现的孤立性肺结节,大多无明显临床症状),PPM的术前诊断极其困难,常被误诊为更常见的肺部病变,如原发性肺癌、转移瘤或良性肿瘤。其诊断主要依赖于组织病理学检查,特征性地表现为与颅内脑膜瘤相似的形态学和免疫组化特征。

PPM通常在CT上表现为边界清晰的实性或部分实性结节,偶有钙化,在18F-FDG PET/CT中表现为低至中度的代谢活性。这一发现虽然不具有诊断特异性,但具有重要的临床意义,提示病变可能具有良性或低度恶性潜能。这有助于临床医生在评估孤立性肺结节时调整鉴别诊断思路,并可能影响临床决策(如倾向于更保守的诊断策略或选择创伤较小的手术)。当遇到影像学表现相对良性且PET低代谢的肺部结节时,应将PPM纳入鉴别诊断范围,并最终通过组织学检查予以确认或排除。

多模态影像技术在乳腺癌治疗中的临床应用

陈奕、黄玥、冯玄烨、龚宇宁

常熟市第二人民医院

乳腺癌作为全球女性发病率最高的恶性肿瘤,仍然是严重威胁女性健康的主要因素。据数据显示,全球每年乳腺癌新发病例约210万例,且发病率仍呈持续上升趋势。传统的单一影像技术,如乳腺X线摄影、超声等在识别恶性乳腺病变中的敏感性、特异性方面存在局限,尤其对致密型乳腺组织和高危病变的识别能力有限。近年来,多模态影像技术通过整合多种成像技术的互补信息,结合人工智能算法,正在重塑乳腺癌精准治疗的诊疗范式。

一、多模态影像技术的研究进展

超声、X线、CT、磁共振成像(MRI)等传统的影像学技术在全面精准评估乳腺癌患者的疗效与预后中存在局限。多模态影像技术是指将不同成像方式获取的乳腺图像进行整合,实现对乳腺组织的全面、立体观察的一种技术方法,有望指导临床实现个体化、可视化、精准化的乳腺癌治疗。其核心价值在于利用各成像模式之间的优势互补,为临床提供更全面的信息,例如PET/CT则融合了正电子发射断层扫描的代谢信息与CT的解剖定位能力,能早期发现远处转移及监测治疗效果;新兴的PET/MRI一体化系统(如18F-FDG PET/MRI)同时提供解剖结构与代谢信息,正逐步应用于乳腺癌的精准分期和反应评估中;基于人工智能算法的影像特征挖掘、分类模型构建等技术也在乳腺癌的精准治疗中展现出发展潜力。

二、多模态影像技术的临床运用场景

1. 早期筛查和精准诊断

乳腺MRI是检测乳腺癌最敏感的检查方式,但其特异性较低,需要额外的影像学检查和穿刺病理明确诊断。PET-MRI将代谢和功能性PET数据与MRI的解剖细节和功能性灌注信息相结合,能够更加准

确的诊断早期病灶。研究数据表明,分别使用¹⁸F-FDG PET/CT和乳腺MRI进行检查,PET提供的功能信息可能提高MRI的特异性,一项针对36例确诊或疑似乳腺癌患者的研究显示,融合¹⁸F-FDG PET/CT与乳腺MRI检查可将阳性预测值从单独MRI的77%提高到98%,特异性从单独MRI的53%提高到97%。另外有研究显示,使用六种深度学习算法构建基于多模态医学影像(乳腺钼靶X线摄影和超声影像)的乳腺癌预测模型,该模型在特异性、准确率、精确率和AUC方面均优于单模态模型。相比之下,全身¹⁸F-FDG PET/CT对乳腺原发肿瘤的敏感性较低,但在诊断淋巴结转移方面展现优势。一项针对221例接受保乳手术及前哨淋巴结活检的乳腺癌患者回顾性研究显示,PET/CT对高淋巴结负荷诊断的灵敏度、特异度分别为70%、100%,且PET/CT上可疑腋窝淋巴结的数量与最终组织学检查的转移性淋巴结数量存在明显相关性[9]。Jung NY等人比较了105例经活检证实的乳腺癌患者中PET/CT和MRI的准确性,结果显示MRI识别出了所有105个(100%)原发性肿瘤,而PET/CT正确检测到了85个(81.0%)原发性肿瘤[10]。

2. 分子分型和治疗决策

多模态影像特征与乳腺癌分子亚型的关联研究为个体化治疗提供了新思路。有研究将乳腺X线摄影和超声图像结合,利用包含注意力机制的多模态深度学习模型来预测乳腺癌分子亚型。影像组学可从医学影像中提取大量高通量特征,通过分析这些特征与分子分型的相关性,利用人工智能算法建立预测模型和分子分型。研究者们常利用乳腺X线摄影、超声和MRI等多模态影像数据构建影像组学模型,挖掘不同模态影像中的特征信息,实现对乳腺癌分子分型的无创预测。

3. 术前评估和术中导航运用

术前评估对制定乳腺癌治疗方案至关重要。MRI在局部评估方面具有显著优势,能够检测双侧病灶、多灶性和乳管原位癌,评估肿瘤与胸壁、皮肤的关系。研究显示在评估局部肿瘤范围中,PET-MRI优于常规成像和全身PET/CT,至少与单独的乳腺MRI相当,且PET/MRI影像学分期与病理学分期的一致性较高。Morawitz等人证明,与仰卧胸部MRI、俯卧乳腺MRI和腋窝超声相比,仰卧胸部PET/MRI在检测腋窝淋巴结转移方面具有最佳的诊断性能。核医学探针将放射性核素与特定的靶向配体结合,可特异性靶向乳腺癌细胞或组织,通过PET或SPECT实现对乳腺癌的灵敏特异性诊断。如利用NRP-1靶向多肽、抗体等配体与放射性核素结合形成的探针,可检测NRP-1在乳腺癌中的表达和分布,为乳腺癌的早期诊断、分期及治疗监测提供重要依据。

SPECT/CT图像融合显像在骨转移病变中的应用价值

庞金荣

涟水县人民医院

摘要: 本文综述SPECT/CT图像融合显像技术在恶性肿瘤骨转移诊断中的临床应用价值。通过回顾相关文献,对比分析SPECT/CT融合显像与传统全身骨显像、SPECT单独显像在骨转移诊断中的效能差异,评估其在不同肿瘤类型骨转移检出中的表现。SPECT/CT融合显像在诊断准确性、敏感性和特异性方面均显著优于传统检查方法,该技术在肺癌、乳腺癌、前列腺癌等常见肿瘤的骨转移诊断中表现尤为突出。SPECT/CT融合显像技术为恶性肿瘤骨转移的早期诊断提供了更为精确的影像学依据,具有重要的临床应用价值。

关键词: SPECT/CT; 骨转移; 恶性肿瘤

恶性肿瘤骨转移是肿瘤进展至晚期的常见表现,严重影响患者的生活质量和生存期限。据统计,骨骼是恶性肿瘤血行转移的最常见部位,尤其在乳腺癌、肺癌、前列腺癌等实体瘤中发生率极高[1]。骨

转移的早期准确诊断对于制定合理的治疗方案、评估患者预后具有至关重要的意义。传统的影像学检查方法包括X线平片、CT、MRI以及全身骨显像等,但各有其局限性。全身骨显像虽然敏感性较高,但特异性不足,容易出现假阳性结果;而CT和MRI虽然解剖结构显示清晰,但对早期代谢改变的敏感性相对较低[2]。随着分子影像学技术的快速发展,单光子发射计算机断层成像与计算机断层成像的融合技术(SPECT/CT)应运而生,该技术结合了SPECT的高敏感性和CT的高分辨率解剖定位能力,为骨转移的精确诊断提供了新的技术手段[3-4]。

1 SPECT/CT技术原理与优势

1.1 技术原理

SPECT/CT融合显像技术是将单光子发射计算机断层成像(SPECT)与计算机断层成像(CT)有机结合的一体化影像设备。该技术通过同机融合的方式,将SPECT提供的功能代谢信息与CT提供的精确解剖结构信息相结合,实现功能与解剖的完美融合[5]。在骨转移诊断中,SPECT部分主要反映骨代谢活跃程度,通过 ^{99m}Tc -MDP等骨显像剂的摄取分布来显示骨骼代谢异常区域;而CT部分则提供详细的骨骼解剖结构信息,有助于病灶的精确定位和性质判断[6]。

1.2 相对于传统方法的优势

与传统的全身骨显像相比,SPECT/CT融合显像具有显著优势。研究显示,SPECT/CT融合显像的诊断准确率高达94.5%,敏感性和特异性分别达到97.2%和92.3%,而传统全身骨显像的诊断准确率仅为55.2%,特异性仅为23.5%[1]。这种显著的性能提升主要归因于CT提供的解剖信息能够帮助区分良恶性病变,减少假阳性结果的发生。同时,SPECT/CT能够更好地显示病灶的空间关系和周围组织结构,为临床治疗决策提供更为详尽的信息[7]。

1.3 图像质量与病灶检出

SPECT/CT融合显像在病灶检出率方面表现优异。多项研究表明,该技术对不同部位骨转移病灶的总检出率显著高于全身骨显像[4,9]。特别是对于单发骨转移瘤的诊断,SPECT/CT的敏感性可达76.19%,特异性达89.29%,诊断准确度为81.43%,均显著优于传统全身骨显像的50.00%、60.71%和54.29%[5]。这种优势在脊椎、胸廓、骨盆等易发生转移的部位尤为明显。

2 不同肿瘤类型的应用价值

2.1 肺癌骨转移诊断

肺癌是最常见的发生骨转移的恶性肿瘤之一,SPECT/CT在肺癌骨转移诊断中表现突出。研究显示,在非小细胞肺癌(NSCLC)患者中,SPECT/CT同机断层融合显像的诊断敏感度为81.63%,特异度为88.73%,准确率为85.83%[2]。当联合肿瘤标志物检测时,诊断效能进一步提升,联合诊断的曲线下面积(AUC)可达0.930,最佳诊断敏感度为87.76%,特异度为88.73%[2]。在病灶分布方面,肺癌骨转移主要发生在脊椎(44.35%)、胸廓(26.09%)、骨盆(13.91%)等部位[8]。

2.2 前列腺癌骨转移诊断

前列腺癌具有高度的骨转移倾向,SPECT/CT融合显像在前列腺癌骨转移诊断中具有重要价值。研究表明,SPECT/CT融合骨显像诊断前列腺癌骨转移的敏感度为97.14%,特异性为93.94%,明显优于单纯SPECT全身骨显像的敏感度92.86%和特异性72.73%[7]。当结合血清前列腺特异性抗原(PSA)、游离前列腺特异性抗原(FPSA)、碱性磷酸酶(AKP)等生化指标时,三者联合诊断的ROC曲线下面积可达0.987,显著提高了诊断效能[7]。

Integrating Deep Learning of Primary Tumor and Cervical Metastatic Lymph Nodes for Predicting initial Distant Metastasis in Nasopharyngeal Carcinoma Patients Based on 18F-FDG PET/CT Imaging

Yun Zhang¹, Ying Cao²

1. Department of PET/CT Center, Jiangsu Cancer Hospital& Jiangsu Institute of Cancer Research& The Affiliated Cancer Hospital of Nanjing
2. School of Mathematics, Nanjing University

Purpose: Globally, nasopharyngeal carcinoma (NPC) accounts for 0.7% (133,354 cases) of new cancer cases and 0.8% (80,008 deaths) of cancer-related mortality. The disease exhibits a distinct geographic distribution, with 83% of cases occurring in Asia. Predominantly affecting males in East Asia, NPC is projected to rise significantly in incidence and mortality by 2040, particularly in Asian populations. Owing to the anatomically concealed location of the nasopharynx, >50% of NPC patients present with advanced-stage disease at diagnosis, while approximately 10% exhibit distant metastases (DM) at initial presentation. The American Joint Committee on Cancer (AJCC)/Union for International Cancer Control (UICC) approved the ninth edition of the NPC staging system (TNM-9) for global application in 2025. This revision first classified M1 into M1a (≤ 3 metastatic lesions in ≥ 1 organs/sites) and M1b (>3 metastatic lesions in ≥ 1 organs/sites) based on the number of distant metastatic lesions. This stratification may enable refined selection of candidates for intensive therapy over palliative care among metastatic NPC patients. Therefore, it is of utmost importance to be able to detect whether the patient has DM and to determine the location and number of the metastases before the treatment begins. Fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission computed tomography (18F-FDG PET/CT) demonstrates superior performance to conventional work-up (e.g., chest radiography, abdominal ultrasound, bone scan) in diagnosing DM. Recent advancements in artificial intelligence (AI) enable deep learning (DL) algorithms to efficiently analyze large datasets of medical images. These algorithms play pivotal roles in the preoperative diagnosis, therapeutic efficacy evaluation, detection of recurrence and metastasis and prognosis determination of NPC. DL models applied to imaging data for predicting initial DM in NPC have been infrequently reported in prior studies. While both previous studies utilized MRI, no research has applied DL models to 18F-FDG PET/CT imaging for predicting initial DM in NPC. This study aimed to develop a pretreatment DL model using 18F-FDG PET/CT imaging to predict initial DM risk in NPC. This model could enable rigorous screening and intensive treatment strategies for high-risk patients, thereby enhancing therapeutic efficacy and survival rates.

Methods: A retrospective cohort of 193 patients with 94 DM and 99 non-DM patients (randomly selected from 1500) was analyzed. To address the small-sample characteristics of the NPC dataset and ensure robust model training and reliable evaluation, a five-fold cross-validation strategy was adopted. Three DL architectures (ResNet18, DenseNet121, EfficientNet-B0) were trained on single-modality CT images, single-modality PET images, and dual-modality CT+PET images. In total, 9 prediction models were established. Performance was assessed via accuracy,

precision, recall, F1-score, and ROC-AUC. 9 models combining DL features, radiomics features of T +CMLN or T-only, clinical data, and SUVmax-T using Multilayer Perceptron (MLP) and Random Forest (RF) classifiers were established. Permutation feature importance analysis identified key predictors of the clinical features and SUVmax of the primary tumor..

Results: The study cohort comprised 94 patients with DM. To mitigate potential model bias arising from the disparity in sample sizes between groups, 99 patients were randomly selected from a pool of 1500 patients without DM. No significant differences were observed between the two groups regarding age, height, weight, blood glucose level, or gender distribution. However, a statistically significant difference was found in SUVmax between the groups. Across all model categories, prediction models utilizing radiomics features alone demonstrated the lowest performance metrics (mean ROC-AUC: 0.739, 0.656, 0.715). Diagnostic performance remained suboptimal in three key configurations: radiomics model (mean ROC-AUC =0.739), ResNet18 features + radiomics(T+CMLN) model (mean ROC-AUC = 0.765), and ResNet18 features + radiomics(T+CMLN) features + clinical features+ SUVmax-T with RF(T+CMLN) (mean ROC-AUC = 0.752).

The diagnostic performance of RF(T+CMLN) model (mean ROC-AUC = 0.765) incorporating ResNet18 features, radiomics(T+CMLN) features is not superior to that of RF(T) model (mean ROC-AUC = 0.767) incorporating ResNet18 features, radiomics(T) features. Among ResNet18+radiomics(T) models, MLP(T) model outperformed RF(T) model (mean ROC-AUC: 0.824 vs 0.767). Integration of clinical features and SUVmax-T further improved both models (MLP(T): 0.839; RF(T): 0.787).

The predictive performance of all six models constructed using the RF algorithm was inferior to that of the standalone ResNet-18 dual-modality DL model. The MLP(T) model incorporating ResNet18 features, radiomics(T) features and the MLP(T) model incorporating ResNet18 features, radiomics(T) features, clinical features and SUVmax-T achieved optimal performance across all metrics among the 10 evaluated models (mean ROC-AUC: 0.824, 0.839). Permutation feature importance analysis revealed SUVmax-T as the predominant contributor to the RF(T) model incorporating ResNet18 features, radiomics(T) features, clinical features and SUVmax-T, surpassing five other clinical variables.

Conclusion: Our findings strongly supported the use of integrated DL models on multimodal 18F-FDG PET/CT images, augmented by radiomics features of the primary tumor and key clinical and metabolic parameters like SUVmax, for accurate non-invasive prediction of initial DM in NPC. The ResNet18-based hybrid model incorporating ResNet18, radiomics, clinical features, and SUVmax of the primary tumor represents a promising tool for risk stratification. This work may be can provide a foundational framework for the development of advanced AI models aimed at directly diagnosing metastatic lesions.

基于uEXPLORER的68Ga成像参数探索-Phantom实验

刘寒辉、刘航、祝建凯、姜继伟
苏州大学附属第一医院

目的：uEXPLORER是一款创新的Total-Body PET/CT设备，具有194厘米的超长轴向覆盖范围，其高时间分辨率和超高灵敏度为临床分子影像提供了新的选择。本研究旨在通过Phantom实验，探索uEXPLORER上进行68Ga成像时的最佳参数。

方法：采用 NEMA 标准体模评估不同⁶⁸Ga PET/CT 扫描方案（涉及扫描持续时间和重建迭代次数）的成像偏差。设定热球与背景的放射性浓度比为 4:1，并利用背景变异系数（Background Variability, BV）、对比度恢复系数（Contrast Recovery Coefficient, CRC）、和对比度噪声比（Contrast-to-Noise Ratio, CNR）等客观指标，综合分析不同采集时长及重建方案下的图像质量。确定基于uEXPLORER的⁶⁸Ga成像的最佳参数设置。所有PET原始数据均使用数据切割技术重建，以模拟uEXPLORER上20s、30s、40s、60s、120s、180s以及300s的采集持续时间。图像重建算法固定选择有序子集最大期望算法结合飞行时间技术（OSEM+TOF），改变迭代次数分析其对图像质量的影响。

结果：研究结果显示，随着采集时间的延长，图像的BV逐渐降低，以迭代次数2为例，采集时间由1min增加至2min时，BV变化最大（9.73%–20.47%）；随着采集时间的延长，不同直径背景ROI的BV值差距变小，如在5min采集时间，迭代次数为2的情况下，10mm，13mm，17mm，22mm，28mm，37mm的BV值分别为3.86，2.71，2.44，2.23，1.86，1.62。CNR同样随采集时间的延长而增大，40s至2min时增加效果最为明显（31.1%–57.3%）；当采集时间由2min继续增加时，CNR的变化逐渐平稳（11.1%–26.4%）；当采集时间为1min时，除了10mm直径的小球外，其余直径小球的CNR均大于5。改变迭代次数时，不同直径背景ROI的BV值均随迭代次数的增加而增加，相同直径ROI的BV值也随迭代次数的增加而增加。CRC的变化趋势与BV一致。CNR随迭代次数的增加，虽无明显变化规律，但在采集时间为1min时，除了10mm直径的小球外，其余直径小球的CNR也均大于5。

结论：延长采集时间可以提高PET的图像质量，基于uEXPLORER的高性能，在采集时间为1min的时候即可满足临床诊断需求，5min可以获得较高的图像质量。但对于模拟的小病灶（如 10mm 球体），5min 采集所得图像质量仍显不足，提示小病灶可能需要更长的采集时间。总体来讲，基于此Phantom实验表明，通过合理的参数设置和优化，可以获得高质量的⁶⁸Ga成像结果。为临床诊断和治疗提供了有力的支持，也为未来分子影像技术的发展奠定了基础。

小肠小蓝圆细胞恶性肿瘤¹⁸F-FDG PET/CT显像一例

王静、朱玉春

昆山市第一人民医院

[摘要] 小蓝圆细胞恶性肿瘤是一类具有高度侵袭性的肿瘤，通常在儿童和青少年中较为常见，但在老年患者中也有发生。小蓝圆细胞恶性肿瘤在小肠原发极其罕见，可能仅占所有小肠恶性肿瘤的不足0.1%。笔者报道1例老年女性小肠小蓝圆细胞恶性肿瘤¹⁸F-FDG PET/CT显像病例，分别从临床、病理、影像诊断与鉴别等方面分析及讨论该疾病的特点，以期更好的帮助该疾病的诊治。

关键词：小蓝圆细胞 ¹⁸F-氟脱氧葡萄糖 PET/CT

小蓝圆细胞恶性肿瘤（Small Round Blue Cell Tumors, SRBCTs）是一类具有高度侵袭性的肿瘤，通常在儿童和青少年中较为常见，但在老年患者中也有发生。小蓝圆细胞恶性肿瘤在小肠原发极其罕见，可能仅占所有小肠恶性肿瘤的不足0.1%。该类肿瘤的临床表现多样，常见症状包括腹痛、消化不良及肠梗阻等，且由于其临床表现与小肠腺癌、小肠淋巴瘤等相似，常常导致误诊或漏诊[1]。影像学检查如CT和PET/CT在诊断中发挥着重要作用，能够帮助识别肿瘤的存在及其扩散情况，确诊完全依赖病理学检查及免疫组化（CD99、CD34、Desmin、MyoD1等标志物检测），分子遗传学检测（如尤文肉瘤的EWSR1基因融合）对分型至关重要。临床报道以个案为主，尚无区域性流行病学研究数据支持。

患者女，78岁，因“中上腹疼痛不适持续1周”入院，既往结肠多发息肉病史。小肠CT平扫图显

示小肠多发软组织肿块，部分融合伴肠腔狭窄，肠系膜及腹膜后多发肿大淋巴结，腹膜增厚合并大量积液。小肠CT三期增强扫描呈中度强化。实验室检查：血清糖类抗原125：630.40U/ML，血清糖类抗原153：151.70U/ML。为进一步确定病变性质，行18F-FDG PET/CT(联影uMI780扫描仪)显像，结果提示小肠多发肿块伴胸膜、腹膜及肠系膜增厚，多发肿大淋巴结显示，均伴18F-FDG代谢增高，考虑恶性病变。B超下引导小肠肿块穿刺活检，病理结果显示小蓝圆细胞恶性肿瘤，免疫组化表现为CD3阳性、BCL-2阳性且KI67指数高达90%，提示该肿瘤为高度侵袭性恶性肿瘤，考虑为淋巴造血系统来源恶性肿瘤。该病例突显了小肠小蓝圆细胞恶性肿瘤的诊断挑战，为小蓝圆细胞恶性肿瘤的临床表现及影像病理特征提供了重要的参考价值，提示需加强对该类疾病的认识与研究。

基于18F-FDG PET/CT影像组学构建的机器学习模型 对乳腺癌HER2表达状态的预测价值

高建雄¹、孙振国²、陈鹏²、王跃涛¹

1. 常州市第一人民医院/苏州大学附属第三医院核医学科；2. 连云港市第一人民医院

目的：本研究旨在应用极端梯度提升（extreme gradient boosting, XGBoost）算法，基于18F-FDG PET/CT影像组学特征构建预测乳腺癌中的人表皮生长因子受体2（human epidermal growth factor receptor, HER2）不同表达状态的模型，并评估不同模型的预测价值。

方法：回顾性纳入连云港市第一人民医院（中心1，n=181）和苏州大学第三附属医院（中心2，n=88）治疗前行18F-FDG PET/CT检查的乳腺癌患者。分析了两项分类任务：区分HER 2阴性与HER 2阳性（任务1）和区分HER 2零表达与HER 2低表达（任务2），对于每项任务，将来自中心1的患者以7:3的比例随机分为训练组和内部测试组，而来自中心2的患者作为外部测试组。通过分割PET及CT图像提取影像组学特征并筛选出PET及CT模态的最佳特征集，使用XGBoost算法分别建立单模态影像组学模型（CT_Rad和PET_Rad），使用SHAP分析对模型进行解释，通过受试者工作特征曲线下面积（the area under the receiver operating characteristic curve, AUC）、准确度、灵敏度、特异度、阳性预测值（positive predictive value, PPV）和阴性预测值（negative predictive value, NPV）评价模型性能。决策曲线分析法（decision curve analysis, DCA）用于评估模型的临床净效益。采用DeLong检验对模型AUC进行成对比较。双侧P<0.05为差异有统计学意义。

结果：在任务1和任务2中，以临床特征构建模型预测乳腺癌患者HER2不同表达状态的效能不佳，外部测试集中AUC值分别为0.530和0.532。而CT_Rad和PET_Rad在任务1及任务2中，均取得了中等预测效能（内部及外部测试集AUC：0.690-0.844），且SHAP分析显示，4个单模态影像组学模型中，权重最高的特征均为评估肿瘤异质性的Wavelet小波特征。进一步基于CT_Rad和PET_Rad构建的PET+CT联合模型，预测效能得到了进一步提升，且优于单一影像组学模型及临床模型，任务1中内部及外部测试集AUC为0.842和0.787，任务2中内部及外部测试集AUC为0.916和0.788。进一步分析DCA及校准曲线可以发现，任务1及任务2中，PET+CT联合模型训练集、内部测试集及外部测试集校准度良好，且较其他模型具有较高的临床获益度。

结论：18F-FDG PET/CT影像组学模型，尤其是PET+CT联合模型可以无创预测乳腺癌患者HER2不同表达状态。

· 核心脏病学的基础和临床研究 ·

双时相心肌灌注显像评价自身免疫性心肌损害的动物实验研究

邵科晶、朱宝、陈飞、肖翼春、胡伟
无锡市人民医院

目的：系统性红斑狼疮可导致患者心肌功能障碍，其临床表现往往轻微或不典型，早期诊断困难。本研究通过建立自身免疫性心肌损害大鼠模型，分析大鼠 ^{99m}Tc -MIBI心肌灌注显像中显像剂分布特点及相关因素，探讨心肌灌注显像评价自身免疫性心肌损害的可行性。

方法：选取雄性Lewis大鼠，通过对其后肉垫内进行猪心肌球蛋白免疫注射，构建自身免疫性心肌损害模型。于建模后第0/2/3/4周对模型大鼠（ $n = 7/7/6/5$ ）及对照鼠（ $n = 6/5/5/5$ ）进行 ^{99m}Tc -MIBI心肌灌注显像，比较两组大鼠心肌洗脱率、心脏/纵膈计数比值（H/M）、心肌放射自显影图像、心功能、线粒体损伤情况、心肌p-糖蛋白表达水平及心肌损害病理改变。组间数据统计学分析采用t检验，组内多时间点数据分析采用单因素方差分析。

结果：（1）模型鼠心肌 ^{99m}Tc -MIBI洗脱率进行性增高（ $F = 17.050$ ， $p < 0.001$ ），建模后第4周洗脱率与E/e'存在显著正相关（ $F = 12.180$ ， $p = 0.008$ ， $r = 0.777$ ）。（2）模型鼠1h H/M、3h H/M于建模后第4周时明显低于对照鼠（ 1.67 ± 0.03 vs 1.79 ± 0.01 ， 1.64 ± 0.02 vs 1.74 ± 0.01 ； $t = 3.667$ ， 4.173 ； $p = 0.007$ ， 0.003 ）。（3）模型鼠心肌放射自显影：建模后第3周心肌局部出现放射性分布减低，建模后第4周心肌出现不均性、片灶性放射性分布减低区，范围第21天时明显扩大，室壁较前增厚。（4）大鼠心肌线粒体透射电镜照片：模型鼠心肌线粒体损害呈进行性加重，表现为线粒体肿胀、双膜结构及线粒体脊破坏、密度减低。（6）蛋白凝胶电泳：建模后第4周两组大鼠心肌p-糖蛋白表达水平（IOD）无显著差异（ 129.40 ± 11.14 vs 142.60 ± 44.08 ； $t = 0.290$ ； $p = 0.779$ ）。（7）心肌组织H&E染色提示模型鼠心肌纤维排列欠规整，局部心肌纤维内可见空泡状改变。

结论： ^{99m}Tc -MIBI心肌灌注显像能够显示自身免疫性心肌损害引起的心肌放射性分布异常，模型鼠心肌 ^{99m}Tc -MIBI摄取减低、洗脱率增高，与心肌损害、线粒体数量、功能异常有关；双时相心肌灌注显像可为临床诊断自身免疫性心肌损害提供重要信息。

非酒精性脂肪肝病对可疑冠心病患者发生心肌缺血及短期心血管预后的价值

田雨
常州市第一人民医院

目的：探讨非酒精性脂肪肝病（NAFLD）对可疑冠心病患者心肌缺血的发生及短期心血管预后危险

分层的价值。

方法：回顾性分析2022年1月1日至2024年6月30日于苏州大学附属第三医院接受负荷-静息心肌灌注成像（MPI）的疑似冠心病患者。基于负荷/静息心肌灌注显像评估心肌缺血情况。通过非增强计算机断层扫描（CT）获得受试者的肝/脾CT值、心外膜脂肪体积（EFV）以及冠状动脉钙化积分（CACS），并收集年龄、性别等临床资料。NAFLD诊断标准：肝脏/脾脏CT值<1且无饮酒史。自行MPI之日起开始随访6~24个月，直至主要不良心血管事件（MACE）发生或随访结束。采用多因素COX回归分析MACE危险因素（单变量 $P<0.1$ 纳入）。模型1包括传统危险因素、BMI、CACS和EFV等，模型2增加NAFLD。通过净Harrell's C指数、重分类改善指数（NRI）、综合判别改善指数（IDI）评估NAFLD的增量价值。

结果：本研究共纳入319患者（ 61.7 ± 10.1 岁，男性55.5%），其中166名（52.0%）患者MPI诊断心肌缺血，120名（37.6%）患者有NAFLD。与MPI正常组相比，心肌缺血组BMI、TG水平及NAFLD患病率、MACE发生率均显著高于正常组（均 $P<0.05$ ）。单因素及多因素logistic回归分析NAFLD是心肌缺血的独立危险因素（OR=3.98，95%CI: 2.41~6.56， $P<0.001$ ）。Kaplan-Meier生存曲线显示，合并NAFLD的心肌缺血患者预后最差（ $P<0.001$ ）。单因素COX回归分析结果表明，男性、NAFLD、EFV、BMI、腹型肥胖、糖尿病是心肌缺血患者短期内发生MACE事件的危险因素（ P 均 <0.05 ）。多因素COX回归分析结果显示，NAFLD是心肌缺血患者发生MACE的独立危险因素（HR= 3.698， $p<0.001$ ）。加入NAFLD的模型2显著改善了预测效能（Harrell's C指数0.700 vs 0.655， $P<0.001$ ；NRI=0.240，IDI=0.065，均 $P<0.05$ ），且模型2显著提高了模型拟合度（ $\chi^2=50.001$ vs 31.928， $P<0.001$ ）。

结论：NAFLD是发生心肌缺血的独立危险因素。此外，NAFLD可作为评估心肌缺血患者短期预后的新型危险分层指标。与传统的临床危险因素、CACS及EFV相比，NAFLD在预测MACE方面展现出更高的增量价值。

基于 ^{18}F -FDG PET/CT的无卒中房颤患者脑代谢与认知功能的相关性研究

岳悦、王跃涛
常州市第一人民医院

目的：心房颤动作最常见的心律失常类型之一，其发病率随年龄增长而升高。房颤并非良性病变，不仅损害心功能，还会影响其他系统，大量文献证实，房颤与脑卒中、心力衰竭及死亡率增加等不良结局密切相关。认知功能障碍会显著降低患者生活质量，并带来巨大的社会经济和照护负担。近年多项研究发现，房颤可能增加认知功能障碍和痴呆风险，且这种关联独立于卒中事件。因此，阐明房颤与认知功能的关系及其机制，对识别未来认知功能障碍的高危人群、优化房颤患者的早期治疗和管理至关重要，也为改善患者长期生活质量、延缓认知衰退具有重要临床价值。房颤相关认知功能障碍往往伴随脑结构改变。 ^{18}F 脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描/计算机断层扫描（ ^{18}F -FDG PET/CT）作为一种无创分子影像技术，可精准量化脑区葡萄糖代谢，在预测神经退行性疾病的早期代谢改变方面有着独特价值。因此，本研究采用 ^{18}F -FDG PET/CT技术，旨在明确无卒中房颤患者的脑代谢改变特征，并探究其与认知功能的相关性。

方法：本回顾性队列研究纳入2018年1月1日至2022年12月31日期间在苏州大学附属第三医院接受 ^{18}F 脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描/计算机断层扫描（ ^{18}F -FDG PET/CT）检查的68例无卒中房颤

患者及68例年龄匹配的窦律对照者。采用DPABI软件分析脑区代谢差异，使用简易精神状态检查量表（MMSE）评估认知功能，系统收集心电图、超声心动图等临床资料。通过相关性分析探讨房颤患者各脑区标准化摄取值比率（SUVR）与认知功能的关系。

结果：房颤组MMSE评分显著低于窦性心律组（25.00(24.00–26.00) vs 27.00(25.00–28.00)， $p<0.001$ ）。房颤患者额叶、颞叶、枕叶、岛叶皮质、扣带回及尾状核等多个脑区SUVR值降低，而小脑VIII叶SUVR值升高。房颤组左侧距状皮层（Calcarine_L）SUVR值每增加1个单位，认知障碍风险降低99.5%（校正OR=0.005， $p=0.032$ ）；右侧距状皮层（Calcarine_R，校正OR=0.004， $p=0.033$ ）、左侧舌回（Lingual_L，OR=0.002， $p=0.038$ ）及右侧舌回（Lingual_R，OR=0.002， $p=0.035$ ）同样显示保护性效应。

结论：无卒中房颤患者存在特定脑区代谢异常，部分异常代谢活动与认知功能下降密切相关，这些代谢改变可能成为预测无卒中房颤患者认知障碍的潜在神经生物学标志物。

心外膜脂肪组织密度与缺血伴非阻塞性冠状动脉疾病风险显著相关，并可被他汀类药物调节

孙凡、王跃涛

常州市第一人民医院

背景：缺血伴非阻塞性冠状动脉疾病（INOCA）是一种特殊类型的冠状动脉疾病，其临床预后较差，心血管不良事件发生风险显著增高。现有研究表明，其发病机制可能与炎症作用、冠状动脉微循环功能障碍及血管内皮功能异常等多因素相关。心外膜脂肪组织（EAT）作为一种具有重要临床价值的成像生物标志物，其在冠心病发生发展中的影响近年来备受关注。EAT位于心肌与心包脏层之间，是一种代谢活跃型的内脏脂肪组织，通过分泌多种生物活性分子发挥其生物学功能。研究表明，这些旁分泌和内分泌因子可对血管系统产生促炎作用，从而促进冠状动脉粥样硬化及心血管疾病的发生发展。而他汀类药物治疗表现出与降脂作用无关的多效性，并可以降低脂肪衰减值从而有效抗炎。基于此，本研究旨在探讨EAT密度与INOCA的关联性，并验证他汀类药物对该关联的调节作用。

方法：本研究回顾性纳入281例因心绞痛等疑似心肌缺血症状接受单光子发射计算机断层心肌灌注显像（SPECT-MPI）检查的患者。所有患者在SPECT-MPI检查前后3个月内均完成冠状动脉造影（CAG）或冠状动脉CT血管造影（CCTA），且经证实无阻塞性狭窄（狭窄程度 $<50\%$ ）。采用手动测量结合软件自动分析的方法获取EAT体积（ cm^3 ）与密度（HU值）。同时收集患者MPI检查时的他汀类药物使用史及其他相关临床资料。

结果：研究结果显示，106例（37.72%）患者存在心肌缺血。与非缺血患者相比，缺血患者的体重指数（BMI）显著更高（ $25.35 \pm 3.58 \text{ kg/m}^2$ vs. $24.50 \pm 2.95 \text{ kg/m}^2$ ， $P<0.05$ ），且EAT密度明显升高（ $-76.69 \pm 3.77 \text{ HU}$ vs. $-77.47 \pm 3.64 \text{ HU}$ ， $P<0.05$ ）。经校正年龄、性别、BMI、吸烟史、高血压、糖尿病及高脂血症等混杂因素后，多因素logistic回归分析显示EAT密度与INOCA风险独立相关（OR=1.456，95%CI: 1.128–1.897， $P<0.01$ ），即EAT密度每增加1个标准差（3.64 HU），INOCA风险升高45.6%。广义加性模型（GAM）分析表明，在调整上述混杂因素及EAT体积后，EAT密度与INOCA风险呈线性正相关（平滑项edf=1.001， $P=0.004$ ；非线性检验 $P=0.254$ ）。调节效应分析显示，他汀类药物使用对EAT密度与INOCA风险的关联具有显著调节作用（交互作用项 $\beta=-0.039$ ， $P=0.046$ ）。简单斜率分析进一步证

实,在未使用他汀类药物的患者中,EAT密度与INOCA风险显著正相关($\beta=0.032$, $P<0.001$),而在他汀类药物患者中该关联明显减弱($\beta=-0.007$, $P=0.70$)。

结论:本研究证实EAT密度是INOCA的独立危险因素,两者存在显著的线性正相关关系。更重要的是,他汀类药物可显著减弱EAT密度与INOCA风险的正相关性。这些发现不仅凸显了EAT密度在INOCA诊断中的临床价值,也可能为INOCA患者的临床治疗策略提供新的理论依据。

探讨门控SPECT MPI中零钙化积分患者 阻塞性冠心病的危险因素

刘保、王跃涛
常州市第一人民医院

目的:本研究调查门控SPECT MPI中零钙化积分(coronary artery calcium score, CACS)患者冠状动脉狭窄的严重程度,分析在零CACS患者中,与阻塞性冠心病(coronary artery disease, CAD)相关的心血管危险因素和SPECT MPI指标。

方法:本研究回顾性纳入我院314名确诊或疑似慢性冠状动脉综合征患者,均接受了一站式静息和负荷SPECT MPI和胸部CT扫描,使用Agatston算法获得CACS,入组患者均为零CACS。收集患者的临床资料,包括基本资料和心血管危险因素等。所有患者在检查前或检查后30天内均接受了冠状动脉造影,冠状动脉造影均由2位经验丰富的心脏病专家进行视觉解释。阻塞性CAD定义为左前降支,左回旋支,右冠状动脉及主要分支内径狭窄 $\geq 70\%$ 或左主干狭窄 $\geq 50\%$ 。通过视觉分析评估灌注图像中有无心肌缺血。在负荷MPI至少两个轴向和两个层面上出现显像剂稀疏或缺陷且静息MPI恢复定义为心肌缺血。使用自动定量分析软件QGS评估室壁运动和室壁增厚率。在一个区域的两个连续节段中显示的室壁运动异常总评分(summed motion score, SMS) ≥ 2 和室壁增厚异常总评分(summed thickening score, STS) ≥ 2 被认为是异常的。

结果:在314例零CACS患者中,任一血管出现狭窄 $\geq 70\%$ 的比例为8.92%(28/314),狭窄 $\geq 50\%$ 的比例为22.93%(72/314)。在狭窄 $\geq 70\%$ 的28例患者中,单支病变占85.71%(24/28),双支病变占14.29%(4/28),无三支病变。在狭窄 $\geq 50\%$ 的72例患者中,单支病变占80.56%(58/72),双支病变占12.50%(9/72),三支病变占6.94%(5/72)。在单因素logistic回归分析中,高脂血症,糖尿病,高血压,可逆性心肌缺血和SMS ≥ 2 这五个变量的P值 <0.1 。多因素logistic回归分析表明,糖尿病和可逆性心肌缺血是阻塞性CAD的独立危险因素。

结论:在门控SPECT MPI检查且CACS为零的人群中,有一定比例的冠状动脉狭窄,但严重多支血管病变的比例相对较低。糖尿病和可逆性心肌缺血是该人群阻塞性CAD的独立危险因素。

静息SPECT MPI联合¹⁸F-FDG PET心肌代谢显像诊断应激性心肌病一例

刘保、王跃涛
常州市第一人民医院

病例资料 患者，61岁，女性，在经历情绪事件后出现胸痛。超声心动图显示前壁近心尖室壁运动减低，左室射血分数（LVEF）为48%。急诊心电图显示窦性心动过缓，QTc延长，q波（导联I和aVL），房性早搏，T波倒置（导联I-II，aVR，aVL，V3-V6）。肌钙蛋白5.175ng/ml(正常值:0-0.04ng/ml)增高。急诊冠状动脉造影显示冠状动脉均无明显狭窄，患者被诊断为应激性心肌病（SCM）。随后进行了^{99m}Tc-MIBI单光子发射计算机断层扫描（SPECT）心肌灌注成像（MPI）和¹⁸F-FDG正电子发射计算机断层扫描（PET）心肌代谢成像。MPI显示左室前壁中段灌注轻度减少。QGS半定量分析显示3个节段的灌注减少，灌注异常总得分为5，11个节段的室壁运动异常，室壁运动异常总得分为23。心肌代谢显像显示左室前壁中段，前壁近心尖，心尖部，下壁近心尖的葡萄糖代谢降低。3个月后，MPI显示原心肌灌注和室壁运动异常区域均恢复正常。超声心动图显示室壁运动正常，LVEF为61%。

讨论：SCM是一种临床表现类似急性心肌梗死的暂时性心功能不全综合征，最早由日本学者Sato于1991年提出，因左心室造影表现与日本捕鱼的章鱼类似，又称Takotsubo综合征，好发于绝经期女性。SCM的病因尚未完全明确。多数SCM患者有应激病史，包括精神应激及生理应激。SCM按照室壁运动异常部位分为心尖型、心室中部型、基底部型及局限型，最常见且典型的SCM类型是心尖型。SCM的病理生理机制尚未完全阐明，大多数证据表明交感神经刺激是其发病机制的核心。SCM患者在急性期和恢复期血浆儿茶酚胺和神经肽Y水平显著升高，超过急性冠脉综合征患者。此外，其它可能的机制有可逆性冠脉微循环功能障碍、心外膜冠脉痉挛、儿茶酚胺类物质对心肌细胞的毒性作用等。核素心肌灌注及代谢显像在SCM诊断中的应用也被广泛报道。既往有研究报道SCM功能异常节段心肌血流灌注减低，同时，另一些研究则报道该节段灌注仍保持正常，存在争议。本例患者表现为左室前壁中段心肌血流灌注减低，其机制有待进一步研究验证。该患者的心肌代谢成像显示左室前壁中段，前壁近心尖，心尖部，下壁近心尖心肌葡萄糖代谢降低，表现为“灌注-代谢匹配”的影像特征。综上，SCM患者的影像学特征是室壁功能异常节段的心肌血流灌注减少，同时伴有葡萄糖代谢降低。MPI和心肌代谢成像有望有助于SCM病理生理机制的诊断和研究。

心外膜脂肪组织介导胰岛素抵抗指数对预后产生不良影响

王春博^{1,2}、王跃涛^{1,2}

1. 常州市第一人民医院；2. 苏州大学附属第三医院核医学科

背景：冠心病仍是我国的主要死亡原因，心外膜脂肪组织参与冠心病的发生和发展。研究发现，腹部内脏脂肪组织是胰岛素抵抗对心外膜冠状动脉疾病进展的重要中介因素。然而，当前针对心外膜脂肪组织是否介导胰岛素抵抗对主要不良心血管事件的研究较少。

方法：回顾性纳入2014–2024年于苏州大学附属第三医院核医学科行SPECT/CT MPI且在3个月内行冠脉造影或冠脉CTA的疑似冠心病患者。胰岛素抵抗指数（METS-IR）定义为血脂和空腹血糖相关公式： $METS-IR = [\ln(2FPG(mg/dl) + TG(mg/dl) \cdot BMI(Kg/m^2)) / \ln(HDL(mg/dl))]$ 。阻塞性冠心病定义为在患者层面中至少一支心外膜冠状动脉及其主要分支狭窄直径 $\geq 50\%$ ；心肌缺血定义为总积分差(SDS) ≥ 2 。在心脏CT上勾画心包脏层计算心外膜脂肪体积（Volume）和密度（MEAN），脂肪像素定义为 $-190 \sim -30HU$ ；对患者进行随访，主要不良心血管事件（MACE）定义为全因死亡、非致死性心肌梗死、非计划性血运重建、心绞痛再入院、新发心力衰竭以及新发卒中。使用R函数surv_cutpoint寻找最佳截值，CMAverse包被用于四向性分解中介分析。

结果：总共485例患者最终被纳入研究中，所有患者均无失访，其中MACE组112例，非MACE组373例。与非MACE组相比，MACE组具有更低的心外膜脂肪密度（ -79.50 ± 3.23 vs -78.47 ± 3.58 , $t=7.34$, $p=0.007$ ）。单因素cox回归分析表明， $Volume > 178.28$ ($HR=1.84$, $95\%CI: 1.25-2.69$, $z=3.12$, $p=0.002$)、 $MEAN > -75$ ($HR=0.23$, $95\%CI: 0.08-0.62$, $z=-2.91$, $p=0.004$)、 $METS-IR > 34.85$ ($HR=1.85$, $95\%CI: 1.06-3.25$, $z=2.16$, $p=0.031$)均与MACE相关。在调整传统心血管危险因素、阻塞性冠心病、心肌缺血及钙化积分对数后， $Volume > 178.28$ (adjusted $HR=1.58$, $95\%CI: 1.01-2.47$, $z=2.02$, $p=0.04$)、 $MEAN > -75$ (adjusted $HR=0.26$, $95\%CI: 0.10-0.72$, $z=-2.61$, $p=0.009$)与MACE独立相关。纳入传统心血管危险因素、阻塞性冠心病、心肌缺血、钙化积分对数、 $Volume > 178.28$ 及 $MEAN > -75$ 的多因素cox回归分析表明， $MEAN > -75$ (adjusted $HR=0.29$, $95\%CI: 0.10-0.79$, $z=-2.411$, $p=0.016$)而不是 $Volume > 178.28$ (adjusted $HR=1.39$, $95\%CI: 0.89-2.18$, $z=1.441$, $p=0.15$)与MACE独立相关。单因素逻辑回归表明， $Volume > 178.28$ 与 $METS-IR > 34.85$ 具有相关性 ($OR=8.33$, $95\%CI: 4.03-20.21$, $z=5.23$, $p<0.001$)， $MEAN > -75$ 与 $METS-IR > 34.85$ 具有相关性 ($OR=0.39$, $95\%CI: 0.22-0.70$, $z=-3.23$, $p=0.001$)。未经调整的中介分析表明， $Volume > 178.28$ 对 $METS-IR > 34.85$ 与MACE之间存在部分中介作用 (总效应 $HR=1.87$, $95\%CI: 1.12-3.69$, $p=0.018$; 直接效应 $HR=1.54$, $95\%CI: 0.91-3.12$, $p=0.112$; 间接效应 $HR=1.21$, $95\%CI: 1.03-1.44$, $p=0.012$; 中介效应百分比=38%, $95\%CI: 4\%-134\%$, $p=0.029$)； $MEAN > -75$ 同样也对 $METS-IR > 34.85$ 与MACE之间存在部分中介作用 (总效应 $HR=1.91$, $95\%CI: 1.17-3.84$, $p=0.01$; 直接效应 $HR=1.73$, $95\%CI: 1.05-3.39$, $p=0.031$; 间接效应 $HR=1.10$, $95\%CI: 1.02-1.23$, $p=0.009$; 中介效应百分比=19%, $95\%CI: 4\%-64\%$, $p=0.019$)。

结论：更高的体积与更低的密度与疑似冠心病患者更差的预后相关；心外膜脂肪密度与预后的相关性比体积更强；胰岛素抵抗指数对预后的影响部分通过心外膜脂肪体积和密度进行中介。揭示这些途径有利于对冠心病患者进行精准诊疗。

不适当心动过速1例

吴倩、王亚楠、张纯、鹿存芝
徐州市中心医院

患者女性，35岁，主诉心慌、胸闷1月。既往无高血压（HBP）、糖尿病（DM），血脂正常，体重指数（BMI）22（正常范围），腰围80 cm（女性正常上限），胸围A罩杯（提示无肥胖相关代谢风险）。长期睡眠欠佳7年，可能为自主神经功能紊乱的诱因。辅助检查：心电图：窦性心动过速（静息心率 >100 次/分）。静息心肌灌注显像（MPI）：①前壁大范围重度灌注减低；②左室射血分数（EF）显著降低至36%（提示心功能受损）。冠状动脉CT血管成像（CCTA）：冠脉三支未见明显狭窄，排除阻塞性冠心病。初步诊断：不适当窦性心动过速（IST）。治疗与随访：给予 β 受体阻滞剂（如美托洛

尔)控制心率至70次/分以下,改善生活方式及睡眠质量。17天后症状完全消失,复查MPI显示心肌灌注及心功能明显改善。

病理生理机制分析: 本例的核心问题是心肌供需失衡导致的灌注异常,需从“供”与“需”两方面深入探讨: 1. 供血减少的潜在原因: 冠脉微循环障碍: 尽管CCTA排除大血管狭窄,但微血管痉挛或内皮功能障碍可能参与其中(如冠脉慢血流现象)。舒张期灌注不足: 心动过速(心率>100次/分)显著缩短舒张期,而心肌灌注主要发生在舒张期,导致冠脉血流储备下降。2. 需氧增加的驱动因素: 心率增快: 窦性心动过速直接增加心肌耗氧量,长期未控制可导致心肌能量代谢紊乱,甚至可逆性心肌顿抑。交感神经过度激活: 患者长期睡眠障碍可能引发交感张力增高,进一步加重心动过速和心肌缺血。关键鉴别诊断: 冠脉痉挛: 通常表现为静息性胸痛伴ST段抬高,需钙拮抗剂治疗,与 β 受体阻滞剂可能加重痉挛的机制相反。本例无心绞痛典型表现且 β 阻滞剂有效,不支持该诊断。心肌炎或心肌病: 需结合心肌酶、心脏MRI排除,但MPI的快速改善更符合血流动力学异常。

影像学与临床决策的价值: MPI的独特优势: 功能学评估: MPI通过放射性核素分布直观显示心肌血流灌注,较解剖学检查(如CCTA)更能捕捉微循环障碍和供需失衡。本例中,静息MPI的异常提示缺血并非由固定狭窄引起,而是动态因素(如心率)。疗效监测: 治疗后MPI的改善验证了心率控制对心肌灌注的直接益处,体现了“治疗即诊断”的理念。多模态影像的协同作用: CCTA排除冠脉狭窄, MPI明确功能异常,两者结合避免误诊为冠心病或心肌病。

治疗策略的精准化: β 受体阻滞剂的核心地位: 通过抑制交感活性减慢心率,延长舒张期灌注时间,同时降低心肌耗氧量,打破“心动过速-缺血-心功能下降”的恶性循环。需个体化调整剂量,目标心率<70次/分,避免过度抑制导致乏力或低血压。生活方式干预的协同效应: 睡眠管理(如认知行为疗法或短期助眠药物)可减少交感激活,巩固疗效。

临床启示与拓展思考: “跳出影像看影像”的诊疗思维: 影像表现需结合病理生理基础。本例EF降低和灌注异常并非结构性心脏病,而是继发于心动过速的功能性改变,纠正病因后迅速逆转。传统观念中,缺血等同于冠脉狭窄,但本例证明供需失衡(如心率、血压、微循环)同样可导致缺血,需拓宽诊断思路。核医学在疑难病例中的突破作用: 对于症状与解剖学检查不匹配的患者(如本例“症状重而冠脉正常”), MPI可揭示潜在的血流动力学异常,为治疗提供方向。

结论: 本例通过整合临床、影像及病理生理,明确了不适当心动过速导致心肌缺血的罕见机制,凸显了精准诊断的重要性。未来对类似患者应考虑: ① 动态心电图监测心率变异性; ② 有创冠脉功能检查(如微循环阻力指数)进一步验证机制; ③ 长期随访预防心功能恶化。心肌灌注异常的本质是供需失衡,临床需透过现象(影像)探求本质(病理生理),方能实现个体化精准治疗。

冠脉痉挛性心肌缺血1例

张纯、傅宁、鹿峰、贾英男、孙寒、鹿存芝
徐州市中心医院

患者女性,40岁。168cm/85kg, BMI=30.1,腰围=95cm。主诉:晨6点无明显病因突发胸闷,持续不缓解,急诊入院。既往史:高血压半年,无糖尿病,甲减病史,睡眠好。急诊心电图:动态变化,ST段上抬,肌钙蛋白阴性。窦性心律,Ⅲ、AVF导联呈QS波,T波倒置。窦性心律,急性下壁心肌梗死(演变)诊断:急性心肌梗死(胸痛症状、心电图、肌钙蛋白)。急诊CAG:左主干:末端分叉病变,狭窄70%;左前降支:近段至中段弥漫性向心性狭窄,最重处80%;左回旋支:散在斑块;右冠:第一转折

前后弥漫性狭窄，最重处80%，远端次全闭塞伴血栓。急诊PCI术：右冠远段、近段各植入一枚支架，并予抗血小板、扩冠等治疗。嘱1月后再行前降支支架治疗。本例特征：危险因素：三年来肥胖，高血压，甘油三酯升高；爬二楼伴胸闷。胸痛触发因素：工作压力大，精神紧张，下班后进食缓解情绪至肥胖；父亲去世；夜间打鼾的叠加因素。支架术后1月运动/静息心肌灌注显像：1、静息显示左室前壁、心尖段、下壁、室间隔、侧壁心肌灌注减低；2、运动后反向灌注改善（near normal）；3、TID=1.1；综上考虑冠脉痉挛性心肌缺血。患者运动更利于心肌灌注，可以运动减体重。支架术后1月冷加压/静息心肌灌注显像：1、静息显示左室前壁、心尖段、下壁、室间隔、侧壁心肌灌注减低；2、冷加压后反向灌注改善；3、TID=1.1；综上考虑冠脉痉挛性心肌缺血。修正诊断：PCI术后；冠脉痉挛性心肌缺血；高血压。诊断依据：1、静息MPI显示张力性心肌缺血；2、运动MPI正常；3、运动/静息MPI反向再分布；治疗：抗痉挛治疗：首先停用他乐克、服用长效硝酸甘油、地尔硫卓，PCI术后用药。暂时不做LAD支架治疗。冠脉痉挛修正诊断治疗后50天复查冷加压/静息心肌灌注显像：1、静息显示左室前壁心尖段、心尖段心肌灌注轻度减低；2、冷加压后反向灌注改善；3、TID=1.0；与1月前相比：明显好转。治疗后前静息MPI比较：灌注明显改善。冠脉痉挛修正诊断治疗50天后复查冠脉CTA：左主干狭窄55%（之前70%）；LAD近中段狭窄20%（之前80%），表明动力性冠脉痉挛导致狭窄，因此未再行PCI治疗。患者随访：胸痛症状消失。最终诊断：变异型心绞痛ST段抬高下壁心肌梗死（Ⅱ型）冠状动脉血管痉挛叠加轻度冠脉狭窄或临界病变。

讨论：常规冠脉造影时的蛛丝马迹：弥漫向心性病变，未做硝酸甘油评估，直接支架治疗。RCA远端次全闭塞伴血栓属于Ⅱ型血栓，考虑冠脉痉挛所致。ACS常规不做心肌灌注显像进行功能评估。冠心病的完整诊断既包括解剖诊断也包括功能诊断，二者并重。MPI是诊断心肌缺血的金标准方法。能指导支架植入更合理。能节省冠心病诊疗总医保费用。

应激性心肌病1例

贾英男、吴倩、王亚楠、鹿存芝

徐州市中心医院

患者男性，24岁，173 cm / 54 kg，BMI=18。腰围= 80 cm。主诉：发作性胸闷痛5天。现病史：患者5天前无明显诱因下出现胸闷痛不适，自诉呈针刺样疼痛，无放射痛，无大汗，持续约2小时缓解，未予重视，2天前上诉症状再发，伴四肢麻木，胸闷喘不适，于我院就诊。心电图：窦性心动过缓伴不齐，室性早搏，部分导联早复极样改变。动态心电图：部分时间段ST段上斜型或弓背型抬高约0.1-0.3mv。血清肌钙蛋白I测定【定量】：18.33 ↑ ng/ml。拟“急性心肌梗死”收住入院。既往史：否认高血压、冠心病及糖尿病史。否认有肝炎结核病史。个人史：无吸烟及饮酒史。夜班三年（12点-6点），白天睡眠质量差，服艾司唑仑有效。动态心电图1.窦性心律，时有窦性心动过缓。2.房性早搏单发46次。3.室性早搏单发270次。4. ST-T有动态改变，时有早复极改变，部分时间ST段上斜型或弓背型抬高约0.1-0.3mv。5.心率变异指数SDNN在正常范围。胸痛时心电图：1.可能心房异位节律。2.怀疑上肢导联反接，仅分析aVF、V1-V6。3.间壁T波异常，非特异性的。冠脉造影结果示：1.左主干：未见明显狭窄。2.左前降支：未见明显狭窄。3.回旋支：未见明显狭窄。4.右冠：未见明显狭窄，右优势型。5.左心室造影：心室显影轮廓正常，未见“章鱼器”样改变。建议药物治疗。心脏彩超：二尖瓣、三尖瓣轻度反流。心脏MRI平扫+增强：左室心尖段前壁心肌水肿、运动减低；左室心尖段前壁心肌纤维化；左室外膜纤维化；考虑炎性心肌病可能大；请结合病史。静息门控心肌灌注显像：1.静息显示左室前壁

中段、室间隔心尖段、前间隔中段、下间隔中段灌注减低，提示心肌损害，SRS=5，TPD=5%；2.左心室收缩功能、舒张功能均正常。肌钙蛋白（定量）14.598 ↑ ng/ml，肌红蛋白测定：11.1 ↑ ng/ml，CK同工酶【质量】：1.6ng/ml；肌钙蛋白（定量）：12.398 ↑ ng/ml；尿干化学【体液组】：蛋白质：弱阳性（+-），尿白蛋白：阳性（+）；乙肝表面抗体（HBsAb）：阳性(>1000mIU/mL)；心肌酶：a-羟丁酸脱氢酶(HBDH):195.7U/L；甲型流感病毒核酸检测：阴性，乙型流感病毒核酸检测：阴性；血沉：7mm/L；再问病史：1、无感冒发热腹痛腹泻等病毒感染时病史。2、高铁维修工作，工作时间夜12点—6点三年，下班后。睡眠质量不佳。3、就诊前二天跟朋友吵架后胸痛发。心脏FAPI显像：1.左室心尖部局灶性心肌纤维化；2.纤维化占比：10%。冷加压/静息门控心肌灌注显像：1.静息显示左室前壁、心尖段、室间隔、下壁心肌灌注减低；冷加压后反向灌注改善；2. TID=0.97。提示冠脉血管痉挛性心肌缺血。结合FAPI显像、CMR、MPI及临床病史综合考虑：冠脉痉挛参与的应激性心肌病。治疗：调换工作、改善睡眠、药物治疗、随诊复查。该患者的明确诊断避免了进展为HFPEF、HFrEF。

心脏早复极的原因可能包括生理性因素和病理性因素。生理性因素：长期熬夜、过度劳累、情绪过于激动，或长期吸烟、饮酒等都可能導致心肌细胞出现异常兴奋，从而引发心脏早期复极的情况。通过调整作息习惯、保持心情愉悦、戒烟戒酒，一般可以自行缓解。病理性因素：心肌缺血和心肌梗死是主要原因。冠状动脉粥样硬化可能会导致心肌供血、供氧不足，出现心脏早期复极的现象。随着病情的发展，可能会出现胸闷、胸痛等症状。心肌梗死主要是由于冠状动脉阻塞，供血不足所引起的心肌缺血坏死，也会导致心脏早期复极的情况。此外，心脏早复极还可能与心脏神经症、心肌炎、冠状动脉粥样硬化性心脏病等有关。

代谢异常的隐匿危险：非肥胖疑似冠心病人群中 非酒精性脂肪肝病显著增加心肌缺血风险

田雨

常州市第一人民医院

背景和目的：非酒精性脂肪性肝病（NAFLD）被认为是一种全身性的代谢紊乱疾病，与心血管疾病密切相关。尽管NAFLD常见于肥胖人群，但其在非肥胖人群中的临床意义常被忽视，尤其在心血管风险评估中，其独立价值尚不明确。本研究旨在探讨NAFLD在体重指数（BMI）小于28 kg/m²的非肥胖疑似冠心病人群中的心肌缺血风险，重点评估BMI正常人群中NAFLD与心肌缺血之间的关联。

方法：本研究为回顾性分析，纳入2022年1月1日至2024年12月31日间因疑似冠心病（CAD）而接受心肌灌注显像（MPI）检查的非肥胖（BMI<28 kg/m²）患者。根据BMI分为健康体重（18.5≤BMI<24 kg/m²）、超重（24≤BMI<28 kg/m²）两个亚组。进一步在各BMI组内比较有无NAFLD患者的心肌缺血发生率。通过胸部非增强计算机断层扫描获（CT）得NAFLD患者的肝脏和脾脏的平均CT值。NAFLD的诊断标准为：肝脏平均CT值/脾脏平均CT值<1。根据MPI结果诊断的在心肌缺血将患者分为两组，分析两组患者的临床特征、EFV及CACS等影像学表现。多因素logistic回归模型调整年龄、性别及传统心血管危险因素，评估NAFLD与心肌缺血之间的独立关联性，并进行亚组交互作用检验。

结果：本研究共纳入271例疑似冠心病患者，年龄（61.60 ± 10.23），男性143例（52.8%），有88名（32.4%）患者有NAFLD，135名（49.8%）患者存在心肌缺血。在整体人群中，NAFLD患者的心肌缺血发生率高于非NAFLD者（P < 0.001）。分层分析显示，在BMI正常人群中，合并NAFLD者的心肌缺血

风险显著 (OR = 8.029, 95% CI: 2.618 - 24.624, $P < 0.001$), 高于超重组中的相应风险(OR = 2.640, 95% CI: 1.225 - 5.688, $P < 0.001$)。交互作用分析提示, BMI分层对NAFLD与心肌缺血关系不存在调节效应 (P for interaction = 0.103)。

结论: 在非肥胖人群中, NAFLD依然显著增加心肌缺血的风险, 尤其在BMI正常的疑似冠心病人群中风险提升更为显著。结果提示, 即使BMI处于正常范围, NAFLD也可能提示较高的潜在心血管风险, 临床应关注应重视“非肥胖但代谢异常”的表型, 尤其在BMI正常的人群中。

心肌灌注显像剂 ^{99m}Tc -替曲膦与 ^{99m}Tc -甲氧异腈 在非梗阻性冠心病诊断的对比研究

鹿存芝、傅宁、鹿峰、孙寒
徐州市中心医院

目的: 本研究旨在比较两种心肌灌注显像剂 (^{99m}Tc -替曲膦、 ^{99m}Tc -甲氧异腈) 在非梗阻性冠心病诊断中的对比研究。

方法: 前瞻性把我院2024年9月至2025年3月心内科疑似冠心病住院患者2330例随即分成两组, 每组各1165例, 一组注射 ^{99m}Tc -替曲膦, 另一组注射 ^{99m}Tc -甲氧异腈。替曲膦组男性498例, 年龄 65 ± 12.52 岁; 女性667例, 年龄: 52 ± 25.31 岁; 甲氧异腈组男性412例, 年龄 60 ± 19.87 岁; 女性753例, 年龄 56 ± 18.54 岁。所有患者均行冠脉CTA检查, 血管狭窄 $<50\%$ 的稳定性冠心病患者。检查

方法: ^{99m}Tc -替曲膦: 静脉注射 ^{99m}Tc -TF (剂量按标准计算), 15-30分钟后行SPECT/CT显像。 ^{99m}Tc -甲氧异腈组: 静脉注射 ^{99m}Tc -MIBI (剂量按标准计算), 60-90分钟后行SPECT/CT显像 (部分患者需脂餐干预以减少肝胆干扰)。由两名经验丰富的核医学医师采用盲法评估心肌灌注情况, 记录缺血阳性率, 并比较两组图像质量 (如肝脏/肠道干扰、心肌对比度等)。采用SPSS 26.0进行数据分析, 计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示, 组间比较采用 t 检验; 计数资料以率 (%) 表示, 采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结果: 两组患者发现心肌缺血阳性率无统计学差异。 ^{99m}Tc -替曲膦 (TF) 作为新型的心肌灌注显像剂与传统显像剂 ^{99m}Tc -甲氧异腈 (MIBI) 比较, 心肌摄取快、稳定滞留无再分布, 有利于早期成像, 缩短检查时间, 并可以用较低药量即获取高质量图像, 检查中无需脂餐, 提高患者依从性, 满足临床高效需求。在非梗阻性冠心病诊断中, ^{99m}Tc -TF与 ^{99m}Tc -MIBI的心肌缺血检出率相当, 但TF在成像速度、图像质量及患者依从性方面更具优势。对于需快速诊断、减少伪影的临床场景, TF是更优选择; 而MIBI仍适用于需评估心肌存活的情况。

结论: 本文综合了药理学特性、技术操作、经济学因素及临床应用, 可为核医学医师在冠心病诊断、治疗决策、疗效评估、随访中应用, 以及心肌灌注显像选择显像剂提供循证依据。本研究为核医学医师在冠心病诊断、治疗决策及显像剂选择方面提供了循证依据。未来可进一步探索TF在微血管病变中的定量分析价值。

PET/MRI联合SPECT多模态影像指导下的 冠心病心肌活力预测模型构建

丁丽君、唐立钧、曹慧晓
南京医科大学第一附属医院（江苏省人民医院）

目的：本研究以心肌核素显像为分类参考标准，旨在基于心脏磁共振（cardiac magnetic resonance, CMR）参数构建机器学习分类模型，用于预测冠心病患者的心肌活力状态。

方法：回顾性纳入2022年7月至2024年4月符合冠心病诊断标准的52例患者。所有患者均在1周内行^{99m}Tc-MIBI门控SPECT静息心肌灌注及¹⁸F-FDG PET/MRI心肌代谢显像。采用美国心脏协会（AHA）17节段模型及5分法评估心肌灌注及代谢图像，计算代谢-灌注评分差值（difference score, DS），将心肌划分为存活心肌及疤痕心肌。提取不同分类心肌节段的CMR图像参数，并进行数据预处理。采用四种机器学习算法构建二分类预测模型（存活心肌vs疤痕心肌），并通过十折交叉验证结合网格搜索优化模型超参数。评估各模型的准确率、精确率、召回率及F1得分，同时利用Bootstrap方法计算各模型的受试者工作特征曲线（ROC）及其曲线下面积（AUC），结合上述评价指标筛选最佳模型。此外，基于二分类最佳模型，进一步将存活心肌细分为正常心肌和冬眠心肌，构建心肌活力的三分类预测模型（正常心肌vs冬眠心肌vs疤痕心肌）并评估其性能，使用SHAP方法分析三分类模型中各特征对心肌活力预测的重要性。

结果：四种机器学习模型均能实现冠心病患者心肌活力的预测，其中逻辑回归（logistic regression, LR）模型表现相对较优。在二分类预测模型中，LR模型准确率为88.40%，精确率为75.83%，召回率为88.18%，F1得分为79.82%，AUC为94.71%（95%置信区间：91.18%–97.56%）。LR三分类预测模型的准确率为75.20%，精确率为64.17%，召回率为71.60%，F1得分为66.67%，AUC为86.71%（95%置信区间：82.56%–90.59%）。然而，模型对冬眠心肌亚组的预测性能欠佳，F1得分仅为48.48%，AUC为75.25%（95%置信区间：66.39%–83.64%）。SHAP分析显示，梗死面积是影响预测结果的关键特征。

结论：基于CMR参数构建的机器学习模型在冠心病患者心肌活力分类中展现出良好的应用潜能。

门控心肌灌注显像左心室收缩不同步 对非ST段抬高型心肌梗死患者的预后评估价值

王雪迪、张飞飞、王建锋
常州市第一人民医院

目的：应用门控心肌灌注显像相位分析技术评估非ST段抬高型心肌梗死（Non-ST-Elevation Myocardial Infarction, NSTEMI）患者早期左心室收缩不同步性，并探讨其对主要不良心血管事件（Major Adverse Cardiovascular Events, MACE）的预测价值。

方法：前瞻性纳入126名临床诊断为NSTEMI的患者，所有患者均在冠脉造影及必要的经皮冠状动

介入治疗术后一周内行静息门控心肌灌注显像检查。应用ECToolbox软件相位分析技术评估左心室收缩同步性指标：相位标准差（Phase Standard Deviation, PSD）、相位直方图带宽（Phase Histogram Bandwidth, PBW）。所有入选病例均进行了临床随访，主要终点MACE定义为心血管死亡、急性心肌梗死、因心力衰竭或不稳定型心绞痛再入院、卒中。应用单因素和多因素COX回归分析探讨NSTEMI患者发生MACE的影响因素，采用Kaplan-Meier法进行生存分析，应用Log-rank检验比较不同组别人群中无MACE累积生存率之间的差异。

结果：研究人群中男性99例（78.6%），平均年龄为 63 ± 11 岁，随访时间为 25.9 ± 19.1 个月，共有32例（25.4%）患者发生了MACE。根据随访结果分为MACE组和非MACE组，MACE组的PSD、PBW显著大于非MACE组（ $P=0.035$ ， $P=0.014$ ），余指标两组间无统计学差异（均 $P>0.05$ ）。单因素COX回归分析结果显示年龄、身体质量指数、糖尿病、吸烟、高敏肌钙蛋白、QRS波宽度、左心室射血分数、左心室收缩末期容积、收缩期PBW及PSD是NSTEMI随访期间发生MACE的相关因素。多因素Cox回归分析结果显示PBW和PSD是NSTEMI患者发生MACE的独立危险因素（HR=5.644，95%CI：3.913-8.142， $P<0.001$ ；HR=1.537，95%CI：1.069-2.211， $P=0.02$ ）。Kaplan-Meier生存分析显示左心室收缩不同步组的无MACE累积发生率显著低于左心室收缩同步组（ $P<0.001$ ）。

结论：左心室收缩同步性指标PBW和PSD是NSTEMI患者发生MACE的独立危险因素，应用门控心肌灌注显像评估NSTEMI患者早期左心室收缩不同步对其不良预后具有重要预测价值。

基于不同冠脉血管反应性核素心肌灌注显像 在INOCA病人诊断分型中的应用

鹿存芝、傅宁、鹿峰、王亚楠、吴倩、贾英男

徐州市中心医院

目的：缺血非梗阻性冠心病（INOCA）是临床常见但诊断难度较高的冠心病类型，患者常表现为典型心绞痛症状，但冠状动脉造影（CAG）或冠状动脉CT血管成像（CCTA）未发现显著狭窄（狭窄程度 $<50\%$ ）。本研究旨在建立基于核素心肌灌注显像（MPI）的冠脉血管反应性方法学，通过联合腺苷负荷试验与冷加压试验，实现对INOCA的无创诊断分型，并进一步指导个体化治疗决策、预后预测及疗效评估。

方法：选取2022年10月至2024年10月期间因心绞痛症状入院、经CAG或CCTA排除梗阻性冠状动脉疾病（CAD）的疑似冠心病患者131例，年龄范围25-75岁，其中男性56例，女性75例。所有患者依次接受静息状态、腺苷负荷状态及冷加压试验下的心肌灌注显像检查。腺苷负荷试验通过模拟血管扩张状态评估冠脉血流储备（CFR），冷加压试验则通过诱发血管收缩反应评估血管内皮功能。根据检查结果，首先将患者按腺苷负荷试验分为阳性（心肌缺血）与阴性（无缺血）两类；随后进一步结合冷加压试验结果，将两类患者各自细分为两种亚型，最终形成四种INOCA分型：1）腺苷与冷加压试验均阴性；2）腺苷阴性但冷加压阳性；3）腺苷阳性但冷加压阴性；4）腺苷与冷加压试验均阳性。

结果：通过联合两种功能学试验，本研究成功构建了INOCA的核素心肌灌注分型体系。四种分型可能对应不同的病理生理机制：双阴性型：提示微循环功能相对正常，需排查非心脏性胸痛或其他病因；腺苷阴性/冷加压阳性型：提示血管内皮功能障碍为主，可能与冠状动脉痉挛或微血管收缩相关；腺苷阳性/冷加压阴性型：提示微血管扩张功能受损，符合经典微血管性心绞痛（MVA）；双阳性型：提示合

并内皮功能障碍与微血管结构异常，可能为INOCA高危亚组。

结论：本研究建立的核素心肌灌注显像联合功能试验的无创评估流程，能够实现对INOCA的精准分型，为临床提供以下价值：诊断分型：通过多模态功能学检测区分不同INOCA亚型，弥补单纯解剖学检查的不足；治疗指导：如内皮功能障碍为主者可能需钙通道阻滞剂或硝酸酯类药物，而微血管扩张异常者可能受益于 β 受体阻滞剂或雷诺嗪；预后分层：双阳性患者可能需更积极的干预以改善长期预后；疗效评估：动态监测治疗前后功能学变化，优化治疗方案。建立无创核素心肌灌注显像INOCA评估流程并进行诊断分型，进而指导精准治疗个体化。

门控心肌灌注显像评估左心室舒张不同步 在预测非ST段抬高型心肌梗死患者 主要不良心血管事件中的增益价值

王雪迪、张飞飞、王建锋
常州市第一人民医院

目的：基于 ^{99m}Tc -MIBI SPECT门控心肌灌注显像相位分析技术评价左心室舒张不同步在预测非ST段抬高型心肌梗死（non-ST segment elevation myocardial Infarction, NSTEMI）患者主要不良心血管事件（Major Adverse Cardiovascular Events, MACE）中的增益价值尚未明确，本研究旨在评估静息门控心肌灌注显像左心室舒张不同步相较于临床危险因素、QRS波宽度及左心室收缩不同步对预测NSTEMI患者发生MACE是否具有增益价值。

方法：前瞻性纳入126名临床诊断为NSTEMI的患者，所有患者均在冠脉造影及必要的经皮冠状动脉介入治疗术后一周内行静息门控心肌灌注显像检查。应用ECToolbox软件相位分析技术评估左心室收缩及舒张同步性指标包括：收缩相位标准差（Systolic Phase Standard Deviation, S-PSD）、收缩相位直方图带宽（Systolic Phase Histogram Bandwidth, S-PBW）、舒张相位标准差（Diastolic Phase Standard Deviation, D-PSD）、舒张相位直方图带宽（Diastolic Phase Histogram Bandwidth, D-PBW）。所有入选病例均进行了临床随访，主要终点MACE定义为心血管死亡、急性心肌梗死、因心力衰竭或不稳定型心绞痛再入院、卒中。采用多因素Cox回归分析探讨NSTEMI患者发生MACE的独立预测因素。通过计算全局似然比卡方值（Global likelihood ratio chi-square statistics）、净重分类改善指数（Net Reclassification Improvement, NRI）及综合判别改善指数（Integrated Discrimination Improvement Index, IDI）评估门控心肌灌注显像左心室舒张不同步相较于临床危险因素、QRS波宽度及收缩不同步的预后预测增益价值。

结果：研究人群中男性99例（78.6%），平均年龄为 63 ± 11 岁，随访时间为 25.9 ± 19.1 个月，共有32例（25.4%）患者发生了MACE。S-PBW、S-PSD、D-PBW、D-PSD均是NSTEMI患者发生MACE的独立危险因素（HR=5.644, 95%CI: 3.913–8.142, $P < 0.001$ ；HR=1.537, 95%CI: 1.069–2.211, $P = 0.020$ ；HR=4.331, 95%CI: 3.097–6.057, $P < 0.001$ ；HR=3.415, 95%CI: 2.419–4.819, $P < 0.001$ ）。此外，在临床危险因素、QRS波宽度及收缩不同步指标的基础上，加入舒张不同步指标可显著提高对NSTEMI患者的危险分层能力（模型的全局卡方值从126.931提高到143.814, $P = 0.000$ ；NRI为0.526, $P = 0.000$ ；IDI为0.024, $P = 0.000$ ）。

结论：与临床危险因素、QRS波宽度及收缩不同步指标相比，门控心肌灌注显像舒张不同步在预测NSTEMI患者的预后方面具有显著的增益价值，NSTEMI患者早期行门控心肌灌注显像相位分析技术评价

舒张不同步有助于提高其危险分层能力。

关键词：门控心肌灌注显像；相位分析；非ST段抬高型心肌梗死；左心室舒张同步性；主要不良心血管事件；增益

· 内分泌核医学和内分泌肿瘤的研究 ·

177Lu-DOTATOC治疗神经内分泌肿瘤患者的 药代动力学和剂量学测定

徐磊、王峰
南京市第一医院

目的：评估177Lu-DOTATOC治疗神经内分泌肿瘤患者（NETs）的药代动力学和内照射吸收剂量。

方法：前瞻性研究2017年2月至2020年6月在我院接受177Lu-DOTATOC治疗的18例NETs患者（男9例、女9例，平均年龄47.2岁）。患者注射177Lu-DOTATOC活度为4.435 (1.591 ~ 8.880) GBq，分别于注射后0.5、24、48、72 h行全身平面显像和24 h SPECT/CT断层显像，观察177Lu-DOTATOC在NETs患者体内的生物分布，勾画四个时间点全身平面图像感兴趣区（ROI）和SPECT/CT融合图像感兴趣体积（VOI），获得主要器官和病灶时间-放射性计数曲线（TAC），经单指数或双指数函数曲线拟合，估算主要器官和病灶滞留时间，采用商用剂量工具包HERMES软件，测算全身脏器和病灶的吸收剂量及有效辐射剂量。采用单因素方差分析比较不同部位转移灶单位活度吸收剂量间差异。本研究经本院伦理委员会批准（KY2071208-02）。

结果：NETs患者不同时刻平面显像示177Lu-DOTATOC主要经肾脏排泄，在其他组织中清除较快，病灶清晰可见，与本底对比度良好。注射177Lu-DOTATOC后0.5、24、48和72 h，病灶摄取中值分别为0.48、0.34、0.30和0.24 %。肾脏、骨髓和全身单位活度吸收剂量分别为 0.3374 ± 0.1267 Gy/GBq、 0.0254 ± 0.0137 Gy/GBq和 0.0355 ± 0.0184 Gy/GBq，对应的单次累计吸收剂量分别为 1.403 ± 0.940 Gy、 0.107 ± 0.079 Gy和 0.150 ± 0.112 Gy。全身有效辐射剂量均值为 0.0338 ± 0.0180 Sv/GBq。18例NETs患者共有31个亲肿瘤病灶：21个肝转移、4个胰腺转移、2个淋巴结转移、2个肺转移和2个骨转移，不同部位转移灶单位活度吸收剂量差异无统计学意义（ $F=0.562$, $P>0.05$ ）；病灶177Lu-DOTATOC单位活度吸收剂量均值为 1.6216 ± 1.1561 Gy/GBq，取值范围为0.1162 ~ 4.1310 Gy/GBq，对应的单次累计吸收剂量为0.575~30.111Gy。

结论：177Lu-DOTATOC 治疗NETs患者的肾脏和骨髓毒性较小，安全性较高，病灶间吸收剂量差异较大，有必要开展个性化剂量学研究。

基于放射组学和临床特征的融合模型精确预测 预测分化型甲状腺癌肺转移：一项多中心、回顾性研究

郭南南^{1,2}、陈欣浩³、俞飞¹、王峰¹、刘方舟²、施良¹

1. 南京市第一医院；2. 南京医科大学附属肿瘤医院；3. 南京医科大学第一附属医院

目的：肺转移是分化型甲状腺癌（differentiated thyroid cancer, DTC）常见的远处转移部位。DTC术

后肺转移诊断决定后续放射性碘治疗的精准定量,深刻影响晚期远处转移患者的生存预后。本研究基于CT放射组学和临床特征建立DTC肺转移的放射组学-临床特征联合模型,以提高临床对DTC肺转移和DTC合并良性肺结节鉴别诊断的能力。

方法:采用多中心、回顾性病例-对照研究方法。共纳入经病理证实为DTC的术后患者227例,采集患者的临床信息和影像学资料。获取患者胸部CT影像,经过标准化和重采样预处理后,勾画肺结节的感兴趣区域(region of interest, ROI)。每位患者勾画1至5个结节(结节直径 $\geq 3\text{mm}$),每个结节为一个独立样本。由此,在南京市第一医院采集600个肺结节,以7:3的比例随机分为训练集($n=420$)和内部测试集($n=180$);在江苏省肿瘤医院采集130个肺结节,作为外部测试集。采用逻辑回归(logistic regression, LR)、支持向量机、随机森林、极端梯度提升、决策树、轻度梯度提升和自适应提升等7种机器学习算法构建影像组学模型。通过受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)、准确性、敏感性、特异性、F1值、ROC曲线下面积(area under curve, AUC)分析评估模型在训练集、内部测试集和外部测试集中的性能。使用最佳放射组学模型计算每个ROI的肺转移概率,选择患者所有ROI中最高的概率作为Radio-score。结合Radio-score和临床特征进行多因素逻辑回归构建放射组学-临床融合模型并生成相应列线图进行可视化。使用决策曲线(decision curve analysis, DCA)评估校正曲线评估模型的拟合效果及模型潜在临床应用价值。

结果:227位患者中肺转移者84例,良性肺结节者143例。共提取到1561个放射组学特征,最终筛选到20个特征以鉴别肺转移和良性肺结节。7个机器学习模型中,有6个预测模型的AUC大于0.90。其中,表现最佳的LR模型在训练集、内部测试集和外部测试集的AUC分别为0.966(95%CI: 0.89-0.976)、0.931(95%CI: 0.894-0.967)和0.929(95%CI: 0.889-0.970)。基于病例的分析显示放射组学-临床融合模型(AUC: 0.993; 95%CI: 0.987-0.999)的预测效果优于放射组学模型(AUC: 0.962; 95%CI: 0.938-0.986, $P=0.006$)和临床模型(AUC: 0.953; 95%CI: 0.922-0.983, $P=0.004$)。校正曲线和DCA分析进一步表明放射组学-临床特征融合模型良好的准确性和临床适用性。

结论:放射组学-临床特征融合模型显示了良好的诊断价值,可以提供一种无创的工具辅助临床医生精准识别甲状腺癌术后肺转移患者,为后续碘治疗提供个体化诊疗决策。

PET-CT诊断棕色素瘤1例

王亚楠、吴倩、张纯、鹿存芝

徐州市中心医院

患者女性,43岁。主诉:腰腿疼痛1年余。患者1年前无明显诱因出现姿势异常,行走不稳,骨盆及双侧膝关节疼痛,呈间歇性钝痛,夜间痛,疼痛多于久坐加重,下蹲受限,伴跛行进行性加重。体格检查:轮椅推入诊室,骨盆及双膝关节叩击痛,双下肢肌力可,右下肢直腿抬高阴性,右侧膝关节旋转研磨试验内侧阳性。既往乙肝病史,否认高血压病、冠心病、糖尿病病史。PET/CT检查:1.左侧甲状腺下极至前上纵隔不规则低密度灶,葡萄糖代谢未见明显增高,考虑甲状旁腺来源病变,腺瘤可能。2、全身多发溶骨性骨质破坏,部分伴软组织肿块形成,葡萄糖代谢增高,鉴于PET/CT影像学表现,考虑棕色瘤。最终术后病理诊断

结果:1、(左侧甲状旁腺):甲状旁腺腺瘤。免疫组化结果(M20-02617):CK(+),CgA(+),CD56(-),PTH(+),SSTR2(-),Syn(+),TTF-1(-),Ki67(3%+)。2、(右股骨软组织)穿刺活检:结合临床符合棕色瘤。免疫组化(M20-02306):Ki67(5%+),H3F3A(-),Desmin(-),P63(+),Kp1(+),

SATB2(+),P16(+),SMA(+).

讨论：棕色瘤(brown tumor)是由于原发或继发因素所致甲状旁腺功能亢进，分泌过多的甲状旁腺激素（PTH），动员骨钙入血，引起反应性纤维结缔组织增生所形成的骨骼假瘤性病变，因常伴出血、囊性变产生含铁血黄素而使病变组织呈棕红色，故名棕色瘤，又称为纤维囊性胃炎。该病发生于任何年龄，青中年多见，女多于男，可单发或多发，可发生于全身骨骼，最好发于颅面骨及颌骨、胸骨、骨盆、肋骨、股骨。机理：1、甲状旁腺功能亢进，甲状旁腺素(parathormone,PTH)分泌增多，促使了破骨细胞活动，增加骨吸收。2、抑制肾小管对磷的吸收，自尿中丢失大量磷，致血磷降低，因之血钙升高，继而尿钙增多。3、骨吸收加速及钙磷大量丢失，全是形成骨骼改变的原因。以骨吸收为主要病理改变，表现为普遍性骨质疏松及局限性骨破坏吸收伴骨内性纤维组织增生、囊肿形成、破骨细胞增多及骨髓纤维化。囊肿内含有棕色液体称为棕色瘤。临床表现：骨骼系统：骨痛、骨骼畸形、病理性骨折、行走困难。泌尿系统：多尿、夜尿、口渴、肾结石、肾功能不全。神经系统：记忆力减退、情绪不稳、淡漠、行为异常。精神症状：幻觉、狂躁、昏迷。

结论：1、当遇到有原因不明的溶骨性病变时，应对骨疾病有正确的诊断思路。2、结合患者的临床体征，利用影像学 and 实验室检查手段，诊断与鉴别诊断疾病。3、多方位重建技术能够从不同层面、角度了解病灶的大小、血供、边缘情况、解剖关系等细节，获得更高的准确率，降低漏诊误诊的概率。4、骨质疏松，囊性胃炎，泌尿系结石，对甲状旁腺检查高血钙、尿钙，低血磷，PTH增高好发任何年龄，女性好发，好发于骨盆、颌骨，可伴有骨折，需要考虑棕色瘤的可能。

重组人促甲状腺素注射液 在中高危DTC放射性碘治疗中的真实世界研究

施良¹、俞飞¹、郭南南²、孙清雅²、刘方舟²、李少华¹、倪玉丹¹、王峰¹

1. 南京市第一医院；2. 南京医科大学附属肿瘤医院

目的：中高危分化型甲状腺癌（differentiated thyroid cancer, DTC）患者行放射性碘（¹³¹I）治疗的预处理可选择停用甲状腺激素或重组人促甲状腺素（recombinant human thyroid stimulating hormone, rhTSH）。本研究旨在真实世界诊疗环境下，评估rhTSH（智舒嘉）辅助¹³¹I治疗在该人群中的临床效果。

方法：筛选2024年7月至2024年12月在南京市第一医院使用rhTSH辅助¹³¹I治疗的中高危DTC患者（促甲素组），采用倾向性评分匹配年龄和性别，按1:4匹配同期停药后行¹³¹I治疗的患者（停药组）。回顾性收集所有患者的临床特征；所有促甲素组患者均规范使用重组人促甲状腺素0.9mg 行肌肉注射，共注射2次，间隔24小时；于第三日，口服放射性¹³¹I溶液治疗；于¹³¹I治疗后五天，在患者距离1m处测量辐射剂量当量率。治疗后6月进行疗效判定。采用Wilcoxon秩和检验、卡方检验等分析促甲素组和停药组相关指标的组间差异。同时，报告8例停药后TSH仍小于30 mIU/L的患者，在签署知情同意后，使用重组人促甲状腺素0.9 mg一针肌肉注射后行¹³¹I治疗，观察摄¹³¹I情况。

结果：165例患者中，女性91例，占55.2%；高危者88例，占53.3%。年龄中位数为41（19–70）岁，促甲素组为33人，停药组为132人。患者性别、年龄、TNM分期、中高危度分层、病理亚型、基础性疾病、本次¹³¹I治疗剂量（中位数：3.7 GBq；范围：3.7–5.5 GBq v.s 中位数：3.7 GBq；范围：3.7–7.4 GBq）在两组之间均无明显差异。两组患者入院后，促甲素组患者肾小球滤过率水平明显高于撤药

组；而血总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白、丙氨酸转氨酶、天冬氨酸转氨酶水平则明显低于撤药组（ $P < 0.05$ ）。在 ^{131}I 治疗当日，促甲素组患者血清TSH水平平均达标（ $>30 \text{ mIU/L}$ ），而停药组3例（2.3%）TSH水平不达标。治疗后 ^{131}I 扫描：促甲素组30例患者残甲显影、2例淋巴结摄 ^{131}I 、1例淋巴结合并肺转移摄 ^{131}I ；停药组125例患者残甲显影、3例淋巴结转移灶摄 ^{131}I 、1例淋巴结合并肺转移摄 ^{131}I 、1例肺转移合并骨转移摄 ^{131}I 。治疗后出院前，促甲素组患者的辐射剂量当量率明显低于停药组（ $11.1 (6.8-19.2) \mu\text{Sv/h}$ v.s. $14.2 (10.2-21.0) \mu\text{Sv/h}$, $P < 0.05$ ）。随访期6-11个月，25例TgAb阴性的促甲素组患者有17例（68.0%） ^{131}I 治疗疗效满意，90例TgAb阴性的停药组患者中有60例（66.7%）疗效满意，无显著差异（ $P > 0.05$ ）。另8例中高危DTC患者停药后TSH不达标者，使用rhTSH注射后次日血清TSH $>30 \text{ mIU/L}$ ， ^{131}I 治疗后扫描所有患者残甲 ^{131}I 摄取，有3例转移灶 ^{131}I 摄取（淋巴结、肺、骨转移各1例）。

结论：本研究在真实世界临床实践中证实，与停药相比，rhTSH（智舒嘉）可使患者围治疗期肝、肾、血脂指标更稳定，辐射暴露更少；在中高危 DTC（TgAb阴性）患者的 ^{131}I 治疗中，rhTSH 注射液的疗效与停药方案相当。

甲状腺癌术后TSH抑制治疗相关骨质疏松的研究进展

鱼文韬、沈超、朱静、张晓懿

常熟市第二人民医院

甲状腺癌是最常见的恶性肿瘤之一，多见于女性，随诊居民健康意识以及医疗诊断技术的提高，近年来发病率逐年增高，并呈现出患者年轻化的趋势。大部分甲状腺癌患者经过手术以及术后碘 ^{131}I 辅助治疗后往往能够获得良好的预后，而术后规范的TSH抑制治疗是保障预后的重要环节。抑制TSH意味着需要终身服用过量的外源性左旋甲状腺素，长期的TSH抑制可能对骨骼产生不良作用，这在原发性甲状腺功能亢进症中已经得到证实，但是长期TSH抑制治疗是否会产生骨不良反应仍然存在争议。本文将总结近期研究，对甲状腺癌术后TSH抑制治疗产生的骨骼不良反应机制及管理进行阐述。

传统的观点认为原发性甲亢引起骨质疏松的主要机制是由甲状腺激素介导。T3可以直接作用于成骨细胞的甲状腺激素受体（ $\text{TR} \alpha 1$ 为主），增加 RANKL（核因子 κB 受体活化因子配体）的表达，同时抑制 OPG（骨保护素）的分泌，导致RANKL/OPG比值升高，从而激活破骨细胞形成，另外破骨细胞表达 $\text{TR} \alpha 1$ ，T3也可能直接作用于破骨细胞。在T3的作用下，骨形成与骨吸收水平同时升高，但是长期高T3状态导致骨形成周期缩短，骨基质矿化不足，每个缩短的重塑周期净骨量损失约10%，因此骨吸收水平大于骨形成水平。同样的，骨转换标志物，如骨形成标志物（I型胶原N端前肽、骨钙素等）以及骨吸收标志物（I型胶原N端前肽、尿脱氧吡啶啉等），也都处于高水平，且骨吸收标志物高于骨形成标志物。因此，原发性甲亢所致骨质疏松呈现出高转换的特征。另外，T3还可以刺激成骨细胞分泌IL-6、前列腺素E2（PGE2）等促炎因子，进一步激活破骨细胞的形成。2003年Abe的一项研究证实TSHR在软骨细胞、成骨细胞以及破骨细胞中表达，TSHR+/-小鼠会出现显著的骨密度下降，这表明TSH在骨质疏松的发展中起到重要作用。TSHR减低/缺失介导的骨密度减低以破骨细胞活性增强以及成骨细胞异常活化，生成的编织骨增多，胶原排列紊乱为特征。TSH作用于骨细胞中的TSHR，一方面抑制JNK/c-jun通路，减少c-Jun核转位，降低TRAP、组织蛋白酶K等破骨基因表达，另一方面抑制NF κB 信号通路，增加I κB 磷酸化，抑制p65核转位，从而抑制破骨细胞的形成。TSH还可以通过下调Wnt核心受体LRP-5、抑制VEGF受体Flk-1进一步抑制成骨细胞的形成。在TSHR减低/缺失后，异常活化的成骨细胞以及破骨细胞引发骨质疏松。如前所述，T3和TSH可能都在骨质疏松的发展中发挥重要作用，因此，TSH抑制治

疗的给药剂量应当严格管理，制定个性化的给药方案，以确保TSH达到合理、有效的水平。

TSH抑制水平主要依赖于甲状腺癌的初始复发风险、TSH抑制治疗不良反应风险和治疗反应分层。在术后碘131辅助治疗1年内，初始复发风险高危的患者需要控制TSH $<0.1\text{mU/L}$ ，始复发风险中危的患者需要控制TSH在 $0.1\text{--}0.5\text{mU/L}$ 。术后碘131辅助治疗1年后，TSH抑制水平取决于TSH抑制治疗不良反应风险和治疗反应分层，TSH抑制治疗不良反应风险较低且部分结构性疗效不佳或生化疗效不佳的患者需要控制TSH $<0.1\text{mU/L}$ ，TSH抑制治疗不良反应风险较高且疗效不明确或部分结构性疗效不佳或生化疗效不佳的患者需要控制TSH在 $0.1\text{--}0.5\text{mU/L}$ 。近期研究发现，当TSH $<0.1\text{mU/L}$ 会显著降低腰椎骨密度，而TSH在 $0.1\text{--}0.5\text{mU/L}$ 对骨密度影响较小。值得注意的是，即使TSH在正常低值，也可能导致绝经后患者骨微结构受损，绝经后女性雌激素退潮联合TSH抑制加剧了骨质疏松的发展，因此有研究建议绝经后患者TSH控制在 $0.1\text{--}0.5\text{mU/L}$ 。

TSH抑制水平应当严格按照初始复发风险、TSH抑制治疗不良反应风险和治疗反应分层进行个性化定制。中老年甲状腺癌术后患者应当进行一次骨质疏松的基线评估，包括骨密度检查，骨质疏松相关实验室检查（甲状旁腺激素、25-羟基维生素D、骨转换标志物等），必要时排除其他继发性骨质疏松，并进行健康宣教，补充足量的骨健康补充剂，定期复查。对于骨密度检查 $T\leq -2.5$ 的患者应当及时采取抗骨质疏松治疗。

TSH抑制治疗通过升高T3、抑制TSH介导了骨质疏松的发生发展，治疗周期中的临床管理应当结合患者的具体情况个性化管理，设定明确目标，强化骨密度监测，避免过度抑制TSH，尤其是老年女性患者，在保证患者生活质量目的的同时达到抑制肿瘤的目标。

一例重组人促甲状腺素辅助转移性分化型 甲状腺癌131I治疗后短期随访的病例报道

郭南南^{1,2}、刘方舟²、王峰¹、施良¹

1. 南京市第一医院；2. 南京医科大学附属肿瘤医院

目的：报告一例使用重组人促甲状腺素（rhTSH）辅助转移性分化型甲状腺癌(DTC) 131I治疗的短期随访病例，为临床合理使用rhTSH提供实践参考。

方法：回顾性分析使用rhTSH进行转移性DTC 131I治疗患者的临床资料，随访分析rhTSH辅助治疗转移性分化型甲状腺癌治疗效果。

结果：该患者为中年女性DTC患者，基因检测发现RET融合突变，18F-FDG PET-CT提示肺转移，甲状腺球蛋白（Tg）为 663.50ug/L ，有轻度咳嗽，分期为：T4aN1bM1,IVB期。患者停用左甲状腺素一月余，检测促甲状腺激素（TSH） 11.1006mIU/L 未达到131I治疗标准。在取得伦理审查批准并与患者详细沟通后，予以rhTSH 0.9mg 肌注辅助治疗。用药24小时后复查TSH $>100.00\text{mIU/L}$ ，达到碘治疗标准。患者口服131I（ 180 mCi ）全身显像提示残留甲状腺组织及肺转移灶均呈显著放射性摄取，治疗期间生命体征平稳。碘治疗后1月，咳嗽好转，抑制性Tg下降至 405.4ug/L ；碘治疗后3月复查抑制性Tg 181.00ug/L ，胸部CT评估示肺转移病灶整体较碘治疗前缩小，碘治疗效果理想。

讨论：对于中高危及分化型DTC患者， ^{131}I 治疗是临床指南推荐方案。传统方案需停用左甲状腺素以提升内源性TSH，但部分病例即使长期停药仍难以达到治疗所需阈值（通常TSH $>30\text{mIU/L}$ ）。此类患者既往可能被迫放弃放射性碘治疗，或虽接受治疗却因摄碘不足而疗效不佳。rhTSH的应用可快速提

升TSH至目标水平，确保治疗机会并优化病灶辐射剂量。转移性DTC应用rhTSH需重点评估以下风险：1) 短期大剂量刺激是否加速脊柱等转移灶生长，可能诱发脊髓压迫甚至瘫痪；2) 是否因甲状腺激素(T3/T4)骤升引发心悸等心血管症状。本例肺转移DTC患者经传统停药后无法达到碘治疗标准时，使用rhTSH注射液进行¹³¹I治疗，未出现任何不良反应，生命体征稳定，检测T3、T4无显著波动，肺转移病灶摄碘良好。治疗后TG水平逐步下降，肺转移病灶缩小，碘治疗效果良好。我们提出，对于存在远端转移的DTC患者，若停用甲状腺激素仍未能使TSH升至治疗标准，可采用rhTSH(重组人促甲状腺激素)辅助方案。然而该药物在转移性DTC中的应用，尚需通过严格入排标准的临床试验予以验证。

177Lu-FAPI在胰腺癌治疗中的应用前景：机制、证据与挑战

罗洁
南京市第一医院

目的：胰腺导管腺癌(PDAC)是恶性程度最高的实体瘤之一，其致死率与发病率接近1:1，5年生存率仅8-10%。治疗失败的核心原因在于PDAC独特的促纤维化间质微环境——由癌症相关成纤维细胞(CAFs)主导的致密基质形成物理与生化屏障，导致化疗药物渗透率不足5%、放疗抵抗及免疫细胞浸润受限。传统疗法(如FOLFIRINOX方案)在晚期患者中客观缓解率(ORR)仅23-31%，且伴随显著血液学与神经毒性。因此，开发能靶向肿瘤微环境关键组分、克服间质屏障的新疗法迫在眉睫。成纤维细胞活化蛋白(FAP)作为CAF表面特异性标志物，在>90% PDAC中高表达，而在正常组织(除伤口愈合期)几乎不表达，使其成为理想的治疗靶点。177Lu-FAPI放射性配体疗法(RLT)通过偶联FAP抑制剂(FAPI)与β发射体核素镥-177(¹⁷⁷Lu)，实现对CAF的精准靶向放疗。

方法：系统性检索PubMed、Web of Science及ClinicalTrials.gov数据库(2018-2024年)，筛选52篇相关文献，从机制、疗效、优势、挑战四个维度进行分析。纳入标准：临床前研究(体外细胞实验、PDAC动物模型)；I/II期临床试验报告(含会议摘要)；FAPI配体优化及剂量学研究；联合治疗策略探索文献。排除标准：个案报道(n<5)；非英文文献；未提供原始数据的综述。

结果：177Lu-FAPI疗法通过三重机制发挥抗胰腺癌作用：FAPI配体(如FAPI-46/74)以高亲和力(KD=1.2-4.3 nM)靶向结合CAF表面的FAP蛋白，偶联的¹⁷⁷Lu释放β射线(组织穿透深度0.2-2mm)产生“交叉火力”效应，杀伤CAF及邻近肿瘤细胞、内皮细胞，同时重塑免疫微环境(临床前模型中TGF-β分泌减少41%，CD8⁺T细胞浸润增加38%)。临床前研究显示显著抑瘤效果：在PDAC小鼠模型中，177Lu-FAPI-46治疗使肿瘤体积缩小41.7-58.2%(P<0.01)，中位生存期延长52%，联合吉西他滨后抑瘤率达72.3%。早期临床试验(共纳入47例转移性PDAC患者)证实：在既往≥2线治疗失败的患者中，疾病控制率(DCR)达53-62.5%，中位无进展生存期(mPFS)为3.8-4.5个月，中位总生存期(mOS)达8.9-10.2个月(Ballal 2023)，显著优于历史三线化疗数据(DCR≈20%)。68%患者疼痛评分改善≥2分。治疗优势突出表现为：① 瓦解间质屏障(MRI显示间质体积减少32%，联合化疗药物渗透提升2.8-3.5倍)；② 逆转免疫抑制(活检示M2巨噬细胞减少45%，CD8⁺/Treg比值升高)；③ 诊疗一体化(⁶⁸Ga-FAPI PET/CT筛选患者中，SUV_{max}>10者DCR达75%)。主要安全性为1-2级可逆性骨髓抑制(发生率>90%)，≥3级血液学毒性仅5-8.3%，无治疗相关死亡。现存挑战包括：FAP表达异质性(肝转移灶SUV_{mean} 6.8 vs 原发灶12.4, P=0.003)、潜在肾毒性(肾吸收剂量12 Gy/GBq)及治疗后FAP下调

耐药。

结论： ^{177}Lu -FAPI为PDAC提供了突破间质屏障的新策略，早期疗效显著且安全性可控。未来需通过III期试验验证生存获益，并优化联合治疗策略。

阿帕替尼联合放射性碘对进展性转移分化型 甲状腺癌的治疗作用

施良、王俊、尤琴琴、李少华、王峰
南京市第一医院

目的：进展性转移性放射性碘难治性分化型甲状腺癌（RAIR-DTC）因预后差且缺乏有效治疗手段，长期以来是临床难题。口服抗血管生成酪氨酸激酶抑制剂（TKI）阿帕替尼通过靶向抑制血管内皮生长因子受体-2（VEGFR-2）阻断肿瘤血管生成，已被证实对RAIR-DTC具有单药抗肿瘤活性。本研究旨在系统评估阿帕替尼联合放射性碘（RAI）对进展性转移性DTC患者的临床疗效、安全性及潜在协同机制。

方法：采用单臂前瞻性临床研究，纳入2020年1月至2022年12月于我院就诊的5例女性远处转移性DTC（dmDTC）患者，平均年龄 62 ± 8 岁（51~69岁），均符合以下标准：甲状腺全切除+颈部淋巴结清扫术后；经 ^{18}F -FDG PET/CT证实存在RAI难治性远处转移（肺/骨转移等）；原发灶免疫组化显示VEGFR-2高表达（阳性细胞率 $>50\%$ ）；ECOG评分0~1分，肝肾功能正常。治疗方案：（一）阿帕替尼单药阶段：口服阿帕替尼500 mg/d（餐后半小时服用），持续 4 ± 1 个月；（二）联合治疗阶段：阿帕替尼治疗后行RAI治疗（剂量根据转移灶负荷调整，范围3.7~7.4 GBq），同时维持阿帕替尼治疗至疾病进展或不可耐受毒性。评估：1.影像学疗效评估：治疗前、阿帕替尼单药治疗后及联合治疗后行 ^{18}F -FDG PET/CT，RECIST 1.1标准评估肿瘤缓解情况，同时测量靶病灶最大标准化摄取值（SUV_{max}）；2.血清学评估：检测血清甲状腺球蛋白（Tg）水平（化学发光免疫分析法，正常参考值 <1.0 ng/mL）；3.安全性：记录治疗期间不良事件（CTCAE 5.0）。

结果：（一）阿帕替尼单药疗效：1.影像学反应：4例滤泡性甲状腺癌（FTC）患者中，3例达到部分缓解，1例疾病稳定；靶病灶SLD较治疗前平均缩小32.7%（ $P=0.012$ ），SUV_{max}从 8.6 ± 2.1 降至 4.3 ± 1.5 （ $P=0.008$ ）。2.血清学变化：4例患者血清Tg水平从治疗前 127.5 ± 45.2 ng/mL降至 68.3 ± 22.4 ng/mL（ $P=0.021$ ）。3.特殊病例：1例混合型甲状腺癌（乳头状癌+FTC）患者单药治疗后靶病灶SLD增加15.3%，判定为疾病进展。（二）联合治疗疗效：3例PR患者在RAI联合治疗后，靶病灶SLD进一步缩小18.5%（ $P=0.036$ ），SUV_{max}降至 2.8 ± 0.9 （ $P=0.015$ ）；混合型病例经RAI治疗后，SLD缩小12.1%，SUV_{max}降至5.7，血清Tg从215.6 ng/mL降至132.4 ng/mL；所有患者均未出现3级以上不良反应，主要毒性为1~2级高血压（4例）、蛋白尿（3例）及手足综合征（2例）。

结论：阿帕替尼对进展性dmDTC具有显著抗肿瘤活性，表现为肿瘤体积缩小、糖代谢活性降低及Tg水平下降。阿帕替尼与RAI联合治疗产生协同效应，可能成为潜在治疗策略，但需更大样本量的随机对照试验进一步验证。

探索睡眠模式与甲状腺癌风险的潜在关联

王马丽、朱玉春
昆山市第一人民医院

目的：最近研究发现，睡眠模式与甲状腺癌（Thyroid Cancer, TC）风险可能存在关联。打鼾、失眠、睡眠时长、昼夜节律紊乱（如晨型或夜型）及日间嗜睡等特征，可能通过内分泌失调（如褪黑素减少）、代谢异常（如胰岛素抵抗）等影响甲状腺功能。然而，传统观察性研究受生活方式等混杂因素干扰，无法确认因果关系。为此，本研究采用孟德尔随机化（Mendelian Randomization, MR）方法系统评估上述五种睡眠特征与甲状腺癌的因果关联，并通过体重指数（body mass index, BMI）、糖尿病等中介效应分析揭示潜在机制，为甲状腺癌的预防提供循证依据。

方法：采用全基因组关联研究数据库中的遗传工具变量，确保工具变量与暴露因素（睡眠特征）强相关（F统计量 >10 ），并排除连锁不平衡和潜在多效性位点。主要应用双向双样本MR分析，结合逆方差加权法（inverse variance weighted, IVW）、MR Egger回归、加权中位数法、加权众数法、简单众数法和MR-PRESSO等多种统计方法，验证因果关系的稳健性。同时，通过多变量MR（multivariable MR, MVMR）调整BMI、2型糖尿病、高密度脂蛋白（high-density lipoprotein, HDL）和血压等混杂因素，检验昼夜节律类型与甲状腺癌关联的独立性。最后采用KEGG通路富集分析，解析遗传变异对甲状腺癌相关信号通路的潜在影响。

结果：规律昼夜节律类型（晨型人）与甲状腺癌风险呈显著负相关：IVW方法计算的比值比（Odd Ratio, OR）为0.576（95% CI: 0.336 - 0.987, $P = 0.045$ ），加权中位数法的OR值为0.437（95% CI: 0.194 - 0.986）。其他睡眠特征（如失眠、睡眠时长）未显示显著因果关联。MVMR分析表明，BMI和2型糖尿病可能介导昼夜节律类型对甲状腺癌的保护作用。例如，BMI每增加1个单位，甲状腺癌风险升高12%（OR=1.12, 95% CI: 1.03 - 1.22），提示体重管理可能通过改善昼夜节律紊乱间接降低癌症风险。KEGG通路分析进一步发现，昼夜节律相关基因富集于甲状腺激素合成和代谢调控通路（如PI3K-Akt信号通路）。

结论：本研究首次通过遗传学证据揭示，规律昼夜节律类型可能显著降低甲状腺癌发病风险，并明确BMI和血糖代谢在其中的中介作用。研究意义在于：临床上通过规律作息、控制体重和优化血糖管理，降低甲状腺癌风险；并为“生物钟-代谢-肿瘤”轴的理论框架提供新证据。未来需进一步验证昼夜节律干预在癌症预防、治疗中的应用价值。

^{123}I -MIBG 定量SPECT显像 在神经母细胞瘤转移灶探测和疗效评估中的应用

邵梦茹¹、邵国强²、申景涛¹
1. 南京鼓楼医院；2. 南京市第一医院

目的：神经母细胞瘤是儿童最常见的颅外实体瘤，约半数儿科神经母细胞瘤患者在确诊时已发生

转移性疾病，预后较差。碘-123标记的间碘苄胍（ ^{123}I MIBG）SPECT/CT显像是神经母细胞瘤诊断、分期、疗效评估及长期随访的标准核素显像技术，其主要指标为居里评分（Curie score），该评分主要基于MIBG高摄取病灶的数量或大小。尽管居里评分对高危神经母细胞瘤患者具有预后价值，但目前尚无标准化的方法来评估特定病灶随时间变化的治疗反应，同时也缺乏 ^{123}I -MIBG摄取的定量评估指标作为诊断阈值。本研究旨在通过一个前瞻性神经母细胞瘤患者队列，评估定量 ^{123}I -MIBG SPECT/CT显像的诊断阈值及其在疗效评估中的价值。

材料与方法：在这项前瞻性、单中心研究中，纳入了23名有神经母细胞瘤病史的受试者（平均年龄 4.0 ± 3.5 岁，包括未经任何治疗的低危组3例和高危组3例，治疗后伴96个转移灶的病例11例，以及治疗后重复进行 ^{123}I MIBG显像的病例6例）。所有儿童均使用GE Discovery 670 pro设备进行了 ^{123}I MIBG平面显像和定量SPECT/CT显像。测量了正常器官摄取（SUV_{mean}）、病灶摄取（SUV_{max}）和肿瘤-肌肉比值（T/M）。在监测治疗效果时，将基于感兴趣区（ROI）的肿瘤负荷（%ID）与居里评分进行比较。进行了病灶逐个分析，比较了 ^{123}I MIBG平面显像与SPECT/CT定量显像的检出率（DR）。采用MRI、骨髓穿刺和/或 ^{68}Ga -DOTA-TATE PET-CT以及6个月随访作为金标准。

结果： ^{123}I MIBG在骨骼、骨髓、肌肉、肝脏、左心室壁、纵隔血池和肾上腺等正常器官中的分布（SUV_{max}: g/ml）分别为 (0.35 ± 0.21) 、 (0.49 ± 0.32) 、 (0.25 ± 0.178) 、 (5.2 ± 3.9) 、 (4.1 ± 2.6) 、 (0.42 ± 0.26) 、 (1.45 ± 1.2) 。骨、骨髓、肝脏和淋巴结转移灶的 ^{123}I MIBG摄取（SUV_{max}）范围为1.5至37。低危组肿瘤的 ^{123}I MIBG摄取（SUV_{max}: 0.6 ± 0.3 ）显著低于高危组（SUV_{max}: 6.3 ± 3.2 ）。当将肿瘤摄取阈值（SUV_{max}: g/ml）设定为1.0时，基于视觉分析和半定量分析（T/M）的 ^{123}I MIBG平面显像的平均检出率（DR）显著低于SPECT/CT定量显像（ $60.0\% \pm 16.7\%$ vs. $95.2\% \pm 1.5\%$; $p = 0.027$ ）。病灶逐个分析显示，治疗后23个病灶的 ^{123}I MIBG肿瘤摄取下降（ $60.1\% \pm 35.6\%$ ），7个病灶的摄取增加（1.5至4倍）。治疗后所有转移灶的全身 ^{123}I MIBG肿瘤摄取（%ID）显著下降，但有4名患者的居里评分未见显著变化。

结论： ^{123}I -MIBG SPECT-CT定量分析可为神经母细胞瘤转移灶检测提供一个客观的诊断阈值，有助于全身肿瘤负荷评估，并可能在治疗过程中揭示肿瘤异质性。

甲亢患者ATD诱导的粒细胞缺乏症/全血细胞减少症临床特征分析

欧阳长理、张庆华

徐州医科大学附属医院

目的：本研究旨在回顾性分析我院收治的抗甲状腺药物（ATD）诱导的粒细胞缺乏症/全血细胞减少症的临床特征，重点探讨其治疗策略，以提高对ATD诱导的粒细胞缺乏症的认识，并评估ATD的临床安全性。

方法：本研究纳入了2022年3月至2025年1月期间，我院收治的33例伴有粒细胞缺乏症的甲状腺功能亢进（甲亢）患者和12例全血细胞减少症患者，同时纳入35例无粒细胞缺乏症的甲亢患者作为对照组。通过医院计算机化病历数据库收集所有患者的年龄、性别、临床数据（甲亢病程、症状出现至粒细胞缺乏症确诊的时间间隔、初始ATD用药剂量及临床症状）以及生化检验结果（白细胞计数、粒细胞计数、肝功能和甲状腺激素水平）。所有患者均签署知情同意书，研究方案获得徐州医科大学附属医院医学伦理委员会的批准，并符合赫尔辛基宣言的规定。

结果：1.临床表现与实验室检查

结果：发生粒细胞缺乏症/全血细胞减少症的患者较未发生粒细胞缺乏症的患者更年轻（ $P = 0.027$ ），且女性比例更高（ $P = 0.012$ ）。此外，粒细胞缺乏症/全血细胞减少症患者更易出现肝肾功能损伤，但两组患者甲状腺心脏病的发生率无显著差异（ $P = 0.116$ ）。实验室检查结果显示，粒细胞缺乏症/全血细胞减少症患者常伴有更高的抗甲状腺过氧化物酶抗体（A-TPO）、抗甲状腺球蛋白抗体（A-TG）、游离三碘甲状腺原氨酸（FT3）、游离甲状腺素（FT4）水平以及更低的促甲状腺激素（TSH）水平（ $P < 0.05$ ）。ATD 诱导的粒细胞缺乏症患者白细胞计数显著低于非 ATD 诱导的粒细胞缺乏症患者。

2.症状表现：发热和咽痛是 ATD 诱导的粒细胞缺乏症和全血细胞减少症最常见的症状，但两组患者症状比较无显著差异（ $P > 0.05$ ）。全血细胞减少症患者败血症的发生率高于粒细胞缺乏症患者。

3.治疗

结果：确诊为 ATD 诱导的粒细胞缺乏症/全血细胞减少症后，患者立即停用 ATD，并住院接受粒细胞集落刺激因子（G-CSF）治疗。若患者发热，则使用非甾体抗炎药，并根据指南给予喹诺酮类抗生素。两组患者抗生素使用比例及甲状腺危象发生率无显著差异，但全血细胞减少症患者更易出现严重并发症如败血症。两组患者的恢复时间无统计学差异。经积极治疗后，所有患者感染得到控制，血常规特别是白细胞计数恢复正常，且无死亡病例。

结论：ATD 诱导的粒细胞缺乏症是一种罕见但可能危及生命的疾病。本研究结果表明，女性、年龄较小、甲状腺功能异常以及血细胞水平异常是 ATD 诱导的粒细胞缺乏症/全血细胞减少症的危险因素。发热和咽痛是其常见症状，且患者易并发败血症。早期诊断和及时治疗对于改善患者预后至关重要。尽管如此，本研究存在单中心、回顾性等局限性，未来需扩大样本量并进行前瞻性研究以进一步验证这些发现。

· 骨质疏松和骨代谢疾病的诊疗的基础和临床研究 ·

通过DXA技术探讨体成分与骨质疏松风险的关系

孙晓慧、刘雨、刘思文、张晓丽、施宁、喻岳超

徐州矿务集团总医院

目的：探讨不同年龄段人群的身体成分与骨密度(BMD)及骨质疏松之间的关系，以促进骨质疏松症的预防与治疗。

方法：回顾性分析2023年10月至2024年5月在徐州医科大学第二附属医院使用双能X线吸收检测法(DXA)进行骨密度检测及体成分分析的476名研究对象。分析年龄、腹臀比、躯干骨矿含量、躯干肌肉质量、相对骨骼肌指数(RSMI)、体质量指数(BMI)、躯体脂肪百分比与L1-4、股骨颈及全髋BMD的相关性。根据T/Z值将研究对象分组，并进行单因素和多因素分析，确定骨量减少及骨质疏松的影响因素。

结果：年龄、腹臀比、躯干骨矿含量、躯干肌肉质量、RSMI、BMI与L1-4、股骨颈及全髋的BMD呈显著正相关，其中躯干骨矿含量与三个部位的BMD呈强相关($r>0.6$)；躯干肌肉质量与三个部位的BMD呈中等相关($r>0.4$)；RSMI与L1-4的BMD呈弱相关($r=0.366$)，与股骨颈及全髋的BMD呈中等相关($r>0.4$)。躯体脂肪百分比与上述三处BMD显著负相关($p<0.05$)。在绝经前女性和50岁以下男性中，正常组($Z>-2.0$)与低骨量组($Z\leq-2.0$)的基本资料及体成分差异无统计学意义。在绝经后女性及50岁以上男性中，单因素分析发现正常组($T\geq-1.0$)、骨量减少组($-2.5<T<-1.0$)和骨质疏松组($T\leq-2.5$)在身高、体重、年龄、性别、躯干肌肉质量、RSMI及BMI方面差异具有统计学意义($p<0.05$)，多因素分析显示仅年龄和躯干肌肉质量在三组间差异存在统计学意义($p<0.05$)，年龄每增加1岁，骨质减少的风险增加4.8% ($OR=1.048$)，骨质疏松的风险增加11.4% ($OR=1.114$)；而躯干肌肉质量每减少1kg，骨质减少的风险增加12% ($OR=0.876$)，骨质疏松的风险增加31% ($OR=0.690$)。

结论：躯干肌肉含量、BMI及躯体脂肪含量与BMD显著相关；在绝经后女性及50岁以上男性中，年龄和躯干肌肉质量是影响骨量减少及骨质疏松的关键因素。

破骨重生重度骨质疏松一例报道

王亚楠、吴倩、张纯、鹿存芝

徐州市中心医院

目的：对1例糖皮质激素诱导的骨质疏松症进行分析，提高对该病的认识，减少误诊。

方法：血碱性磷酸酶、骨代谢指标全套、电解质全套监测以及骨骼X线摄片、全身骨显像ECT检查和双能X线骨密度检查。

结果：血碱性磷酸酶明显增高，血钾低，骨型碱性磷酸酶、总I型胶原氨基端前肽明显增高，骨代谢指标呈高转换状态，骨盆正位示：右侧耻骨联合上支，耻骨联合右侧，右侧股骨上段骨质疏松，胸腰

椎正侧位片示：胸12椎体压缩性骨折，全身骨骼显像示：肋骨、椎体、骨盆骨多发骨折。DXA 骨密度示：腰椎T值明显降低，予生活方式调整（高钙饮食、戒烟酒浓茶咖啡、适度锻炼、晒太阳等）、碳酸钙：600mg qd、骨化三醇：0.25 μ g qd唑来膦酸 5mg/年治疗后1月复查，腰椎T值较前明显提高，股骨颈T值没有变化，治疗后1年复查，疼痛症状明显减轻、骨密度提高、骨代谢标志物明显下降、1年内无新发骨折、原发疾病稳定。2年后复查，DXA 骨密度示腰椎T值进一步提高，股骨颈T值提高、疼痛症状基本消失、骨密度进一步提高、骨代谢标志物维持较低水平、此一年内无新发骨折、原发疾病稳定。3年后复查，腰椎T值进一步提高，股骨颈T值进一步提高。骨代谢标志物变化示 β -CTX、ALP明显降低，患者疼痛症状消失，腰椎股骨颈骨密度均提高，骨代谢标志物维持较低水平，此一年内无新发骨折，原发疾病稳定。由于原发疾病原因，未来骨折风险存在，结合患者意愿，序贯地舒单抗（地舒单抗序贯唑来膦酸）。治疗4年（地舒单抗序贯唑来膦酸1年），DXA示腰椎T值进一步提高、股骨颈T值下降，患者由于原发疾病原因，未来骨折风险存在，结合患者意愿，给予艾地骨化醇替换骨化三醇+钙剂，继续地舒单抗治疗。治疗5年（地舒单抗序贯唑来膦酸2年）后复查DXA示：DXA骨密度腰椎T值升至正常，股骨颈骨T值升高，骨代谢指标维持低水平，7年后，患者一般情况较好，无疼痛症状，原发疾病稳定，服中药维持治疗中，DXA骨密度腰椎T值升至正常，股骨颈骨量减少，骨代谢指标维持较低水平，无新发骨折。

结论：糖皮质激素诱导的骨质疏松症在我国常见，碱性磷酸酶、骨代谢指标全套、电解质全套监测以及骨骼X线摄片、全身骨显像ECT检查和双能X线骨密度检查的显著改变是诊断的重要依据，治疗以生活方式调整：（高钙饮食、戒烟酒浓茶咖啡、适度锻炼、晒太阳等），碳酸钙、骨化三醇，唑来膦酸为主，若因原发疾病原因，未来存在骨折风险，可序贯地舒单抗治疗。

· 放射免疫治疗的基础和应用研究 ·

131I标记的双免疫检查点抑制剂 用于改善肿瘤微环境以提高抗肿瘤疗效

赵骏¹、林建国²

1. 常州市第二人民医院; 2. 江苏省原子医学研究所

摘要：双特异性免疫检查点抑制剂（ICI）能够靶向多种免疫检查点分子，显示出作为放射免疫治疗（RIT）载体的巨大潜力。我们使用¹³¹I-标记的Cadonilimab（AK104），一种PD-1/CTLA-4四价双特异性抗体作为一种新的放射性免疫治疗剂来治疗非小细胞肺癌（NSCLC），并探讨其潜在的治疗机制。

方法：Iodogen法标记和制备¹³¹I-AK104，并检测其稳定性。检测¹³¹I-AK104对PBMC的毒性以及进行PBMC摄取和阻断试验。采用SPECT/CT成像评估¹³¹I-AK104的全身和肿瘤分布。通过肿瘤生长监测和组织病理学分析评估¹³¹I-AK104对荷瘤小鼠的治疗效果。成像质谱细胞术和单细胞RNA测序用于分析¹³¹I-AK104治疗后肿瘤微环境的变化。

结果：¹³¹I-AK104的放射性标记产率约为80%，放射化学纯度（radiochemical purity, RCP）> 98%。HPLC色谱图提示¹³¹I-AK104在生理盐水和人血清孵育的稳定性较好。通过SPECT/CT成像在LLC荷瘤小鼠中研究了¹³¹I-AK104的体内靶向特异性。静脉注射¹³¹I-AK104后，SPECT/CT成像显示肿瘤摄取清晰。注射后第7天，肿瘤放射性摄取达到 $0.79 \pm 0.02\%$ ID/mL的峰值，肿瘤与肌肉的摄取比为 6.79 ± 1.02 。到第14天，肿瘤与肌肉的摄取比率降至 3.55 ± 0.69 。这些结果表明，¹³¹I-AK104被特异性吸收并保留在肿瘤组织中。除了肿瘤积聚外，最初在肺、心脏、肝脏和脾脏中观察到高放射性，但随着时间的推移，放射性显著降低，这与生物分布结果一致。¹³¹I-AK104具有良好的肿瘤靶向保留能力和抗肿瘤作用。它促进了CD8⁺T细胞在肿瘤微环境（TME）中的浸润和抗原特异性克隆扩增。此外，它通过招募中性粒细胞并触发活性氧（ROS）和一氧化氮（NO）的释放来诱导免疫原性细胞死亡（ICD）。此外，¹³¹I-AK104增强了免疫细胞亚群之间的相互作用，增加了由中性粒细胞、CD8⁺T细胞和树突状细胞（DC）组成的细胞邻近区（CN）。

结论：基于¹³¹I的放射治疗和双特异性ICIs的联合使用重塑了TME，提高了NSCLC的治疗效果。CD8⁺T细胞活化和中性粒细胞介导的ROS和NO释放是增强肿瘤细胞杀伤的关键机制。

· 针对神经系统显像的多模态分子探针的研究 ·

新型氟[18F]标记的氘代托品烷的合成 及用于多巴胺转运体PET显像的生物学评价

陈正平、洪晶晶、方毅、刘春仪、康靖、左交交、李靓雯

江苏省原子医学研究所

目的：中枢神经系统多巴胺转运体（DAT）是诊断和研究多种多巴胺系统相关疾病（如帕金森病）的生物标志物。目前临床上用于正电子发射断层扫描（PET）显像的18F标记的DAT探针存在体内代谢稳定性不佳，代谢产物干扰PET显像的问题。为了开发体内代谢稳定的正电子发射断层扫描（PET）探针，本研究合成并评估了两种18F标记的氘代托品烷衍生物，并初步评价其用DAT PET显像的特性。

方法：以脱水芽子碱为起始原料，经分子内脱水反应、羧基酯化修饰、格氏反应、亲核取代反应和烷基化反应等多步合成反应，获得两个氘代托品烷类非放射性对照化合物FP-CCT-d9和FP-CIT-d9以及相应的标记前体化合物TsO-P-CCT-d9和TsO-P-CIT-d9，通过体外竞争结合实验评估FP-CCT-d9和FP-CIT-d9对DAT的亲和力；以标记前体化合物为原料，通过“两步一锅法”进行18F标记，合成新型氘代托品烷类放射性探针[18F]FP-CCT-d9和[18F]FP-CIT-d9，并对放射性探针进行性状、理化性质、放射化学纯度、摩尔活度以及体外稳定性的研究；通过正常大鼠的microPET成像研究筛选出更高的标准摄取值比（SUV_r）的放射性探针[18F]FP-CIT-d9；进一步对筛选出的探针进行模型动物PET显像、体内代谢以及脑内生物分布研究。

结果：合成的非放射性对照化合物、标记前体化合物以及中间体化合物的结构均通过质谱，氢谱，碳谱和氟谱进行结构表征或确证。非放射性对照化合物FP-CCT-d9和FP-CIT-d9对DAT均表现出高特异性和亲和力，其IC₅₀值在2 ~ 3 nM之间。放射性探针[18F]FP-CCT-d9和[18F]FP-CIT-d9的放射性合成时间 < 90 min，放射化学纯度（RCP）>98%，摩尔活度（A_m）约为30 GBq/μmol。正常大鼠的microPET显像实验显示，[18F]FP-CIT-d9的靶/背景比值（SUV_r）高于[18F]FP-CCT-d9。MicroPET阻断实验证明[18F]FP-CIT-d9对DAT的结合具有特异性和可逆性。[18F]FP-CIT-d9在PD模型鼠的microPET显像结果与预期一致。大鼠体内代谢研究表明[18F]FP-CIT-d9比现有探针[18F]FP-CIT-d6具有更好的体内代谢稳定性以及更高的靶/本比值。生物分布实验进一步证实[18F]FP-CIT-d9对DAT具有高特异性和高亲和力。

结论：本研究合成了两种靶向DAT的氘代托品烷类化合物FP-CCT-d9和FP-CIT-d9，进行了18F放射性标记制备了新型靶向DAT的PET探针[18F]FP-CCT-d9和[18F]FP-CIT-d9。MicroPET显像、体内代谢实验和生物分布实验证实了[18F]FP-CIT-d9是一种对DAT有高亲和力、体内代谢稳定性好、靶/本比值高的PET探针，在DAT相关疾病的PET显像方面具有潜在的临床应用价值。

靶向谷氨酰胺酰基环化酶的PET分子探针的设计、合成与性能研究

李珂、邱玲、林建国

江苏省原子医学研究所

目的：阿尔茨海默病（Alzheimer's disease, AD）是老年人群中最常见的神经退行性疾病之一。随着我国人口老龄化进程的加快，AD的发病率持续上升，已成为严重威胁老年人健康的重要公共卫生问题。由于其早期症状隐匿，临床诊断常常延误，给干预和治疗带来极大挑战。已有研究表明，谷氨酰胺酰基环化酶（glutaminyl cyclase, QC）在AD早期阶段即呈现异常高表达，并参与老年斑等病理特征的形成，提示QC在疾病早期具有重要的病理和诊断价值。因此，本研究拟设计并构建靶向QC的分子探针，以期AD的早期精准诊断提供可靠工具和理论基础。

方法：本研究以咪唑类QC抑制剂为基础，设计并合成了一种新型的¹⁸F标记小分子探针[¹⁸F]QC1。首先，通过有机合成路线成功制备了放射性标记前体及非放射性对照分子，并采用四丁基碳酸氢铵（TBAHCO₃）体系完成¹⁸F标记反应。随后，利用放射性高效液相色谱（Radio-HPLC）对探针的放化纯度和体外稳定性进行分析。进一步借助小动物PET成像技术，验证探针穿越血脑屏障（BBB）的能力及在AD模型动物脑内的靶向富集性能。

结果：质谱分析结果证实所合成的非放射性探针及其标记前体结构均正确无误。Radio-HPLC证实[¹⁸F]QC1成功制备，放射性标记产率为 $5.1 \pm 1.3\%$ ，放化纯度超过95%。稳定性测试表明，该探针在pH 7.4的PBS缓冲液中孵育3小时后无明显降解。小动物PET成像结果显示，[¹⁸F]QC1具有良好的血脑屏障通透性，能够在脑组织中实现清晰成像。在APP/PS1转基因AD小鼠与野生型小鼠（WT）中分别注射探针60分钟后，APP/PS1小鼠脑组织中探针的放射性摄取显著高于WT组（ $1.72 \pm 0.27\% \text{AD/mL}$ vs. $1.28 \pm 0.01\% \text{AD/mL}$ ）。

结论：本研究成功设计并制备了一种靶向QC的PET分子探针[¹⁸F]QC1。实验结果表明，该探针具有优异的体外稳定性和理化性质，能够有效穿越血脑屏障，并在阿尔茨海默病模型动物脑内实现特异性富集。后续工作将进一步评估[¹⁸F]QC1对QC酶的抑制活性，并在AD动物模型的不同病程阶段开展成像研究，以验证其在阿尔茨海默病早期筛查及疾病进展监测中的应用潜力。

· 其他跟核医学有关的研究 ·

光谱及¹⁸F-FDG PET/CT多定量参数 在乳腺癌前哨淋巴结诊断中的对比研究

何鑫²、李继会²、汪凌霄¹、谢裕旻³、张儒汀³、杨玲¹

1. 苏州大学附属第四医院；2. 苏州大学附属第一医院；3. 苏州大学

目的：本研究旨在比较光谱CT和¹⁸F-FDG PET/CT 在乳腺癌患者术前识别转移性前哨淋巴结的诊断效能。

方法：回顾性分析术前经光谱CT双期增强扫描的97例乳腺癌患者前哨淋巴结，以及107例术前经¹⁸F-FDG PET/CT扫描的乳腺癌患者前哨淋巴结的临床资料。根据病理结果将入组乳腺癌患者分为转移性淋巴结组与非转移性淋巴结组，分别测量淋巴结病灶光谱参数包括碘值（Iodine Concentration, IC）、标化碘值（normalized Iodine Concentration, nIC）、有效原子序数（Effective Atomic Number, Z_{eff}）、光谱曲线斜率（the slope of the spectral Hounsfield unit curve, λ HU）以及前哨淋巴结SUV_{max}值。使用SPSS 26.0 统计分析软件，比较两组间定量参数差异，将组间有差异的参数纳入Logistic 回归分析筛选诊断转移性前哨淋巴结的独立危险因素，分别建立各定量参数诊断模型，之后使用受试者工作特征曲线（Receiver Operating Characteristic, ROC）分析各参数的诊断效能，计算曲线下面积（Area Under the Curve, AUC）、敏感度和特异度， $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

结果：研究发现转移性淋巴结动、静脉期Z_{eff}、nIC、 λ HU及SUV_{max}均高于非转移性淋巴结，静脉期Z_{eff}（ $P=0.010$ ）、动脉期nIC（ $P=0.034$ ）、静脉期nIC（ $p=0.006$ ）、动脉期 λ HU（ $P=0.016$ ）、静脉期 λ HU（ $P<0.001$ ）及SUV_{max}（ $P<0.001$ ）组间差异具有统计学意义，而动脉期Z_{eff}组间差异没有统计学意义（ $P=0.100$ ）；Logistic回归分析显示静脉期 λ HU、SUV_{max}是预测转移性前哨淋巴结的独立危险因素。ROC曲线分析显示静脉期 λ HU诊断效能最高，优于其他光谱定量参数，AUC为0.779（95% CI: 0.67~0.89），敏感度为97%，特异度为53%。将各光谱参数联合后，光谱参数的AUC达到0.834（95% CI: 0.75~0.92），敏感度为98%，特异度为53%。SUV_{max}诊断效能（AUC=0.905）整体高于光谱参数联合后诊断效能（AUC=0.834），且SUV_{max}的特异度更高（97% vs 53%），但敏感度不及光谱参数（77% vs 98%）。

结论：与光谱CT相比，¹⁸F-FDG PET/CT在识别乳腺癌转移性前哨淋巴结表现出更高的特异度，但敏感度不及光谱参数。光谱CT可作为术前评估SLN状态的一种有效无创诊断工具，为临床提供了一种简便、可靠的诊断方法。临床工作中可根据具体情况选择合适的方法，或在资源允许时联合使用，以优化诊断效能并减少误诊及漏诊风险。

制备 ^{18}F -FDG中固相柱水解法与酸碱中和法的合成效率比较与研究

孙传金、吉蘅山、王新刚、吴江
中国人民解放军东部战区总医院

目的：比较固相柱水解法与酸碱中和法在制备 ^{18}F -2-脱氧-D-葡萄糖（ ^{18}F -FDG）的合成效率，分析两种方法的合成效率差异及原因。

方法：统计2014年5月至2016年1月间共生产 ^{18}F -FDG 1517个批次，排除因合成模块故障、合成试剂问题、违规操作等原因造成合成失败或合成效率偏低的21个批次，有效合成批次1496个。酸碱中和法模块法合成 ^{18}F -FDG步骤：①捕获 ^{18}F 离子；②淋洗：用K222溶液经切换六通阀淋洗QMA柱，将捕获的 ^{18}F 离子洗脱入反应管；③除水、除乙腈；④冷却反应管；⑤亲和反应；⑥碱水解；⑦酸中和；⑧转移产品；⑨经无菌滤膜过滤得到最终产品。单管型固相柱水解法合成 ^{18}F -FDG步骤：①捕获 ^{18}F 离子；②淋洗；③除水、除乙腈；④冷却反应管；⑤亲和反应；⑥加水转移；⑦碱水解；⑧清洗C18柱：水解结束后加水清洗C18柱，切换六通阀将杂质冲洗到废液瓶。⑨产品转移。其中单管型固相柱水解法模块370个批次、四合一型固相柱法水解模块748个批次、酸碱中和法模块378个批次。记录所有批次的不校正合成效率（End of Synthesis, EOS）应用SPSS16.3软件对三组数据分别进行统计学分析。结果从数据分析结果来看，同是单次合成模块，使用相同的原料，固相水解法 ^{18}F -FDG的合成收率是高与酸碱中和法的。同为固相水解法，单次模块收率高于多次模块。单管型固相柱水解法模块与酸碱中和法模块组间合成效率差异有统计学意义（ $p < 0.05$ ），单管型固相柱水解法模块与四合一型固相柱水解法模块组间合成效率差异也有统计学意义（ $p < 0.05$ ），而四合一型固相柱水解法模块与酸碱中和法模块组间合成效率差异无统计学意义（ $p > 0.05$ ）。

结论： ^{18}F -FDG主要利用亲电取代反应和亲核取代反应两种方法进行合成。亲电取代反应的产物易出现立体异构体，且在制备 ^{18}F 的前体时会损失一定活度的 ^{18}F ，而亲核取代反应法不仅可以获得高比活度的 ^{18}F -FDG，而且操作简单。单管型固相柱水解法模块的合成效率大大高于四合一型固相柱水解法模块及酸碱中和法模块。

TR19型回旋加速器离子源系统故障分析解决3例

张学军
中国人民解放军东部战区总医院

目的：核医学影像诊断设备PET/CT和PET/MRI在全国各大医院的应用已越来越普及，随之而来的PET设备检查时所使用相应的正电子药物也备受关注。该正电子药物是通过医用回旋加速器生产的放射性核素经化学合成器进行一系列化学反应合成而来。而医用回旋加速器是生产正电子药物的关键设备，其系统结构组成复杂，对运行性能要求又较高，因此设备在运行过程中产生的问题故障点较多。离子源系统则是回旋加速器的起始点，负责提供加速粒子。是回旋加速器中关键而复杂的组成部分。本文通过

对TR19型回旋加速器离子源系统故障进行分析检修,总结维修经验,以期减少故障率的发生,提高设备的运行效率。

方法:通过本科室发生的3次离子源系统的疑难故障情况,1、点击离子源开始框,离子源系统开启后打靶无反应,多次调节参数仍然无法正常引出束流;2、自动开启离子源系统,在启动过程中出现离子源偏压Bias升至15kv后停止,未达到默认值25kv,手动升压出现Time out;3、靶中离子源系统的监控显示灯丝电流(Arc current)突然波动报错,束流停止至零,手动调试参数弧压升到60V也会报错。系统重启后等一段时间开,偶尔能正常,但过会又重复故障。按照结构原理分析故障原因,进行维护和预防。

结果:离子源位于回旋加速器中心部位且损耗部件较多,通常对离子源系统的维护主要集中在机械结构维护保养上,外置离子源使用电源和注入设备较多,故障点也比较分散。通过更换设备配件,保障设备日常工作环境,进行深入维修,解决了这几例疑难故障。

结论:在相关故障检修过程中要综合外置离子源及注入系统的特点细节,熟知其相关结构原理解析,故障发生相关的环节,特别要注意阳极筒内的清洁以及相关电极的清洁维护。检修时候不能局限于单一的思路,要充分考虑到其他因素。需要保障加速器的电子系统工作在一个温湿度较适宜的环境中,以保证设备经常处于良好的使用状态,防止不正常的损坏。

医用回旋加速器束流引出系统故障分析解决

张学军

中国人民解放军东部战区总医院

目的:正电子发射型计算机断层扫描仪/CT(PET/CT)和正电子发射型计算机断层扫描仪/磁共振成像(PET/MRI)是现在最前沿的核医学诊断设备。该类设备检查时所使用的显像剂均为回旋加速器生产的带有正电子放射性核素的药物,PET的发展一定程度上取决于正电子放射性药物的研制与应用,医用回旋加速器则是生产正电子放射性药物的关键设备,其系统结构组成复杂,对运行性能要求高。了解并掌握医用回旋加速器的工作原理,熟知有关的重点维护,提高工作人员综合素质,保证设备运行稳定性,是对正电子药物能够正常研制所必需的保障。

方法:本文通过住友HM-12型医用回旋加速器在正常维护更换靶系统后出现靶压异常,维修后又出现束流散射等一系列故障现象。详细分析了该设备的束流引出系统在发生故障前后出现异常现象及原因,并根据故障原因先是对靶膜、碳膜、真空膜进行更换维修。后针对维修后又出现束流散射现象,又根据碳膜剥离器结构,提出具体的排除

方法:开仓测试,S_L(sl原因)、S_R(sl原因)、C_L(collimator左侧)、C_R(collimator右侧)上的电阻值均为 $2K\Omega$,但是在测量对地绝缘时(断开CN端,测量两对准直器和仓体的电阻值),测得CN1、CN2、CN4的阻值为 ∞ ,而CN3的阻值不稳定,为 $10-20M\Omega$ 。最终确定准直器性能故障并进行了维修。结果:拆卸了准直器(collimator)从更换真空膜的一段彻底拆除下来,对collimator、绝缘用的陶瓷块和传输数据导线进行了仔细的清洁,解决束流散射故障。

结论:准直器绝缘性能下降,致使准直器探测到的电流出现错误,形成束流散射问题。束流引出系统是回旋加速器的一个高精度装置。既包括繁多的反馈信号处理器,又有精确机械传动机构,这一点不同于其他系统,定期维护时需谨慎细心操作,维修及操作人员也需要对整个加速器的内部构造有全面的认识,尤其是对碳膜剥离器及其驱动装置和slit、collimator的原理和构造要熟知,并准确解析故障环节,才能快速排除故障。

粪便SDC2基因甲基化检测 在结直肠癌早期筛查中的应用价值

颜士健

苏州大学附属第二医院

目的：结直肠癌（colorectal cancer, CRC）是全球第三大常见恶性肿瘤，据2023年国家癌症中心统计，我国CRC年新发病例约56万例，死亡病例28万例，其发病率与死亡率均位列恶性肿瘤前五位。由于早期CRC症状隐匿，约60%患者确诊时已进展至中晚期，导致预后显著恶化（5年生存率从I期的90%降至IV期的10%）。结肠镜检查虽为CRC筛查金标准，但其侵入性操作、肠道准备复杂及医疗资源分配不均等问题，导致我国人群筛查依从率不足30%。因此，开发无创、高敏感性的筛查技术已成为公共卫生优先方向。本研究通过前瞻性队列分析，评估粪便SDC2（Syndecan-2）基因甲基化检测在CRC及癌前病变筛查中的应用价值，并探索其在年龄、体质指数（body mass index, BMI）分层人群中的风险预警效能，为优化CRC筛查策略提供循证依据。

方法：本研究采用单中心前瞻性队列设计，纳入2022年6月至2023年12月于苏州大学附属第二医院体检中心接受健康筛查的2065例无症状人群（男性1516例，女性549例；年龄范围25-78岁，中位年龄52岁）。所有参与者均采集新鲜粪便样本，采用国家药品监督管理局（NMPA）批准的荧光定量PCR试剂盒（康立明生物“长安心”）检测SDC2基因甲基化状态。检测阳性者（Ct值 ≤ 40 ）建议接受结肠镜检查，肠道病变经病理学确诊。

结果：粪便SDC2甲基化检测初筛阳性率为15.5%（321/2065），其中男性阳性率17.2%（261/1516），女性阳性率10.9%（60/549）。初筛阳性者中，有146例接受结肠镜检查，肠镜依从率为45.5%。146例肠镜受试者中，107例（73.3%）存在肠道病变，具体分布如下：结直肠癌（CRC）：3例（2.8%）；进展期腺瘤（AA）：32例（29.9%）；非进展期腺瘤（NAA）：23例（21.5%），以管状腺瘤为主（85.2%）；非肿瘤性病变：49例（25.8%），包括炎性息肉37例、增生性息肉12例。年龄分层： ≥ 50 岁组高风险病变（CRC+AA）检出率为27.7%（31/112），显著高于 < 50 岁组的11.8%（4/34）（ $\chi^2=4.12$, $P=0.042$ ）；BMI分层：超重/肥胖人群（BMI ≥ 23.0 kg/m²）高风险病变率为28.6%（30/105），显著高于BMI正常组的12.2%（5/41）（ $\chi^2=4.89$, $P=0.027$ ）；男性高风险病变率为25.0%（32/128），女性为16.7%（3/18），但差异无统计学意义（Fisher确切概率法, $P=0.573$ ）。

结论：粪便SDC2甲基化检测具有无创性优势，可有效识别CRC及AA病变，对 ≥ 50 岁或超重（BMI ≥ 23.0 kg/m²）高危人群的早期筛查价值显著。

基于¹⁸F-FDG PET/CT的CT影像组学的腹膜转移瘤模型建立和验证研究

朱瑾成、李俊灏、杨桂芬

中国人民解放军东部战区总医院

目的：本研究旨在建立一种基于¹⁸F-FDG PET/CT的CT影像组学诊断模型检测腹膜转移瘤，并对该模型的效能进行验证。

方法：回顾性收集东部战区总医院100例怀疑有腹膜转移瘤并行全身¹⁸F-FDG PET/CT检查的患者，所有病变均得到病理结果确认。根据是否有腹膜转移瘤将患者分为阳性组（58例）和阴性组（42例）。根据¹⁸F-FDG PET/CT图像在平扫CT上勾画腹膜病变的兴趣区（ROI），并提取腹膜区域的影像组学特征，采用Pearson相关系数及LASSO回归对CT影像组学特征进行筛选，并采用支持向量机（SVM）算法建立模型，最终采用五倍交叉验证进行模型训练及验证。比较两组间的临床资料、CT定性指标、¹⁸F-FDG PET/CT定量指标及影像组学分数（Radscore）的差异，将有差异的指标进行单因素分析和多因素分析，筛选出预测腹膜转移瘤的独立危险因素。采用二元Logistic回归方法分别构建临床模型、CT模型和PET模型。采用受试者操作特征（ROC）曲线评估各个模型的诊断效能并计算曲线下面积（AUC），采用DeLong检验比较各模型间的诊断效能。根据ROC曲线取得组学模型最佳截断值，并基于最佳截断值计算组学模型诊断的敏感性及特异性。采用决策曲线评价组学模型的临床净获益。

结果：多因素分析显示仅Radscore是诊断腹膜转移瘤的独立危险因素，比值比（OR）为1.051，组学模型AUC为0.945（95% CI: 0.896~0.975），诊断效能明显高于临床模型（0.945比0.725， $P<0.01$ ）和CT模型（0.945比0.883， $P=0.03$ ），与PET定量指标模型的诊断效能相似（0.945比0.967， $P=0.23$ ）。根据ROC曲线取得最佳截断值0.466，模型的敏感度和特异度分别为0.897和0.957。决策曲线分析（DCA）显示当组学模型阈值大于0.13时具有更高的临床净获益。

结论：基于¹⁸F-FDG PET/CT的CT的影像组学模型可以较好地诊断腹膜转移瘤，诊断效能明显优于临床模型和CT模型，且与PET模型相似，具有较好的应用前景。

多发性骨髓瘤髓外病变的¹⁸F-FDG PET/CT影像特点

沈绪勇¹、米宝明²

1. 苏州大学附属第二医院；2. 苏州大学附属第四医院

目的：对多发性骨髓瘤（MM）髓外病变（EMD）的器官分布、SUV等葡萄糖代谢程度参数进行统计分析，探讨EMD病灶的葡萄糖代谢特点与不同器官EMD病灶的代谢差异。

方法：采用¹⁸F-FDG PET/CT显像检测EMD，共收集伴有EMD的MM患者31例，其中8例为初发，23例为复发，单发20例，多发11例。EMD病灶总计165个，主要分布于淋巴结（13例，78个病灶）、胸/腹膜（11例，25个病灶）、肌肉（11例，23个病灶）、肝脏（2例，9个病灶）、肺（2例，6个病灶）、脾脏（1例，6个病灶）、胰腺（4例，4个病灶）、肾脏（3例，3个病灶）、甲状腺（2例，2个病灶）、胃

(2例, 2个病灶)、口/鼻咽(1例, 2个病灶)、胆囊(1例, 2个病灶)、肾上腺(1例, 1个病灶)、阑尾(1例, 1个病灶)、阴囊(1例, 1个病灶), 对以上病灶进行ROI勾画, 测量SUV_{max}等参数。

采用IBM SPSS 26.0软件进行统计学分析。正态性检验采用Shapiro-Wilk检验, 符合正态分布的定量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较用独立样本t检验; 不符合正态分布的定量资料以M(P25, P75)表示, 组间比较行Mann-Whitney U检验。以P<0.05为差异有统计学意义。

结果: 侵犯淋巴结、胸/腹膜和肌肉组EMD的TLG(g)、MTV(cm³)有统计学意义(p值均小于0.05), 胸/腹膜组放射性摄取最高, 淋巴结组放射性摄取最低;

骨髓内浆细胞占比>30%和≤30%组EMD的SUV_{max}、SUV_{peak}、SUL_{max}、SUL_{mean}、SUL_{peak}有统计学意义(p值均小于0.05), 后组放射性摄取均高于前组;

病灶直径>12.5mm和≤12.5mm组EMD的SUV_{peak}、SUL_{peak}、TLG(g)及MTV(cm³)有统计学意义(p值均小于0.01), 前组放射性摄取高于后组;

Ki-67>20%和≤20%组EMD的SUV_{max}、SUV_{mean}、SUV_{peak}、SUL_{max}、SUL_{mean}、SUL_{peak}有统计学意义(p值均小于0.01), 后组放射性摄取均高于前组;

初发和复发组EMD的TLG(g)及MTV(cm³)有统计学意义(p值均小于0.01), 前组放射性摄取高于后组;

单发和多发组EMD的SUV_{max}有统计学意义(p值小于0.05), 后组放射性摄取高于前组。

结论: 侵犯淋巴结、胸/腹膜和肌肉组EMD葡萄糖代谢有统计学意义, 胸/腹膜组代谢最高, 淋巴结组代谢最低;

骨髓内浆细胞占比>30%和≤30%组EMD葡萄糖代谢有统计学意义, 后组代谢高于前组;

病灶直径>12.5mm和≤12.5mm组EMD葡萄糖代谢有统计学意义, 前组代谢高于后组;

Ki-67>20%和≤20%组EMD葡萄糖代谢有统计学意义, 后组代谢高于前组;

初发和复发组EMD葡萄糖代谢有统计学意义, 前组代谢高于后组;

单发和多发组EMD葡萄糖代谢有统计学意义, 后组代谢高于前组。

囊腔样肺癌的影像学特征及临床应用：现状、挑战与展望

胡梦悦、牛荣、邵小南

常州市第一人民医院

肺癌是全球最常见的恶性肿瘤, 也是癌症相关死亡的首要原因之一。近年来, 囊腔样肺癌(Lung Cancer with Cystic Airspaces, LCCA)作为一种特殊形态学亚型日益受到关注。LCCA常表现为含有囊性结构并伴部分实性或磨玻璃成分, 发病率虽低, 但其影像学表现复杂多样, 既往文献显示约占肺癌漏诊及延误诊断病例的四分之一。随着低剂量CT(LDCT)在肺癌筛查中的广泛开展, LCCA的检出率逐渐上升, 对其早期识别和精准管理显得尤为迫切。

当前针对LCCA的研究多为回顾性、小样本设计, 临床诊断与管理仍面临多重挑战: 其一, LCCA与良性囊性病变(如肺囊肿、肺大泡、感染性空洞等)的影像学特征存在重叠, 且部分患者缺乏规律随访, 易导致漏诊、误诊和延迟诊断。其二, 诊疗体系缺乏相应的规范化指导, 仅美国放射学会(ACR)在2022版肺部CT筛查报告与数据系统(Lung-RADS)中对囊腔样结节提出了初步分级建议。其三, LCCA囊壁薄、易塌陷的解剖特点使经皮肺穿刺活检操作更易出现假阴性和气胸风险, 因此临床上更依赖无创影像进行术前评估。

近年来,基于连续薄层CT及动态观察所建立的多种分类体系(如Shen分型、Jung分阶)在鉴别LCCA的侵袭性、生长模式、基因突变及预后方面展现出重要价值。例如,研究显示壁结节、多房囊肿或囊壁逐渐增厚往往提示更强的肿瘤浸润性或更高淋巴结转移率。大多数LCCA以腺癌为主(约80–88%),且EGFR、KRAS、p53等突变频率不等,说明其肿瘤生物学特征异质性较强。此外,部分学者关注了PET/CT在LCCA中的应用:虽然18F-FDG摄取程度波动较大,但对壁结节或实性部分较明显的LCCA仍具参考价值;而对于以薄壁或磨玻璃成分为主的病变,FDG摄取较弱,易出现假阴性。新型示踪剂FAPI(针对纤维化结构)和MRI(如DCE-MRI)在识别囊壁纤维化、评估肿瘤血管化程度方面亦值得进一步探索。

与此同时,影像组学(radiomics)通过对CT或PET/CT图像进行高通量特征提取,可量化反映囊壁厚度、纹理和内部囊液信号等多维度信息,为预测LCCA的浸润程度、基因突变状态及预后提供了新的技术手段。生境成像(habitat imaging)则将肿瘤内部的炎症、坏死和纤维化等亚区进行定量评估,对阐明LCCA的发生发展机制具有潜在意义。但由于缺乏大样本、多中心前瞻性研究,尚难建立统一的影像分型或基于分子特征的分层管理路径。

总之,LCCA是一种临床特征特殊、诊断管理难度较高的肺癌亚型,其囊性结构与生物学行为之间存在紧密联系。未来需通过大规模前瞻性多中心研究,整合CT、PET/CT、MRI及分子病理学指标,进一步优化LCCA的影像分型,探索更精确的术前风险评估与个体化治疗方案。同时,应尽快推动多学科协作与大数据平台建设,促进LCCA标准化指南的制定。只有在影像学、病理学及分子分型多维度信息的共同支持下,才能为LCCA的早期诊断、精准干预与预后改善提供更有力的临床依据。

放射性核素治疗肿瘤疾病的全球知识图谱 和新兴研究趋势:基于citspace的文献计量学分析

刘珍玉、吴江
南京大学附属金陵医院

目的:放射性核素治疗(radionuclide therapy, RNT)的快速发展已经彻底改变了靶向癌症治疗范式。然而,对该领域跨学科知识结构和转化趋势的系统分析仍然缺乏。因此,本研究旨在通过文献计量方法和视觉知识图谱对过去二十年该领域的出版物进行分类和综合,以直观地分析它们的研究重点和临床趋势。

方法:研究了以Web of Science核心合集为数据来源,检索式为:((TS=radionuclide therapy) OR (TS=targeted alpha therapy) OR (TS=theranostics)) AND ((TS=cancer) OR (TS=oncology) OR (TS=tumor)),将语种限定为English,检索时间区间从2015年到2025年。对Web of Science数据库中发表的有关放射性核素治疗和肿瘤疾病的英文语言文献使用了CiteSpace(版本6.3.R1)软件来可视化分析。分析国家/地区、机构、学者、共同引用的作者以及共同被引用的期刊。此外,还分析了共同引用参考文献的共现、聚类 and 爆发情况。

结果:共纳入标准的411篇文章,分析显示在过去二十年中,该领域发表的论文数量和引用频率稳步增加。发文量最多的国家是美国(188篇),是该领域的中心,其次是英国(37篇),我国位于第三,发文量为33篇。发文量前五的研究机构分别是University of Toronto(9篇)、University of Emory(8篇)、University of California, Los Angeles(6篇)、Brown University(6篇)、University of Melbourne(6篇)。

篇)。通过对关键词共现分析得出关键词出现频率前五名依次为:生活质量、双盲、治疗、坏死因子、重度抑郁症。

结论:当前研究集中在实体瘤的剂量学优化、纳米载体增强的放射性核素递送以及与免疫检查点抑制剂的联合疗法上。突破 α 核素诊疗一体化的供应链障碍并提升纳米载体递送效率,可能成为加速精准放射性核素治疗临床转化的关键研究前沿。

成人戈谢病 18F-FDG PET/CT显像一例并文献复习

于丽

徐州医科大学第二附属医院

患者男,33岁,2023年5月突感右髋关节疼痛不适,表现为进行性加重,活动时加剧,但无明显活动障碍,自述服用止痛药物后可缓解。体格检查示右侧髋关节轻度压痛,无活动障碍。既往20年前因不明原因突发脾破裂行脾脏切除,术后未行病理,自诉脾大,原因未知。2023年5月21日外院资料实验室检查提示:血常规示WBC计数11.47(括号内为正常参考值范围,下同;3.5~9.5) $\times 10^9/L$,血小板246(125~350) $\times 10^9/L$,血红蛋白136(130~175)g/L,免疫球蛋白A(IgA)4.27(0.70~4.00)g/L,免疫球蛋白G(IgG)19.60(7.00~16.00)g/L,轻链(κ)5.32(1.70~3.70)g/L,轻链(λ)2.62(0.90~2.10)g/L,谷丙转氨酶(ALT)78.6(9~50)U/L,谷草转氨酶(AST)53.0(15~40)U/L。外院双侧股骨X线检查提示两侧股骨干中上段髓腔密度减低;双髋关节螺旋CT平扫显示扫描野内双侧股骨上段骨髓腔内高度对称性囊腔样灶,膨胀样,骨嵴征,骨髓腔内软组织密度,边缘轻度硬化,周围无软组织肿块影,无“葱皮样”骨膜反应、日光放射现象及Codman三角。下肢MR检查示双侧股骨干中上段骨髓腔内混杂信号,部分轻度膨胀样,PDWI信号不均匀略高,T1WI稍低信号,增强扫描后似轻中度不均质强化,骨皮质连续,周围未见软组织肿块影;右侧股骨颈见PDWI稍高、T1WI稍低信号,邻近软组织略肿胀;考虑双侧股骨干中上段骨髓腔异常信号伴强化,建议结合临床实验室检查鉴别血液系统疾病、红骨髓转化、骨先天性或肿瘤性病变等;右侧股骨颈轻度水肿伴邻近软组织略肿胀。

为了进一步明确诊断,2023年5月25日于我科进行PET/CT检查,示:两侧股骨上中段骨髓腔密度减低,FDG代谢弥漫性不均匀增高;两侧肱骨近端髓腔密度减低,FDG代谢轻度增高;肝脏体积增大,FDG代谢未见明显异常增高;脾脏切除术后;结合病史考虑戈谢病可能。因此,行骨髓细胞学检查,在患者体内见戈谢细胞,占比2%,该细胞呈圆形或椭圆形,胞浆量丰富,灰蓝色,含有条纹状纤维,类似葱皮样,核小,偏位。PAS染色:戈谢细胞阳性。戈谢病生物标记物(Lyso-GL-1)检验报告:生物标记物(Lyso-GL-1)LySo-GL-1 > 400(参考范围 <17.41);溶酶体贮积症检验报告:葡萄糖脑苷脂酶GBA 1.14(1.19~22.23);戈谢病GBA基因检测报告(基因及转录本):染色体位置 chr1:155205040 变异位点 c.1448T>Cp.Leu483Pr 杂合 gnomAD最高频率 0.0034,致病。染色体位置 chr1:155207224 变异位点 c.907C>Ap.Leu303Ile 杂合 gnomAD最高频率 0.00005,疑似致病。该病人符合戈谢病(Gaucher disease)诊断。患者就诊期间疼痛程度、发作频率无明显改变,未进行任何治疗。

原发性肺腺癌治疗后罕见同时转移至卵巢和阑尾： 病例报告并文献复习

刘思文、李森、王东旭、孙晓慧、于丽、喻岳超

徐州矿务集团总医院

目前肺癌居全球癌症发病率前列，肺癌的死亡率为18%~23%，高达50%的患者在诊断时已出现转移，常见的转移部位为脑，其次为骨及肝。有研究报道了肺腺癌转移到结肠、乳腺组织、垂体和牙龈结构的病例，而阑尾及卵巢转移临床比较罕见。发生阑尾转移的原发肿瘤多来源于卵巢、结直肠和胃，而肺癌转移到阑尾的病例报道极少。Taira等的回顾性研究发现 2066 例肺癌患者中有1例发生了阑尾转移。在恶性卵巢肿瘤中，转移性卵巢肿瘤占4.2%，卵巢转移性癌可以来源于身体多个部位，但最常见的是来源于胃肠道、胰腺、女性生殖道（主要为宫颈和内膜）及乳腺。肺癌转移到卵巢临床亦是罕见，约占卵巢转移癌的 0.3%~0.4%，组织学类型以小细胞癌多见，而卵巢转移性肺腺癌发生率小于 0.01%。在此我们报道一位肺腺癌患者术后7年同时发生卵巢及阑尾转移罕见病例。一名74岁女性患者，既往无显著个人及家族病史，无吸烟史、药物过敏史，2018年1月因持续性咳嗽伴咳痰就诊，胸部CT检查发现右肺上叶一 2.2×1.4 cm实性结节，右肺中叶另见两枚小结节，最大直径约0.93cm。行右肺上中叶切除术+系统性淋巴结清扫术，术中冷冻快速病理及术后常规病理均证实为浸润性腺癌，伴淋巴结转移（4/26）。术后恢复顺利。2018年2月起接受AP方案（培美曲塞联合卡铂）辅助化疗6周期。此后6年间定期随访，病情稳定，未见肿瘤复发或转移征象。2025年1月，患者因阵发性腹痛入院，PET/CT检查显示左侧附件区不规则团块状稍低密度影，大小约 5.1×3.7 cm，边界不清，FDG代谢异常增高（ SUV_{max} 5.78），另见腹盆腔局部腹膜增厚伴FDG代谢增高（ SUV_{max} 3.68）。肿瘤标志物检测显示：癌胚抗原（CEA）升高（92.25ng/mL，参考范围 ≤ 5 ng/mL），糖类抗原（CA）125升高（92.26 U/mL，参考范围 ≤ 35 U/mL），CA153 升高（139.39U/mL，参考范围 ≤ 31.3 U/mL），CA724略有升高（9.73IU/mL，参考范围 ≤ 6 IU/mL），甲胎蛋白（AFP）和CA199均在正常范围内。初步拟诊为卵巢癌伴腹膜转移。行全麻下行卵巢肿瘤细胞减灭术，术中快速病理提示转移性肺腺癌，免疫组织化学结果显示ER(-)、CA125(+)、WT-1(-)、P16(+)、CK7(+)、CK20(-)、PAX-8(-)、Vimentin(+)、Ki-67(15%+)、P53(+)、PR(-)、NapsinA(+)、CDX-2(-)、P63(-)、Calretinin(-)、 α -Inhibin(-)、TTF-1(+), 支持肺腺癌转移诊断。遂行全子宫加双侧附件切除术。术后病理显示右侧输卵管、卵巢、腹膜及大网膜可见腺癌成分，阑尾肌壁内可见腺癌成分。大网膜免疫组化提示WT-1(-)、PAX-8(-)、TTF-1(+), NapsinA(+). 基因检测结果示野生型表皮生长因子受体（EGFR）19外显子突变。综合临床、病理及分子检测结果，明确诊断为肺腺癌多发性转移（卵巢、输卵管、阑尾及腹膜）。治疗上采用奥西替尼靶向治疗联合AP方案化疗（培美曲塞1g+卡铂400mg），目前患者一般情况良好，随访复查未见肿瘤复发或新发转移灶。虽然肺腺癌术后迟发性卵巢及阑尾转移的现象不具普遍性，但医生在临床工作中应对其保持警惕，避免误诊、漏诊。希望我们的临床经验能让我们对这些罕见的转移有更深入的了解。

食管鳞癌罕见孤立性输尿管转移侵犯肾脏： 一例报告并文献复习

李森、刘思文、于丽、孙晓慧、喻岳超
徐州矿务集团总医院

食管癌是世界范围内最致命的恶性肿瘤之一，也是全球第七大最常见的癌症，是与癌症相关死亡的第六大主要原因。食管癌包括腺癌和鳞状细胞癌两种主要病理类型。在我国和其他东亚国家，食管鳞癌占食管癌病例的90%。尽管食管癌的治疗方案多种多样，但预后仍较差，晚期食管癌中位生存期不到1年，5年生存率不到16%。虽然50%~70%的患者可以接受治愈性手术治疗，但约一半的患者仍在完全切除后会出现局部复发或转移，最常见的转移部位是肝、肺、骨和肾上腺。食管癌作为输尿管转移疾病的主要来源是非常罕见的，对恶性肿瘤转移累及输尿管的系统回顾中，胡等发现了265例各种肿瘤转移至输尿管的病例。最常见的原发肿瘤部位包括前列腺、膀胱、乳腺、肠道和淋巴瘤。转移至输尿管的食管癌占所述病例的1/265。我们报道一例67岁男性患者，有食管鳞状细胞癌病史。2年前腹部CT发现左侧输尿管上段管壁局部稍增厚，其上输尿管及左侧肾盂扩张积水进行性加重。因患者无明显不适症状，未予重视。9个月前因尿频尿急行增强CT检查显示左侧输尿管管壁增厚，轻中度强化，左肾下极占位，不均匀明显强化。PET/CT检查示左肾及左侧输尿管病灶代谢明显增加，周围多发高代谢淋巴结，余全身未见明显异常FDG代谢增高灶。左肾穿刺病理显示鳞状细胞癌。腹腔镜下行左肾及左侧输尿管切除术，术后病理及免疫组化符合食管来源转移性鳞癌。结合临床病史及既往影像资料最终诊断为食管癌孤立性左侧输尿管转移侵犯左肾。患者手术恢复顺利，术后予以术区放射治疗，目前仍在密切随访和治疗中。尽管输尿管转移是罕见的，食管癌患者影像学检查提示输尿管肿瘤时，需警惕转移的可能。同时食管癌患者随诊过程中，当出现输尿管梗阻，影像学即使没有发现明确占位性病变，也应密切复查，进一步进行CT增强检查或PET/CT发现隐匿性或早期转移灶的存在，及时手术切除延长生存期。目前国内外文献未见报道过与本病例相似的食管癌孤立性输尿管转移累及肾脏相关病例，此病例为输尿管相关性转移癌提供了新的参考。

基于PET/CT的三维深度学习模型 用于预测 I 期肺腺癌的气道播散

征诚、孙春锋
南通大学附属医院

目的：肺腺癌作为肺癌中最常见的病理类型，其临床早期气道播散（spread through air spaces, STAS）被证实与患者预后密切相关。准确术前预测STAS状态对于制定合理的治疗方案具有重要意义。本研究旨在构建并评估一款基于氟-18氟代脱氧葡萄糖正电子发射断层显像/计算机断层扫描（18F-FDG PET/CT）影像的三维（3D）深度学习（DL）模型，以期实现对临床 I 期肺腺癌患者术前STAS状态的精

准预测。

方法：本研究回顾性分析了2017年1月至2022年12月南通大学附属医院收治的162例经病理确诊的临床Ⅰ期肺腺癌患者。利用患者入院时获的PET/CT影像资料，按照4:1比例随机分为训练集（ $n=130$ ）和测试集（ $n=32$ ）。针对PET和CT两种模态影像，分别开发了六种三维深度学习模型，均采用基于残差网络50（ResNet50）的架构以提高特征提取效率和网络深层次表达能力。通过对单模态模型的性能比较，选取表现最佳的PET模型与CT模型进行融合，生成多模态融合模型以提升STAS预测的准确性。为验证模型的临床实用价值，设计两阶段阅片者研究，邀请三位具备多年肺癌影像诊断经验的放射科医生，分别在无AI辅助和AI辅助情况下对测试集患者影像进行STAS状态判读。比较医生独立诊断与融合深度学习模型的敏感性、特异性及正确率，评估AI系统在实际诊断中的辅助效果。

结果：融合后的PET/CT三维深度学习模型在训练集表现优异，获得曲线下面积（AUC）达0.956（95%置信区间：0.9230 - 0.9881），在独立测试集中的AUC也高达0.889（95%置信区间：0.7624 - 1.0000），显示出模型强劲的泛化能力和稳定的预测性能。相比单独的PET或CT模型，融合模型在识别STAS阳性患者方面表现更为准确。在医生诊断环节，模型的敏感性和特异性均优于三位医生的无辅助诊断结果。值得注意的是，在AI辅助阅片阶段，医生的诊断准确性显著提升，尤其在辨别STAS阳性与阴性病例中，辅助系统有效减少了漏诊和误诊情况。此结果充分证明深度学习模型不仅自身表现出色，还能有效提升临床医生的诊断水平与工作效率。

结论：本研究成功开发出基于PET/CT影像的三维深度学习融合模型，对临床Ⅰ期肺腺癌的气道播散状态具有较高的预测价值。该模型通过自动提取丰富的影像特征，显著增强了术前STAS预测的准确性，并在辅助医生诊断中展现出良好的临床应用潜力。未来结合更多多中心数据与临床变量的整合，模型有望成为肺癌术前治疗决策的重要辅助工具，促进个体化精准医疗的发展。

原发性淋巴瘤 ^{18}F -FDG PET/CT显像1例

施宁

徐州矿务集团总医院

患者女，62岁，主诉：腰背部疼痛1月，加重伴大小便障碍10天，既往肝内胆管结石20年。实验室检查：尿常规：白细胞 $94.30/\mu\text{L}$ ，LEU阳性，蛋白质阳性，尿胆原阳性，尿潜血3+，红细胞 $145.6/\mu\text{L}$ ；肝肾功能：腺苷脱氨酶 58.9U/L ，谷胱甘肽还原酶 118.4U/L ，总胆汁酸 $18.7\mu\text{mol/L}$ 。影像学检查：CT胸腰椎平扫：约平T10-L1椎体水平椎管内占位？MR(3.0T)腰椎平扫（+STIR），MR(3.0)下段胸椎（T7-12）平扫，MR（3.0）上段胸椎（T1-6）平扫：多发胸腰椎体及附件、骶尾骨异常信号，胸10-腰1平面椎管内占位，M？（图1、2）为明确全身病灶，患者行 ^{18}F -FDG PET/CT显像，显像示：1、直肠-乙状结肠交界处FDG代谢增高， SUV_{max} 6.11（图3a、3b、3c）；2、全身多发骨FDG代谢异常活跃， SUV_{max} 11.96（图4a、4b、4c）；第10-12胸椎水平脊髓FDG代谢异常活跃， SUV_{max} 7.72；考虑直肠-乙状结肠交界处恶性病变（淋巴瘤？）伴全身多发骨转移性病变、10-12胸椎水平脊髓受侵可能，建议病理进一步明确。后予脊柱后路减压内固定+椎体强化术，术后病理示：（胸椎椎管内肿瘤血块）结合HE及免疫组化染色结果提示B细胞性淋巴瘤。

讨论：淋巴瘤是一组起源于淋巴造血系统的恶性肿瘤，主要分为霍奇金淋巴瘤（Hodgkin lymphoma, HL）和非霍奇金淋巴瘤（non-Hodgkin lymphoma, NHL）两大类。B细胞淋巴瘤是非霍奇金淋巴瘤（NHL）中最常见的类型，涵盖多种亚型，如弥漫大B细胞淋巴瘤（DLBCL）、滤泡性淋巴瘤（FL）、

套细胞淋巴瘤（MCL）等。B细胞淋巴瘤占有NHL的85%~90%，其中DLBCL是最常见的侵袭性亚型（30%~40%），FL是最常见的惰性亚型（20%~30%）。其他亚型包括MCL（5%~10%）、伯基特淋巴瘤（BL）及边缘区淋巴瘤（MZL）。淋巴瘤临床表现因亚型不同而异，侵袭性淋巴瘤（如DLBCL）因快速增长的肿块可出现发热、盗汗、体重下降等症状、如结外侵犯可出现胃肠道、中枢神经系统症状；惰性淋巴瘤（如FL）则多表现为缓慢进展的无痛性淋巴结肿大，早期常无症状。

由于淋巴瘤异质性强，准确的诊断、分期对其至关重要。组织病理学结合免疫组化（CD20、CD19、CD3、CD30、Ki-67等）及分子检测（如MYC、BCL2/BCL6重排）是诊断的金标准。影像学检查也是淋巴瘤诊断的重要手段。常用的影像学检查包括超声、CT、MRI和PET-CT等。PET/CT结合代谢与解剖成像，在DLBCL的临床管理中发挥着核心作用。DLBCL在PET/CT上表现为肿大的淋巴结呈类圆形软组织密度结节影，边界清楚或欠清楚，FDG摄取明显增高，呈结节样或团块样放射性浓聚，当病灶内部出现坏死时，坏死部位会形成圆圈样的FDG摄取增高灶（“圆圈样”摄取），SUV_{max}通常>10，最高可达52.9（乳腺原发病灶）。PET/CT诊断淋巴结和结外受累的敏感性（94.85%和95.23%）显著高于CT（82.35%和21.43%）。中期PET/CT（化疗2~4周期后）是预测生存的独立因素，尤其适用于治疗后纤维化瘢痕与残留肿瘤的鉴别，这在传统影像诊断手段中很难实现，CMR患者5年PFS>80%。

结合患者临床表现及检查结果，该病需与淋巴结炎/反应性增生、实体肿瘤转移、其他血液肿瘤等相鉴别。淋巴结炎/反应性增生虽可摄取FDG，但SUV_{max}多<8，且无骨骼及肠道浸润；转移癌淋巴结多呈偏心性坏死，而淋巴瘤坏死多为中央性，转移癌多为局灶性，淋巴瘤骨髓浸润呈弥漫性高代谢；多发性骨髓瘤患者骨破坏灶呈“穿凿样”，PET代谢不均，而淋巴瘤骨转移多为溶骨性且代谢均匀。根据现有临床资料及影像征象，亦不支持其他少见或不典型病变。

总之，18F-FDG PET/CT通过代谢活性与形态特征的联合分析，成为淋巴瘤精准诊疗的核心工具。未来需进一步探索MTV/TLG的预后价值、优化Deauville评分在治疗评估中的应用，以及联合活检提升病灶检出率。

脂质代谢新视角：NHHR比值与糖尿病风险的精准预测研究

牟笑

江苏大学附属医院

研究背景：非高密度脂蛋白胆固醇与高密度脂蛋白胆固醇比值（The non-high-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio, NHHR）作为反映脂质代谢紊乱的综合性指标，其与糖尿病（Diabetes mellitus, DM）风险的关联及对诊断效能的影响因素尚需进一步验证。本研究旨在探讨NHHR与糖尿病发病风险的关系，创新性评估其与空腹血糖（Fasting plasma glucose, FPG）联合使用的诊断价值，以期对糖尿病一级预防提供新的生物标志物靶点。

研究方法：研究依托具有地域代表性的NAGALA队列，采用回顾性队列设计，纳入2004–2015年期间15453名基线无糖尿病的成年人（男性8419名，女性7034名），平均年龄 43.71 ± 8.90 岁，随访期间记录373例糖尿病发病事件。采用Cox比例风险模型分析NHHR与糖尿病风险的独立关联，通过限制立方样条（RCS）和广义加性模型（GAM）探讨线性关系，并通过敏感性分析（交互作用检验和亚组分析）进一步验证NHHR与糖尿病发生风险的关系。此外，构建受试者工作特征（ROC）曲线比较单独NHHR和

FPG联合NHHR的诊断效能。

研究结果：1. 基线特征与NHHR的关联：NHHR四分位数（Q1至Q4）与男性比例、年龄、血压、体重指数（BMI）、腰围、血糖及血脂指标呈正相关，与高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）呈负相关（ $P < 0.001$ ）。提示NHHR可能作为综合反映代谢紊乱程度的核心指标。

2. NHHR与糖尿病风险的相关性：调整性别、年龄、生活方式及代谢指标后，NHHR每增加一个单位，糖尿病风险显著升高（校正HR=1.31，95%CI=1.14–1.49， $P < 0.001$ ）。最高四分位数（Q4）的糖尿病风险是最低四分位数（Q1）的2.15倍（ $P = 0.001$ ），趋势检验显著（ $P < 0.001$ ）。Kaplan–Meier曲线显示，NHHR四分位数越高，无糖尿病生存概率越低（log-rank $P < 0.0001$ ）。表明NHHR可能作为独立于传统风险因素的糖尿病预测指标。

3. 敏感性分析：限制立方样条分析显示NHHR与糖尿病风险呈线性正相关（ $P < 0.001$ ）。交互作用检验表明，BMI（ $P < 0.001$ ）和吸烟状态（ $P = 0.02$ ）与NHHR存在显著的交互作用：在BMI $\geq 25\text{kg/m}^2$ 或当前吸烟者中，NHHR与糖尿病风险的关联更强（HR分别为1.28和1.32）；而在BMI $< 25\text{kg/m}^2$ 或从不吸烟者中，关联较弱（HR分别为1.20和1.19）。提示NHHR在代谢紊乱高危人群中的预测价值更为突出。

4. 诊断效能评估：NHHR单独诊断糖尿病的ROC曲线下面积（AUC）为0.740（95%CI=0.716–0.765， $P < 0.001$ ）；FPG联合NHHR诊断糖尿病的ROC曲线下面积（AUC）显著提升至0.834（95%CI=0.813–0.855， $P < 0.001$ ）。

研究结论：基线NHHR水平升高与糖尿病发病风险显著正相关，且这种关联在超重/肥胖及吸烟人群中显著增强。空腹血糖联合NHHR可提高糖尿病的诊断效能，为临床实践提供了“血糖–血脂”双维度评估的新策略。

低级别嗜酸细胞肾肿瘤18F-FDG PET/CT显像一例

姜思远、刘涛、吉衡山、王新刚、吴江
中国人民解放军东部战区总医院

女性患者，18岁，偶发性左侧腹部刺痛三年，俯卧位可缓解。实验室检查仅提示血清白蛋白和高密度脂蛋白轻度减低，其他项目的结果均正常。超声造影提示左肾不均匀性高灌注的低回声团块，CT扫描显示左肾有多个软组织密度占位，在增强后显示出不均匀渐进性强化，内部见到囊性低密度区，排泄期强化程度减低，CTA显示出左肾动脉分支参与占位的供血（图1）。临床高度怀疑肾癌。

为明确左肾占位性病变性质及全身情况，患者接受了18F-FDG（南京江原安迪科正电子研究发展有限公司提供）PET/CT（美国GE Discovery 710型）检查。结果（图2）示显示左肾有多个结节和肿块，FDG摄取程度均有轻度增高（SUV_{max}: 2.52–2.56），最大的一枚肿块位于左肾上极，大小约4.2×4.0cm，边界清晰，内见囊性成分，SUV_{max}=2.54，延迟扫描SUV_{max}=2.27。其他器官未见明显异常。随后患者接受了腹腔镜下左肾根治性切除术，病理结果符合低级别嗜酸细胞性肾肿瘤（LOT）。病理组织学检查示肿瘤细胞呈实性巢状分布，局灶似呈小管状分布，组织内可见较为丰富的小血管。肿瘤细胞胞质丰富嗜酸性，核圆形或者卵圆形，染色质淡染，空泡状，核分裂像罕见。免疫组织化学染色（IHC）标记肿瘤细胞示CK 7(灶区+)，CD 117(2+)，Pax -8(3+)，GATA -3(2+)，FH (3+)，SDHB (3+)，E - cad (3+)，Ki -67(约3%+)，符合多发性低级别嗜酸细胞肿瘤（Low-Grade Oncocytic Tumor of the Kidney, LOT）（图3）。

LOT是研究者们近年来在肾细胞癌肿瘤的灰色地带中发现的新实体，它在2019年被首次描述，2022年第5版WHO泌尿系统肿瘤分类“其他嗜酸细胞肿瘤”章节将其作为新增肿瘤。它可能与TSC/MTOR突变

有关,通常为偶然发现的单个肿瘤,肿瘤的中位大小为3–4.5cm,尽管也有多发肿瘤或大于10cm的案例被极少报道。发病年龄广泛(10–87岁),男女发病率1:1.3。在某些终末期肾病或结节性硬化患者中也可被发现。

LOT是一种实性肾肿瘤,免疫组化特点为CK7呈弥漫性阳性,CD117呈阴性或局灶性阳性。已有文献报道其PAX8、GATA3、E-cadherin也呈阳性。LOT具有惰性的生物学行为,迄今没有发现术后复发或转移的证据。目前针对LOT的报道大多集中在病理特征上,鲜有描述其影像学特点,特别是PET/CT特征。在近期的文献资料中,在平扫CT上LOT大部分为边界清楚的等密度肿块,伴有水肿性低密度和/或出血性高密度成分,也可观察到囊性成分,但均无钙化或脂肪成分。在增强CT上呈现出均匀强化,早期出现边缘强化,延迟期显示完全或几乎完全的向心填充。在 ^{18}F -FDG PET/CT上,我们发现了单侧肾脏的多发肿瘤,边界清楚,其中一些肿瘤呈囊性低密度。所有病灶均表现出轻度FDG摄取,SUV_{max}在2.52至2.56之间。本病例与既往报道的影像学特征基本相符,但首次描述了LOT在 ^{18}F -FDG PET/CT显像中呈现出的低FDG代谢特征,这或许可以解释LOT的惰性生物学行为和低度恶性特征。但需要进一步的研究来更好地总结和归纳本病的影像学特征。本报告旨在提高放射医师对此罕见新病种的认识。

多系统朗格汉斯细胞组织细胞增生症以难治性腹水及下肢水肿为首发表现： ^{18}F -FDG PET/CT引导精准诊疗的病例

计欣、唐立钧

江苏省人民医院(南京医科大学第一附属医院)

背景:朗格汉斯细胞组织细胞增生症(LCH)是源于髓系前体细胞的克隆性肿瘤,可累及骨骼、皮肤、肺及内脏。成人多系统LCH合并腹膜后纤维化、肾周浸润及浆膜腔积液罕见,易误诊为自身免疫病或感染。 ^{18}F -FDG PET/CT通过全身代谢显像可揭示隐匿性病灶,指导靶向活检,辅助疾病早期诊断。

病历摘要:44岁男性,进行性双下肢水肿半年、腹水5月,伴反复发热及低蛋白血症。外院多次抗感染、激素治疗无效,IgG4-,骨髓活检:三系增生活跃,未见异常巨细胞,腹水进行性增加。后行 ^{18}F -FDG PET/CT提示:双侧下段股骨-胫骨多发混杂高密度影伴代谢增高;肾周筋膜片絮影、腹膜后纤维化伴轻度代谢增高;双肺多发薄壁囊腔、小叶间隔增厚,双侧胸腔积液、心包积液、大量腹水;双侧髋关节及大腿软组织水肿伴代谢增高。肾周活检:脂肪纤维结缔组织,间质散在慢性炎细胞浸润,小灶见纤维素样渗出。肌肉:样本中淋巴细胞占31.3%,抗原表达未见明显异常。未见异常原始细胞。后行股骨病灶活检:见上皮样细胞增生伴多核巨细胞,免疫组化:CD1a⁺,Langerin⁺,CD68⁺,S-100⁺,确诊LCH。诊断明确后启动激素及低剂量化疗(阿糖胞苷),其后症状逐渐缓解。

结论:本病例提示LCH可模拟“顽固性腹水综合征”,推测LCH的腹膜后纤维化及肾周浸润导致淋巴回流障碍,引发腹水及下肢水肿。这提示在临床实践中,对于激素抵抗的浆膜腔积液的患者,需要将LCH纳入鉴别诊断中,同时早期进行PET/CT全身评估有助于识别高代谢骨破坏灶,指导靶向活检,避免骨髓/皮肤假阴性,及时进行疾病干预。同时PET/CT可以辅助监测疾病早期代谢水平,量化全身代谢负荷量,为治疗基线评估提供依据,有助于预测长期预后并监测疗效。本案例凸显PET/CT在罕见表现LCH诊疗中的重要地位,从迷雾般的全身症状中锁定主要病灶,为精准医学时代下的组织细胞增生疾病诊疗树立新范式。

住院患者¹⁸F-FDG PET/CT检查后 对病区医务人员辐射影响的研究

葛筱婧、唐军、宋雪
苏州九龙医院股份有限公司

目的：随着¹⁸F-FDG PET/CT在肿瘤诊断中的广泛应用，注射放射性药物后患者成为移动辐射源的问题日益突出。本研究旨在通过系统测量评估住院患者¹⁸F-FDG PET/CT检查后不同时间段及不同距离条件下病区医务人员所受辐射剂量水平，为病区医务人员临床辐射安全及防护提供数据支持。

方法：纳入我院2022年1月-2023年6月接受¹⁸F-FDG PET/CT检查的39例患者。采用经校准的美国FLUKE451手持式辐射检测仪，在屏蔽室内（环境本底 $<0.08 \mu\text{Sv/h}$ ）进行，采用动态网格法测量辐射场空间分布测量。（1）时间维度：注射后2h、3h、4h、5h四个时间节点。（2）空间维度：以患者胸部为基准，测量0.5m、1m、2m、3m、4m、5m六个距离点。结合病区医务人员与患者的接触时间和距离，分析时间、距离、患者的生理代谢对¹⁸F-FDG辐射剂量的影响，病区医务人员所受辐射剂量。

结果：¹⁸F-FDG辐射剂量随时间距离增加显著降低（ $P<0.05$ ）。2小时时距离患者0.5米处剂量最高（ $15.32 \pm 2.45 \mu\text{Sv/h}$ ），5小时时5米处最低（ $0.10 \pm 0.03 \mu\text{Sv/h}$ ）。距离增加1m，辐射剂量下降 $48.7 \pm 3.2\%$ （ $P<0.001$ ）；时间每延长1小时，剂量衰减约40%。暴露风险评估：注射后2h0.5m距离操作，10分钟接触剂量达 $2.55 \pm 0.61 \mu\text{Sv}$ ；常规护理：3h后1m距离操作，10分钟剂量仅 $0.78 \pm 0.08 \mu\text{Sv}$ ；年度累积估算：假设每日接触5例（注射后2h0.5m距离），病区医务人员长年剂量约0.527mSv，低于1mSv的限值。基于研究结果，我们提出以下防护优化方案：（1）时间管理策略：将注射后0-2小时设为“高度警戒期”，患者处于核医学科的控制区域，仅限必要PET/CT检查摆放体位操作。常规护理操作尽量安排在注射3小时后进行。（2）距离管理措施：建立“1米警戒区”标识，优化病房布局，确保病床间距 ≥ 2 米或安排患者单间病房，使用可移动屏蔽装置保护频繁近距离操作人员。以最大限度地降低医务人员的辐射暴露。

结论：本研究通过系统测量证实，时间和距离是影响¹⁸F-FDG相关辐射剂量的关键因素。基于实证数据提出的分级防护策略，既保证了医疗质量，又能有效控制辐射风险。研究结果对完善医院辐射防护规程具有重要参考价值，同时也为消除医务人员不必要的辐射恐惧提供了科学依据。建议医疗机构根据本研究结果优化防护措施，并加强相关培训教育。

基于PET/CT不同SUV阈值计算的代谢参数 与非小细胞肺癌TNM分期的相关性分析

朱俊辉、周伟
昆山市第一人民医院

目的：探讨基于¹⁸F-脱氧葡萄糖（FDG）PET/CT不同SUV阈值计算的代谢参数与非小细胞肺癌

(non-small cell lung cancer, NSCLC) TNM分期相关性。

方法：回顾性分析84例经病理确诊的NSCLC患者资料，测量原发灶最大标准化摄取值（maximum standardized uptake value, SUV_{max}），并分别采取自适应迭代算法（adaptive iterative algorithm, ALA）、固定阈值法（以2.5、3、4为阈值）及相对阈值法（以40%、50%为阈值）测量肿瘤代谢体积（metabolic tumor volume, MTV）及糖酵解总量（total lesion glycolysis, TLG），比较TNM分期之间的各参数差异及分析其相关性，通过ROC曲线评估各参数预测淋巴结转移的价值。

结果：各代谢参数在T、N分期之间差异均具有统计学意义（P值均<0.05），SUV_{max}、TLG3、MTV4、TLG4、TLG50%在M分期之间差异无统计学意义（P值均>0.05），MTVALA、TLGALA、MTV2.5、TLG2.5、MTV3、MTV40%、TLG40%、MTV50%在M分期之间差异有统计学意义（P值均<0.05），SUV_{max}与T分期呈中度正相关（ $r=0.529$, $P<0.001$ ），基于不同阈值的MTV、TLG与T分期均呈高度正相关（ $r=0.701\sim0.772$, P 值均<0.001），其中以TLG2.5与T分期的相关性最高（ $r=0.772$, $P<0.05$ ）。各参数与N分期均呈低度正相关（ $r=0.320\sim0.398$, P 值均<0.05），SUV_{max}、TLG3、MTV4、TLG4、TLG50%与M分期均无明显相关（ P 值均>0.05），MTVALA、TLGALA、MTV2.5、TLG2.5、MTV3、MTV40%、TLG40%、MTV50%与M分期均呈低度正相关（ $r=0.219\sim0.262$, P 值均<0.05）。各参数对淋巴结转移均具有良好的预测价值，其中以TLG2.5诊断效能最高，但差异无统计学意义（ $Z=0.023\sim0.934$, P 值均>0.05），ROC曲线下面积为0.749（95% CI: 0.629~0.869），灵敏度、特异度和准确率分别为85.7%、55.9%和69.4%。

结论：基于不同阈值的MTV、TLG与肺癌临床分期密切相关，且相关性较SUV_{max}密切，以TLG2.5与T、N分期的相关系数最高，具有较强的临床应用价值。

乳腺癌18F-FDG PET/CT显像特点与病理特征的相关性分析

朱静¹、王晓燕¹、蔺勇龙²、张晓懿¹、沈超¹、鱼文韬¹

1. 常熟市第二人民医院；2. 常熟美迪柯医院

目的：在医疗技术持续发展下，18F-脱氧葡萄糖正电子发射断层显像（18F-FDG PET/CT）作为非侵入性的分子影像学方法逐渐被广泛用于肿瘤检测、分期、评估治疗反应以及预后等。本研究旨在分析18F-FDG PET/CT显像特点与乳腺癌（Breast cancer, BC）组织学类型、分子亚型、分级等病理特征的相关性。

方法：选取2021年12月—2024年6月在常熟美迪柯医院接受18F-FDG PET/CT检查，且在本院随访的65例BC患者，对其临床病理资料进行分析。在PET图像上对乳腺病灶处18F-FDG摄取量最显著区域进行感兴趣区勾画，对最大标准化摄取值（SUV_{max}）、肿瘤代谢体积（MTV）、糖酵解总量（TLG）进行测算。对比PET/CT显像指标在不同临床病理水平中所获数值。

结果：肿瘤分期Ⅲ期及Ⅳ期、存在淋巴结转移、ER表达呈阴性、PR表达呈阴性、病理低分化患者SUV_{max}值更高（ $P<0.05$ ）。肿瘤分期Ⅲ期及Ⅳ期、存在淋巴结转移、ER表达呈阴性、PR表达呈阴性、病理低分化患者MTV值更高（ $P<0.05$ ）。肿瘤分期Ⅲ期及Ⅳ期、存在淋巴结转移、ER表达呈阴性、PR表达呈阴性、病理低分化患者TLG值更高（ $P<0.05$ ）。

结论：在肿瘤分期较高、存在淋巴结转移、激素受体表达缺失以及病理分化较差患者SUV_{max}、

MTV、TLG数值显著升高，与肿瘤代谢活性密切相关。提示 ^{18}F -FDG PET/CT半定量参数与肿瘤分期、淋巴结转移、ER表达、PR表达、组织学分级具有一定相关性。不足：样本容量相对较小，这可能影响到结果的泛化性和可靠性。本研究仅基于单一中心的数据，多中心合作研究可能更有助于验证发现。本研究未涵盖其他影响肿瘤生物学特性的因素，包括遗传背景、环境因素等，这些因素可能对 ^{18}F -FDG摄取产生影响，需要在未来研究中进一步探讨。展望：未来研究可以继续扩大样本量，尤其是考虑多中心合作，从而保证结果具有稳定性及泛化性。除此以外，还可考虑将 ^{18}F -FDG PET/CT显像与其他影像学技术相结合，如MRI、钼靶和乳腺超声，以提高BC诊断准确性。另外，深入研究肿瘤细胞代谢与激素受体表达之间的关系，从而更好地理解激素受体对肿瘤生物学行为的调控作用。最后，还可以探索其他代谢标记物在BC研究中的应用，以丰富对肿瘤生物学特性的认识。

18F-FDG PET/CT在胃淋巴瘤和胃癌鉴别诊断中的应用

徐巧玲

江南大学附属医院

目的：本研究旨在比较 ^{18}F -氟脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描/计算机断层扫描（ ^{18}F -FDG PET/CT）在胃淋巴瘤（GL）与胃癌（GC）中的影像学特征差异。

方法：本研究纳入未经治疗的新诊断GL或GC患者，所有患者均接受 ^{18}F -FDG PET/CT检查，分析胃壁病变的PET/CT特征，包括FDG摄取模式、浓聚程度（ SUV_{max} ，最大标准化摄取值）及 SUV_{max} 与最大胃壁厚度比值（ $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{THK}_{\text{max}}$ ）。用t检验、Mann-Whitney U检验、卡方检验分析 SUV_{max} 与临床病理学参数的相关性，用受试者工作特征（ROC）曲线分析评估 SUV_{max} 、 $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{THK}_{\text{max}}$ 对GL与GC的鉴别诊断价值。

结果：本研究共纳入68例GL和117例GC患者，两组年龄无显著差异（ $P=0.541$ ）。病理性FDG摄取（定义为高于肝脏本底），97.05%的GL患者和93.16%的GC患者胃部病灶的FDG摄取高于肝脏。GL胃部病灶FDG摄取模式以I型（36.4%）为主，GC以II型（56.9%）为主（ P 值均 <0.05 ）。GL患者胃部病灶的 SUV_{max} [14.89(6.56–22.12) vs 4.08(5.75–10.24), $P<0.001$]和 $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{THK}_{\text{max}}$ [0.72 (0.50–1.10) vs 0.39(0.28–0.64), $P<0.001$]均显著高于GC。GL亚型中，DLBCL的 SUV_{max} 高于MALT淋巴瘤（ 17.51 ± 10.31 vs 4.97 ± 2.92 , $P=0.001$ ），Lugano分期晚期（III/II2/IV）患者的 SUV_{max} 高于I期患者（ 18.27 ± 10.19 vs 9.92 ± 9.22 , $P=0.002$ ）。GC患者中，T3+T4期患者的胃部病灶的 SUV_{max} 高于T1+T2期患者[6.79(4.47–12.41) vs 4.09(2.32–6.31), $P<0.001$]，但在TNM分期中，I+II期与III+IV患者的胃部病灶 SUV_{max} 无明显的统计学差异。ROC分析显示 $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{THK}_{\text{max}}$ （ $\text{AUC}=0.760$, 95%CI 0.690–0.821）的诊断效能略优于 SUV_{max} （ $\text{AUC}=0.747$, 95%CI 0.676–0.809），但差异无统计学意义（ $P=0.679$ ）。在最佳截断值（ $\text{SUV}_{\text{max}}=16.13$ ； $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{THK}_{\text{max}}=0.42$ ）下， SUV_{max} 灵敏度更高（91.7% vs 57.8%），而 $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{THK}_{\text{max}}$ 特异性更优（89.4% vs 48.5%）。

结论： ^{18}F -FDG PET/CT在GL与GC的鉴别诊断中有重要的作用，GL表现出更高的 SUV_{max} 和 $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{THK}_{\text{max}}$ 比值。联合代谢参数（ SUV_{max} ）与结构评估（ THK_{max} ）具有互补诊断价值，其中 $\text{SUV}_{\text{max}}/\text{THK}_{\text{max}}$ 在保持中等灵敏度的同时显著提高特异性。

基线¹⁸F-FDG PET/CT多参数体成分分析 可预测多发性骨髓瘤的临床预后

蔡羽洁、缪姜丰、征诚、谭忠华、孙春锋
南通大学附属医院

目的：探讨基于¹⁸F-FDG PET/CT的身体成分参数对多发性骨髓瘤（MM）患者无进展生存期（PFS）的预后价值。

方法：回顾性分析2020年1月至2023年12月新诊断的MM患者，收集其基线临床资料及治疗前¹⁸F-FDG PET/CT影像。使用3D Slicer软件在第三腰椎（L3）水平半自动勾画椎旁肌肉（SM）、内脏脂肪（VAT）和皮下脂肪（SAT）区域，获取体积（V）、平均CT值（HUmean）、标准化摄取值平均值（SUVmean）及糖酵解总量（TLG）。通过Cox回归分析评估身体成分参数与PFS的关系，Kaplan-Meier法进行生存分析。

结果：根据纳入及排除标准，本研究共纳入66例新诊断的MM患者，中位年龄68岁（52-81岁），男性34例（51.5%），IgG型35例（53.0%）、IgA型16例（24.2%）、仅轻链型13例（19.7%），其他类型2（3%）例，共13例接受自体造血干细胞移植（ASCT）治疗。中位PFS为21（8-31）个月；45例出现疾病进展，11例死亡，10例MM好转及稳定。单因素分析显示，乳酸脱氢酶（LDH）（HR=1.005，P=0.001）、SAT SUVmean（HR=5.389，P=0.036）和SAT TLG（HR=1.007，P=0.008）与PFS显著相关。在多因素分析校正混杂因素后，身体成分指标中SAT SUVmean（HR=305.516，95%CI 12.672 - 736.584，P<0.001）是PFS的独立危险因素，其他独立因素包括LDH（HR=1.006，P=0.009）和未行ASCT（HR=3.761，P=0.007）。生存分析表明：高SAT SUVmean组中位PFS显著低于低SAT SUVmean组（11月 vs 27月，Log-Rank P=0.004），尤其在女性患者（9月 vs 38月，Log-Rank P=0.01）和未接受ASCT患者（9月 vs 27月，Log-Rank P<0.001）亚组中差异更显著。

结论：¹⁸F-FDG PET/CT衍生参数皮下脂肪代谢活性（SAT SUVmean）是MM患者PFS的独立预测因子，高摄取提示不良预后，可成为临床预后评估新的影像学指标。性别和ASCT治疗或影响SAT SUVmean与预后的关联，其机制需进一步研究。

太极和剑道锻炼对脑葡萄糖代谢的影响探究

李骏鹏、李继会、邓胜明、章斌
苏州大学附属第一医院

目的：探索不同锻炼模式对脑葡萄糖代谢的影响。

方法：纳入苏州大学体育学院学生18名，按照随机抽样法将受试者分为太极组、剑道组及对照组，每组各6人。¹⁸F-FDG注射剂量0.1~0.12 mCi/kg，太极组受试者在探针注射后进行太极拳锻炼10 min，剑道组受试者在探针注射后进行剑道锻炼10 min，对照组受试者探针注射后安静休息。锻炼结束10 min后进行PET/CT扫描。扫描仪为联影uEXPLORER全轴PET/CT扫描仪，采集时先采集全身低剂量CT图像1 min，

后采集PET图像5 min。使用OSEM算法重建PET图像,图像大小 192×192 ,迭代次数2次,子集20,高斯半高宽3,全身图像重建视野600mm,层厚2.88mm,脑部图像重建视野300mm,层厚2mm。将四肢肌群划分为前臂、小腿前侧、小腿后侧肌群3个感兴趣区(Region of interest, ROI),通过联影NEURO Q工作站脑地图集将脑组织划分为46个ROIs,以全脑平均值作为参考脑图像分析参考区。通过单因素方差分析获取各组间脑区糖代谢差异,通过Pearson相关分析获取肌群与脑区糖代谢的相关性。

结果:与对照组相比,太极组双侧视觉联合皮层、左侧后内侧额叶皮层糖代谢显著减低,而右侧前扣带回糖代谢显著增高。剑道组左后内侧额叶、右侧视觉联合皮层的糖代谢显著低于对照组,而双侧小脑糖代谢显著高于对照组。太极组右侧内侧额叶、外侧额叶皮层及后扣带回糖代谢显著高于剑道组。太极组左侧感觉运动皮层、双侧内侧额叶皮层糖代谢与小腿前侧肌群糖代谢显著相关,左中额叶皮层糖代谢则与小腿后侧肌群糖代谢显著相关。剑道组左侧前扣带回、中额叶、右侧内侧额叶以及双侧外侧额叶、初级视觉皮层糖代谢与前臂肌群糖代谢显著相关,右侧内侧额叶、感觉运动皮层糖代谢与小腿前侧肌群糖代谢显著相关,左侧下额叶、右侧内侧额叶、中额叶、感觉运动皮层糖代谢则与小腿后侧肌群糖代谢显著相关。对照组左侧外侧额叶、顶叶皮层糖代谢与前臂肌群糖代谢显著相关,右侧视觉联合皮层糖代谢与小腿前侧肌群糖代谢显著相关,左侧中额叶皮层糖代谢则与小腿后侧肌群糖代谢显著相关。

结论:不同锻炼模式影响着不同脑区的葡萄糖代谢,太极运动主要影响扣带回、内侧额叶等与认知、记忆相关脑区,而剑道运动则主要影响额叶、感觉运动皮层及小脑等与情绪、运动控制相关脑区。

论核医学科医学影像技师的综合素质

赵震华

苏州大学附属第一医院

目的:随着核医学医学影像设备SPECT、PET以及PET/CT和PET/MR等精密影像技术的推陈出新,核医学影像检查在临床应用及科研中越来越备受关注,并发挥着重要的作用,对核医学影像技师的素质也提出了更高的要求。笔者就有效提升现代核医学影像技师的综合素质进行了分析和研究,培养高素质的复合型核医学影像技术人才,必将对核医学医疗诊治水平的提高发挥重要的作用。

方法:1 基本职业道德素养

核医学技师首先要明确自身岗位职责,做到爱岗敬业,实事求是,有强烈的责任心和职业自豪感。高度的责任心及亲和的服务态度是影像技师最基本的职业素养。

2 加强业务水平,扩大学科知识体系

核医学影像技师的工作,其涉及生理、药理、人体解剖、临床医学、放射学、放射物理、影像技术、影像诊断、医学工程、网络信息技术等多学科知识。因此,高层次核医学影像技术人员不但需熟练掌握基础医学影像理论知识,了解现代核医学影像技术的工作原理及特征,还要熟练掌握计算机信息技术等,并能够进行影像设备的使用及维护工作。

3 自主学习意识和能力

目前核医学科技师队伍普遍学历偏低,因此要具备主动学习这一意识,利用业余时间提高自身学历,成为具有多学科交叉背景的创新型、复合型高层次核医学影像技术人才,促进我国核医学影像技术的发展与提升。

4 提高科研和创新能力

新型医疗设备不断更新换代,影像技师首先要改变只是设备操作者的观念,树立探讨新领域的勇

气, 拓展知识面; 其次在实践操作中善于发现问题, 解决问题, 积极参与相关课题研究, 提升科研能力和学术水平。

5 医患沟通能力

作为直面患者的影像技师除了过硬的技术水平, 还要加强医患沟通能力, 创建和谐的医患关系, 使很多医疗纠纷得以化解或者消灭在萌芽状态。

结果: 结合核医学科室的自身发展情况, 制定出提升核医学影像技师综合素质的培养模式, 最终建立科学、专业的影像技术团队, 最大程度地发挥现代核医学影像技术的临床应用价值。

结论: 核医学影像技术急需具有扎实的专业理论基础、娴熟的操作技能、良好的职业素质、又有创新能力的高技能人才, 以适应学科发展的需要。

[⁸⁹Zr]Zr-DFO-NY005用于监测胃癌患者体内CLDN18.2表达水平的研究

王嘉良、楼可全、贺慧慧、陈礼平、付海田、郁春景
江南大学附属医院

目的: 胃癌是目前全球主要医疗负担之一, 每年约有100万新发病例和60万死亡病例。中国所在的东亚地区是胃癌高发区域, 中国每年新增病例数占全球病例数的40%以上。胃癌治疗效果差、死亡率高的原因是胃癌常常在晚期才被诊断, 治疗方法和效果均极为有限。研究表明, CLDN18.2在50%以上的胃癌患者中表达, 而且在原发和转移病灶中都能检测到其表达, 是治疗胃癌的理想靶点。多种靶向CLDN18.2的疗法已经显示出良好的疗效, 因此精准评价和监测CLDN18.2的表达水平对于筛选潜在获益患者、评估靶向治疗效果具有极为重要的意义。本研究的目的是开发一种新型分子探针[⁸⁹Zr]Zr-DFO-NY005通过PET/CT用于无创监测胃癌患者体内CLDN18.2表达水平。

方法: 制备获得靶向CLDN18.2的VHH-Fc抗体NY005, 并通过p-NCS-Bz-DFO、⁸⁹Zr进行标记制备获得分子探针[⁸⁹Zr]Zr-DFO-NY005, 并进行表征和分析。利用表达CLDN18.2的A549hCLDN18.2细胞系构建小鼠肿瘤模型, 进行[⁸⁹Zr]Zr-DFO-NY005体内PET/CT成像和分布实验, 通过免疫组化染色分析肿瘤组织CLDN18.2表达水平。在正常ICR小鼠进行[⁸⁹Zr]Zr-DFO-NY005的体内安全性分析。在胃癌患者的体内进行[⁸⁹Zr]Zr-DFO-NY005的PET/CT成像, 通过免疫组化染色分析肿瘤组织CLDN18.2表达水平, 探究PET/CT成像效果和CLDN18.2表达水平之间的关系。采用单因素方差分析和两独立样本t检验方法进行数据分析。

结果: 本研究成功制备获得了NY005, 分子量为77743.3 Da, BLI法测定与CLDN18.2亲和力为1.32 nM。制备的[⁸⁹Zr]Zr-DFO-NY005比活度为0.84 mCi/mg, 放化学纯度>97%, 在血清中具有良好的稳定性。A549hCLDN18.2小鼠肿瘤模型体内PET/CT成像实验结果表明, [⁸⁹Zr]Zr-DFO-NY005能够在给药后富集于肿瘤组织内, 给药后24-72 h为高峰, 24 h的SUV_{mean}为9.62 ± 1.32, 72 h的SUV_{mean}为9.13 ± 1.33, 至给药后120 h仍然保持较高水平摄取(4.38 ± 0.46 %ID/g)。用未标记的NY005阻断后, 小鼠肿瘤组织摄取值显著降低(24 h的SUV_{mean} 5.09 ± 0.27, P<0.01)。免疫组化结果表明肿瘤组织高表达CLDN18.2。体内分布实验表明, [⁸⁹Zr]Zr-DFO-NY005给药后主要分布于肝脏, 其次是脾脏和肾脏。药代动力学研究表明, [⁸⁹Zr]Zr-DFO-NY005的分布半衰期(T_{1/2α})和消除半衰期(T_{1/2β})分别为2.6 h和98.84 h。在胃癌患者体内PET/CT成像实验结果表明, 在[⁸⁹Zr]Zr-DFO-NY005给药后, 能够在患者胃癌病灶内检测到

放射性摄取显著增高 ($SUV_{max}=14.04 \pm 6.77$)，患者活检肿瘤组织免疫组化染色结果证明了肿瘤组织高表达CLDN18.2。此外，在患者体内 $[^{89}Zr]Zr-DFO-NY005$ 主要富集于肝脏、肾脏和脾脏内。

结论：我们成功制备获得了一种靶向CLDN18.2的分子探针 $[^{89}Zr]Zr-DFO-NY005$ ，可用于无创评价胃癌患者体内CLDN18.2的表达水平。

基于多模态影像的前列腺癌核素靶向三维内照射 治疗个性化剂量学分析方法研究

田锋

江苏省人民医院（南京医科大学第一附属医院）

背景：近年来，前列腺癌（PCa）已成为威胁我国男性生命健康的主要疾病之一，其发病率与死亡率均呈逐年上升趋势。前列腺特异性膜抗原（PSMA）作为一种II型跨膜糖蛋白，在几乎所有的PCa细胞中都有表达，且PSMA的生理性表达低，具有较高的肿瘤靶向特性。在PSMA上标记诊断或治疗用放射性核素形成的新型PCa靶向药物可以实现对PCa的精准显像与治疗，目前已成为临床主要的PCa诊疗技术。然而，现有核医学治疗药物给药方法均采用固定剂量的经验给药法，这一给药法忽略了患者的个体化差异，且目前缺乏精准的内照射个性化剂量分析技术，导致临床中无法准确评估个性化患者的全身受照剂量情况与疗效。

方法：本研究基于13例于江苏省人民医院核医学科接受 $^{177}Lu-PSMA-617$ 药物治疗的PCa患者的 $^{68}Ga-PSMA-11$ PET/CT影像，通过多模态影像处理与蒙特卡罗粒子输运程序的构建，建立了体素级别的个性化患者三维受照剂量分布精准评估方法，并基于该方法对患者颅内各转移灶与危及器官的受照剂量进行分析。

结果：结果表明，同一患者的颅内多发转移灶对PSMA药物的摄取能力及药物分布均匀性均存在差异，导致其内的剂量沉积大小与分布存在偏差，平均沉积剂量约为 0.05 ± 0.04 mGy/MBq，剂量均匀性(HI)约为 1.71 ± 1.48 。进一步，依据病灶尺寸将所有病灶分为3组，统计分析表明，3组转移灶内的平均CT值、对PSMA药物摄取性能以及沉积的平均剂量均存在具有统计学意义的差异，具体表现为病灶尺寸越大，转移灶内的平均CT值越大、对PSMA药物的摄取率越高，沉积的平均剂量也越大。此外，危及器官内沉积的剂量也存在较大差异，对于脑干等器官，其内沉积的辐射剂量远低于转移病灶，但腮腺内的沉积剂量与转移灶内的沉积剂量接近，所有病灶内沉积的平均剂量仅为腮腺内沉积剂量的4倍，这一结果可能是临床中部分患者在服药后出现口干的原因。

结论：本研究基于蒙特卡罗模拟和多模态影像建立了一种个性化三维内照射剂量分布评估方法，实现了对接受 $^{177}Lu-PSMA-617$ 治疗的PCa患者体内各转移病灶和危及器官的三维受照剂量情况的分析。结果表明，患者的个性化差异导致颅内转移灶和各危及器官内沉积剂量存在较大差异，而本研究建立的个性化剂量学分析方法可以精准评估个性化患者的受照剂量情况，未来临床可根据个性化患者体内各病灶及危及器官的受照情况，优化个性化给药方案，以实现疾病的精准治疗并保护危及器官。

二氢丁苯那嗪氨基衍生物立体异构体分离与氟[18F]标记研究

刘春仪、方毅、李靓雯、李倩、陈正平
江苏省原子医学研究所

目的： 基于新型II型囊泡单胺转运体（VMAT2）显像探针开发需求，二氢丁苯那嗪2-位氨基化衍生物（2-氨基-二氢丁苯那嗪）的合成与构效优化已受到研究者的关注。二氢丁苯那嗪类化合物因存在多种异构体且生物活性差异显著，其异构体分离与纯化技术已成为该领域的必要研究内容。然而，当前针对2-氨基-二氢丁苯那嗪（2-NH₂-DTBZ）的非对映异构体分离技术尚未解决，文献制备方法所得产物为混合非对映异构体形式。本研究旨在建立该化合物非对映异构体的分离技术方法，并初步探索其氟[18F]标记策略。

方法： 以丁苯那嗪为起始原料，通过Borch还原氨化反应合成2-NH₂-DTBZ粗品，继而采用柱层析分离技术实现 α 型和 β 型非对映异构体的有效分离，并通过质谱（ESI-MS）及核磁共振波谱（¹H/¹³C NMR）完成结构确证。基于 α 型异构体潜在的生物活性优势，本研究进一步采用两步一锅法策略实现氟[18F]标记 α 型2-NH₂-DTBZ。

结果： 2-NH₂-DTBZ粗品柱层析薄层色谱（TLC）监测显示，共获得三个特征性馏分（I、II、III）。质谱表征结果表明馏分I为化学合成反应杂质，馏分II、III呈现相同的分子离子峰，确认为目标化合物2-NH₂-DTBZ的两种非对映异构体（ESI-MS: m/z [M + H]⁺ calcd for C₁₉H₃₁N₂O₂⁺ 319.46, found 319.49）。进一步的研究分析表明，先洗脱的馏分II应为 α 型2-NH₂-DTBZ，而后洗脱的馏分III则对应 β 型2-NH₂-DTBZ。 α 型2-NH₂-DTBZ的氟[18F]标记方法研究结果显示，目标放射性标记产物[18F]FP- α -NH-DTBZ在半制备高效液相色谱纯化过程中于16 min处呈现产品洗脱峰，整个放射合成流程耗时约100 min，未校正放射化学产率约10%。目标放射性产物经分析型高效液相色谱验证放射化学纯度（>99%），其保留时间（5.6分钟）与相应非放射性对照化合物一致，充分证实了18F标记策略的准确性及产物的放射化学均一性。

结论： 本研究合成并分离纯化了2-氨基-二氢丁苯那嗪非对映异构体，通过系统结构表征确证了两种非对映异构体的化学结构。此外，本研究还通过氟[18F]标记技术初步实现了 α 型2-氨基-二氢丁苯那嗪的放射性标记，为开发基于该化合物骨架的新型VMAT2靶向正电子发射断层扫描（PET）示踪探针奠定了重要的技术基础。

基于核素示踪技术研究TIL细胞体内药代动力学

张凯杰、王燕、郑梦、刘青峰、牟慧雯、李瑶琪、单圆圆、缪丽燕
苏州大学附属第一医院

目的： 作为“活的”细胞药物，肿瘤浸润淋巴细胞（TIL细胞）在实体瘤治疗中具有复杂并且独特的分布、迁移、归巢、增殖等体内生物学行为，其体内药代动力学行为与有效性和安全性密切相关。但

是传统检测方法难以满足临床需求,如何实现实时、动态、可视化监测全身各组织,尤其是实体瘤病灶中浸润TIL细胞的情况是亟需解决的问题。因此,本研究旨在基于核素示踪分子技术,借助CD8+ T细胞特异性分子探针的PET显像,开展TIL细胞在实体瘤治疗过程中药代动力学,尤其是增殖动力学研究,探索TIL在宫颈癌PDX模型中的体内生物学行为,为TIL细胞药物开发以及临床转化提供理论支持。

方法:建立基于 ^{68}Ga -NODAGA-SNA006探针建立CD8+ TIL体外定量方法学;利用Micro PET显像考察TIL细胞体内定量方法学;在宫颈癌PDX模型鼠中,借助 ^{68}Ga -NODAGA-SNA006的Micro PET显像考察TIL细胞实体瘤治疗过程中体内增殖动力学研究。

结果:(1)在 $7 \times 10^2 \sim 7 \times 10^5$ 个CD8+ TIL范围内,细胞内 ^{68}Ga -SNA006的摄取值(CPM)与细胞数量之间具有明显线性相关($p < 0.0001$),回归方程为 $Y = 2.178X + 7947$ ($R^2 = 0.997$)。(2)小鼠定点植入部位 ^{68}Ga -SNA006的放射性摄取值与细胞浓度呈线性,CD8+TIL体内定量回归方程为 $Y = 8.923 \times 10^{-7}X + 0.1709$ ($R^2 = 0.9788$)。(3)在宫颈癌PDX小鼠中,借助 ^{68}Ga -SNA006进行CD8+TIL细胞增殖动力学研究:PET/CT结果显示,给药2 h后,TIL细胞在肺和肝脏明显富集。第5天开始,与PBS组($1.86 \pm 0.93\% \text{ID/g}$)相比TIL细胞治疗组($0.35 \pm 0.06\% \text{ID/g}$)肿瘤部位出现明显摄取($P < 0.005$),表明TILs在第5天左右开始浸润肿瘤组织。在第13天肿瘤摄取达到峰值(C_{max} 为 $3.00 \pm 1.31\% \text{ID/g}$),随后逐渐降低。

结论:本研究建立一种基于同位素示踪分子影像进行TIL体内药代动力学动力学监测的新方法,可用于TIL在实体瘤治疗中全身尤其是肿瘤组织分布、迁移、归巢、增殖等动力学实时、无创、动态和定量监测,为后续“活细胞”肿瘤免疫治疗机制探索、药物开发以及临床转化提供新策略。

多发骨髓瘤CD38靶向的伴随诊断药物临床前研究

刘青峰、王燕、葛书山、牟慧雯、张凯杰、郑梦、缪丽燕
苏州大学附属第一医院

目的:CD38是一种对多发性骨髓瘤(MM)患者具有高度特异性的糖蛋白。靶向CD38的抗体疗法(如达雷妥尤单抗)作为单药治疗或与其他方案联合治疗MM,已显示出良好的疗效。然而,如何有效地对可能从达雷妥尤单抗治疗中获益的患者进行分层并及时监测治疗反应仍是临床面临的挑战。本研究旨在利用 ^{68}Ga -PET显像方法,考察4株靶向CD38多肽的体内靶向性和生物学行为,筛选出有潜力开发成为靶向CD38的特异性分子探针用于MM患者个体化用药的伴随诊断。

方法:(1) ^{68}Ga 标记4株CD38多肽(CP001/CP002/CP003/CP004)方法学建立;(2)利用Micro PET扫描方法在CD38高表达的MOLP8荷瘤鼠模型中进行 ^{68}Ga 标记4株CD38多肽活体显像,考察其体内生物学性能研究。

结果:(1) ^{68}Ga 标记6株CD38多肽方法学: ^{68}Ga 可顺利实现抗体标记;标记率 $>95\%$;溶媒和血清稳定性良好(4 h时RCP $>90\%$)。(2)PET/CT成像显示:在给药后30 min, ^{68}Ga 标记的环肽主要分布在肿瘤、肺、肾脏等组织中。其中, ^{68}Ga -CP004的肿瘤摄取值最高为 $9.09 \pm 0.55\% \text{ID/g}$,均高于 ^{68}Ga -CP001($3.15 \pm 0.52\% \text{ID/g}$)、 ^{68}Ga -CP002($2.86 \pm 0.49\% \text{ID/g}$)、 ^{68}Ga -CP003($4.53 \pm 0.44\% \text{ID/g}$)。相应地, ^{68}Ga -CP004肿瘤/肌肉之比为 11.26 ± 2.88 ,均高于 ^{68}Ga -CP001(7.03 ± 1.78)、 ^{68}Ga -CP002(7.18 ± 3.52)、 ^{68}Ga -CP003(10.47 ± 0.97)组。更重要的是, ^{68}Ga 标记的4种环肽在肾脏中的摄取均较低($<15\% \text{ID/g}$),可以减少辐射造成的肾脏损伤。 ^{68}Ga -NOTA-CD38的离体组织分布的结果与PET/CT显像结果具有一致性。

结论:经初步筛选, ^{68}Ga -CP004作为特异性分子探针具有良好的肿瘤摄取和药代动力学特性,临

床转化前景大等优点,有望进一步开发成为靶向CD38 的特异性分子探针,用于肿瘤免疫治疗患者筛选,早期疗效评估,治疗方案优化等个体化用药指导。

18F-FDG PET/CT 在内镜活检 诊断高级别上皮内瘤变的术前风险分层中优于增强 CT

张颖颖、刘冬、黄浩颖、钱锦程、周夜夜、李俊鹏、
曹津铭、李继会、邓胜明、章斌、沈佳庆、杨毅
苏州大学附属第一医院

背景:高级别上皮内瘤变(HGIN)的特征为存在高级别异型增生但未突破黏膜肌层浸润。内镜活检(EFB)被视为结直肠上皮性肿瘤组织学诊断的金标准。然而,由于技术局限性导致内镜活检与术后切除标本的组织病理学结果存在显著差异,这是临床医师与病理医师共同面临的实际难题。本研究回顾性分析经内镜活检诊断为结直肠HGIN并进一步行PET/CT和CECT检查的病例,比较两种影像学检查对病变的诊断与评估效能,以期筛选出适用于此类患者的最佳检查方式。此外,本研究另一目的是通过分析结直肠癌活检标本中黏膜下层浸润(ISM)漏诊相关的临床病理特征,明确诊断差异及需补充影像学评估的情形。

方法:研究纳入76例患者(共83处病变),其中30处病变同时接受PET/CT和CECT检查。系统分析人口学资料、病变内镜特征、影像学评估(PET/CT和CECT)及组织病理学结果。采用受试者工作特征曲线(ROC)评估PET/CT和CECT鉴别原发灶与淋巴结、肝脏、大网膜及骨转移的效能,并分析HGIN病理升级的危险因素。

结果:术后病理证实HGIN升级为浸润性结直肠癌的比例为69.8%(58/83)。与CECT相比,PET/CT对原发灶及转移灶的敏感性、阳性预测值(PPV)和阴性预测值(NPV)更高。PET/CT在原发灶、淋巴结及腹膜转移的曲线下面积(AUC)显著高于CECT($P<0.05$)。多因素分析显示,病变表面破溃及最大径 >2 cm是HGIN病理升级的独立危险因素,而带蒂病变为保护因素。进一步分析表明,直径 >2 cm且合并溃疡的病变中,PET/CT对隐匿性转移灶的检出率较CECT提高23.5%。

结论:本研究证实,浸润性结直肠癌存在被EFB误诊为HGIN的风险。与CECT相比,PET/CT通过全面评估原发灶、淋巴结转移及远处器官转移等情况,显著提升了HGIN的内镜诊断准确性。对于直径 >2 cm且伴表面溃疡的病变,建议优先选择PET/CT检查,以优化根治性手术与内镜治疗的决策流程。该发现为临床制定个性化诊疗方案提供了影像学依据,尤其适用于需鉴别黏膜内病变与早期浸润癌的复杂病例。未来研究可进一步扩大样本量,探索PET/CT在HGIN术前分期中的长期临床效益。

一种基于整合素和免疫检查点的双靶点PET分子探针的合成和生物学性质评价

周雨莹、葛曼宣、刘清竹、林建国、邱玲
江苏省原子医学研究所

目的：近年来，基于双靶点策略的正电子发射断层扫描（PET）探针在提高肿瘤摄取、优化靶本比、增强成像对比度以及提升临床可行性等方面展现出广阔前景。整合素 $\alpha_v\beta_3$ 在肿瘤细胞增殖、侵袭、转移和血管新生过程中发挥重要作用，免疫检查点分子程序性细胞死亡配体-1（PD-L1）则通过抑制T细胞活化，促进肿瘤细胞的免疫逃逸。鉴于二者在肿瘤侵袭与转移中均发挥重要作用，构建同时靶向 $\alpha_v\beta_3$ 和PD-L1的双靶点探针，有望提升肿瘤成像的灵敏度与特异性。

方法：本研究采用以赖氨酸-聚乙二醇为主的特定连接子，将PD-L1靶向多肽IMB和 $\alpha_v\beta_3$ 靶向环肽c(RGDfK)连接，并与双功能螯合剂NOTA-NHS偶联，成功合成双靶点探针前体NOTA-IMB-RGD。随后利用氟化铝（ $Al^{18}F$ ）标记策略制备得到双靶点PET探针 $[^{18}F]AlF-NotA-IMB-RGD$ 。通过体外细胞摄取实验评估其在不同 $\alpha_v\beta_3$ 和PD-L1表达水平肿瘤细胞中的特异性结合能力，并在多种肿瘤模型中开展体内PET成像及生物分布实验，验证其靶向能力和成像性能。

结果： $[^{18}F]AlF-NotA-IMB-RGD$ 合成简便，具有较高的放射化学纯度（RCP）和放射化学产率（RCY），并表现出良好的亲水性和体外稳定性。在细胞摄取实验中，该探针在双阳性（U87、A375-hPD-L1、B16-F10和MC38）细胞中的摄取水平显著高于单阳性（A375）或双阴性（LLC）细胞，显示出良好的双靶向结合特性。体内成像结果进一步证实其在双阳性肿瘤中的高摄取和持久滞留；其在双阳性肿瘤模型中的摄取为单阳性肿瘤模型的1.3 ~ 2.6倍，约为双阴性肿瘤模型的3.2 ~ 6.4倍，成像对比度明显提升。

结论：双靶点PET成像探针 $[^{18}F]AlF-NotA-IMB-RGD$ 能够有效区分不同 $\alpha_v\beta_3$ 和PD-L1表达水平的肿瘤细胞，显著增强肿瘤摄取和延长体内滞留时间，表现出良好的成像性能与靶向特异性。该研究为靶向整合素与免疫检查点分子的双靶点探针在肿瘤精准诊断及个体化治疗指导中的应用提供了有力支撑，具有良好的临床转化前景。

LGR5靶向PET分子探针的筛选、合成及生物学性质评价

唐瑞、刘清竹、邱玲、林建国
江苏省原子医学研究所

目的：富含亮氨酸重复序列的G蛋白偶联受体5（LGR5）是结肠癌干细胞的生物标志物，其异常表达与结肠癌的发生、发展、转移和治疗耐药密切相关，可作为结肠癌精准诊断的重要靶点。本研究旨在筛选并合成一系列基于多肽的LGR5靶向分子探针 $[^{68}Ga]Ga-NotA-LT1$ 和 $[^{68}Ga]Ga-NotA-LT2$ ，并通过体内PET成像实现对结肠癌的早期诊断。

方法：采用分子对接方法对多肽库进行虚拟筛选，获得与LGR5蛋白具有高结合能力的LGR5靶向多

肽L1；随后通过丙氨酸扫描法评估关键氨基酸残基对结合活性的贡献，并在此基础上优化多肽结构，得到改进型多肽L2。利用固相多肽合成法和酰胺缩合反应合成探针前体，并进行⁶⁸Ga放射性标记，得到探针[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT1和[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT2。测定探针的脂水分配系数和稳定性，验证其理化性质。采用LGR5高表达的HCT116细胞进行结合亲和力实验，测定探针与LGR5的亲合能力。在HCT116和LGR5低表达的NCI-H1299细胞中进行细胞摄取及阻断实验，验证探针对于LGR5的结合特异性。构建HCT116荷瘤鼠模型，分别注射[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT1和[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT2进行PET成像，评估两种探针的体内特异性、成像性能及肿瘤诊断潜力。

结果：[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT1和[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT2均为亲水性探针，体内外稳定性良好。细胞摄取实验结果显示，在LGR5高表达的HCT116细胞中，两种探针的摄取水平显著高于LGR5低表达的NCI-H1299细胞。结合亲和力实验进一步显示，[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT2对于LGR5的亲合力明显优于[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT1，表明其具有更强的靶向结合能力。HCT116荷瘤小鼠的PET成像结果显示，探针在注射后10 min肿瘤摄取达峰值，[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT1和[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT2的摄取值分别为 2.2 ± 0.05 %ID/mL和 3.4 ± 0.3 %ID/mL，进一步验证两个探针均可实现对LGR5高表达肿瘤的特异性成像，其中[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT2表现出更优的显像效果和成像对比度。

结论：[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT1和[⁶⁸Ga]Ga-NOTA-LT2均具有良好的理化性质、体内外稳定性和对于LGR5的高亲和力，能够实现对LGR5阳性肿瘤的动态PET成像，具有良好的靶向性与成像对比度，展现出作为LGR5阳性肿瘤分子影像探针的应用前景。

68Ga标记的颗粒酶B响应型PET探针 用于评估肿瘤免疫治疗的疗效

杨继辰、邱玲、林建国
江苏省原子医学研究所

目的：颗粒酶B是一种主要由细胞毒性T淋巴细胞和自然杀伤细胞分泌的丝氨酸蛋白酶，其表达水平可反映免疫细胞的细胞毒活性，已被视为预测免疫治疗疗效的重要生物标志物。为实现对体内颗粒酶B活性的实时与动态可视化监测，本研究开发了两种⁶⁸Ga标记的颗粒酶B靶向PET探针[⁶⁸Ga]CA-M-IEFD和[⁶⁸Ga]CA-H-IEPD，并通过细胞摄取实验及荷瘤鼠体内成像等评估其对颗粒酶B的靶向能力及其用于免疫治疗疗效评估的成像应用潜力。

方法：探针前体由刚性大环骨架CA与颗粒酶B特异性识别肽（IEFD和IEPD）组成，其可被颗粒酶B特异性识别切割，并在肿瘤微环境中被还原，进而触发CBT-Cys点击化学反应，形成分子内环化产物。通过体外酶切实验证明前体CA-M-IEFD和CA-H-IEPD对颗粒酶B的特异性识别能力。采用⁶⁸Ga标记获得分子探针[⁶⁸Ga]CA-M-IEFD和[⁶⁸Ga]CA-H-IEPD，并对其脂水分配系数（Log P）和稳定性等理化性质进行质控分析。采用精氨酸酶抑制剂BEC和免疫检查点抑制剂LG-12对MC38荷瘤鼠进行免疫治疗，并使用上述两种探针进行PET成像，比较治疗组与未治疗组肿瘤组织中探针的摄取情况。

结果：探针[⁶⁸Ga]CA-M-IEFD和[⁶⁸Ga]CA-H-IEPD具备简单高效的标记流程，放射化学纯度高，体外稳定性良好，并表现出对颗粒酶B的高度特异性和较强的结合亲和力。体内PET成像结果显示，与未经治疗的MC38荷瘤鼠相比，经BEC或LG-12免疫治疗后，肿瘤组织对[⁶⁸Ga]CA-M-IEFD和[⁶⁸Ga]CA-H-IEPD的摄取显著升高。在BEC治疗组中，[⁶⁸Ga]CA-M-IEFD的最大摄取可达约2.56 %ID/mg，[⁶⁸Ga]CA-

H-IEPD则达约5.19 %ID/mg, 1 h时仍保持较高摄取水平;而在LG-12治疗组中, [68Ga]CA-M-IEFD和[68Ga]CA-H-IEPD的最大摄取值分别约为2.38 %ID/mg与4.52 %ID/mg, 1 h时同样保持着较高摄取。以上结果表明, 两种探针在体内可用于动态监测肿瘤中颗粒酶B表达水平的变化, 为免疫治疗疗效的早期评估提供了有力支持。

结论: 本研究构建的[68Ga]CA-M-IEFD和[68Ga]CA-H-IEPD两种颗粒酶B靶向PET探针, 能够实现对肿瘤微环境中颗粒酶B表达的体内实时动态成像监测。该类探针在免疫治疗早期即可灵敏反映颗粒酶B表达水平的变化, 有望作为预测免疫治疗应答的分子影像工具, 辅助临床实现更加精准的疗效评估与个体化治疗决策, 具有良好的应用前景与转化潜力。

新型CAIX靶向小分子探针[68Ga]Ga-DOTA-ATAZ的构建与成像性能评价

仇冰青、彭幻、朱志玉、王乾辉、林建国、邱玲
江苏省原子医学研究所

目的: 碳酸酐酶IX (CAIX) 是一种在肿瘤缺氧微环境中特异性高表达于细胞膜表面的跨膜蛋白, 其过表达与肿瘤的侵袭、转移以及化疗耐药性和放疗耐受性密切相关。因此, CAIX已被视为肿瘤诊断、治疗决策、疗效预测及预后评估的重要生物标志物。本研究旨在设计合成一种能够特异性靶向CAIX的小分子探针, 并通过体外及体内实验评价其成像性能与诊断潜力, 以期CAIX相关肿瘤的精准分子影像提供有效工具。

方法: 本研究基于合理的结构设计与合成策略, 采用有机合成方法构建CAIX靶向分子探针前体, 并通过⁶⁸Ga放射性标记获得探针[68Ga]Ga-DOTA-ATAZ, 对其放射化学纯度、脂水分配系数及体外稳定性等理化性质进行评估。采用饱和结合实验测定探针与CAIX的结合亲和力, 并通过肿瘤细胞摄取实验验证探针的靶向识别能力。进一步通过PET显像, 动态观察探针在荷瘤鼠体内的分布特征; 结合生物分布实验, 定量分析探针在主要器官及肿瘤部位的摄取情况, 从而全面评估其分子影像诊断性能与肿瘤靶向能力。

结果: 本研究成功设计并合成了靶向CAIX的新型小分子探针DOTA-ATAZ, 经核磁共振氢谱和碳谱 (1H/13C NMR) 及质谱 (HRMS) 确证其结构。[68Ga]Ga-DOTA-ATAZ在生理盐水及血清中均表现出优异的稳定性, 2 h内放射化学纯度始终维持在98%以上。Scatchard分析测得探针与CAIX的平衡解离常数 (K_d值) 为7.51 ± 2.82 nM, 证实其具有高亲和力。进一步的细胞摄取实验结果表明, 该探针在CAIX高表达的OS-RC-2肾癌细胞中的摄取值为5.71 ± 0.13 %AD, 显著高于CAIX阴性的HCT-116结肠癌细胞 (0.96 ± 0.08 %AD) 及阻断实验组 (0.49 ± 0.07 %AD), 说明其具备良好的靶向特异性。PET显像结果显示, [68Ga]Ga-DOTA-ATAZ在OS-RC-2肿瘤模型中表现出明显的靶向富集 (SUV_{max}=18.63 ± 0.89 %ID/mL), 较HCT-116肿瘤 (3.64 ± 0.06 %ID/mL) 高出约5.1倍。生物分布研究进一步证实该探针主要经肾脏途径代谢清除, 同时在肺和胃肠道等组织中也有一定程度的蓄积, 这一特征与其理化性质及靶点表达特征相一致。上述结果表明, [68Ga]Ga-DOTA-ATAZ具备良好的体外稳定性、肿瘤靶向能力及成像对比度, 是一种具有良好应用前景的CAIX靶向分子影像探针。

结论: [68Ga]Ga-DOTA-ATAZ作为一种新型靶向CAIX的小分子探针, 可实现对肿瘤组织中CAIX表达的体内动态可视化监测, 为肿瘤微环境中酸性标志物的无创分子影像提供了有效工具。未来通过进一

步优化其药代动力学特征,有望推动其在肿瘤早期诊断、疗效评估及精准治疗决策中的临床转化应用。

新型 ^{68}Ga 标记脱氧葡萄糖衍生物肿瘤PET成像探针的设计合成及初步评价

葛曼宣、林建国、邱玲
江苏省原子医学研究所

目的:肿瘤细胞普遍存在的沃伯格效应(Warburg effect)导致其葡萄糖代谢显著增强,为基于葡萄糖结构的分子探针在肿瘤显像中的应用提供了理论基础。本研究旨在设计并评价一系列含不同数量葡萄糖单元的 ^{68}Ga 标记探针 $[\text{68Ga}]\text{Ga-DOGA-Gn}$ ($n=1, 2, 3$),以期优化其肿瘤靶向能力与PET成像性能。

方法:通过酰胺缩合和点击化学反应,将1-3个葡萄糖单元通过4-(4-碘苯基)丁酸连接臂与DOTA螯合剂偶联,合成三种前体化合物DOTA-Gn ($n=1, 2, 3$)。随后分别进行放射性 ^{68}Ga 标记,获得分子探针 $[\text{68Ga}]\text{Ga-DOGA-Gn}$ ($n=1, 2, 3$),对各探针进行放化产率、放化纯度、脂水分配系数($\log P$)及体内外稳定性评价。在人脑胶质瘤U87和人非小细胞肺癌A549荷瘤鼠模型中进行PET/MR成像及生物分布研究,以评估不同探针的体内靶向能力和药代动力学特性。

结果:三种探针均具有较高的放化产率、放化纯度和比活度, $\log P$ 值表明其均为亲水探针,且体内外稳定性良好。PET/MR成像结果显示,所有探针均能清晰显像肿瘤。单葡萄糖取代的探针 $[\text{68Ga}]\text{Ga-DOGA-G1}$ 在A549模型中,肿瘤摄取于15 min达到峰值($3.24 \pm 0.05\% \text{ID/mL}$),1 h后肿瘤部位仍保持较高摄取($2.24 \pm 0.06\% \text{ID/mL}$),肿瘤/肌肉比约为3.41。在U87模型中,肿瘤摄取峰值出现在30 min ($3.98 \pm 0.07\% \text{ID/mL}$),1 h后维持在 $3.44 \pm 0.05\% \text{ID/mL}$,肿瘤/肌肉比约为4.93。比较三种探针发现,随着葡萄糖取代基团数量的增加,探针体内代谢速率加快,单取代探针 $[\text{68Ga}]\text{Ga-DOGA-G1}$ 显示出更优的肿瘤滞留能力。进一步在MDA-MD-468、BXP-3、OSRC-2和MC38肿瘤模型中评估该探针,结果显示其在1 h时的肿瘤/肌肉比均超过3.0,证明该探针在多种实体瘤中具有良好的靶向性和成像潜力。

结论:基于葡萄糖结构修饰的探针 $[\text{68Ga}]\text{Ga-DOGA-G1}$ 具有良好的肿瘤靶向性和滞留能力,能够实现多种实体瘤的高对比度PET成像。该探针针对肿瘤高葡萄糖代谢特征,展现出优异的分子成像性能,具有广泛的应用前景,有望成为多种实体瘤早期诊断的有效工具。

绝经后女性腰椎骨密度与骨小梁评分的相关性研究

费红、姜继伟、章斌
苏州大学附属第一医院

目的:针对绝经后女性这一骨质疏松高发人群,系统分析腰椎骨密度(BMD,以T值表示)与骨小梁评分(TBS)的整体相关性,并探讨年龄、体重指数(BMI)对二者的差异化影响,为绝经期骨健康管理提供更精准的评估依据。

方法:回顾性分析2024年6月至2025年6月期间,1196例接受腰椎双能X线吸收测定法(DXA)检查的绝经后女性数据。采用SPSS23.0对年龄、BMI、腰椎T值及TBS进行正态分布检验, Pearson相关系数

(r) 评估以下变量间的两两相关性: 腰椎T值、TBS、BMI、年龄。

结果: 受检者平均年龄 63.9 ± 8.8 岁, 平均BMI $23.4 \pm 3.3 \text{ kg/m}^2$ 。腰椎T值均值为 -1.694 ± 1.352 , TBS均值为 1.2452 ± 0.104 。其中30%表现为骨质疏松($T \leq -2.5$), 41.8%表现为退化($TBS \leq 1.230$), 仅15.7%受检者的BMD与TBS正常($T \geq -1.0$ 且 $TBS > 1.31$), 整体处于骨量减少范围, TBS接近骨微结构正常下限值1.23。Pearson相关性分析表明T值与TBS呈显著的中度正相关($r=0.59, P<0.001$)。T值与年龄呈弱负相关($r=-0.239, p<0.001$), TBS与年龄呈显著的中度负相关($r=-0.386, p<0.001$)。在绝经后女性中, TBS随年龄增长而下降的速度显著快于BMD(T值), 相关性强度差异($|-0.386| > |-0.239|$)。表明在绝经后骨质的退化中, 骨微结构“质”的改变可能比骨密度“量”的下降更为敏感和迅速, 尤其是在雌激素缺乏的持续影响下。T值与BMI呈显著弱正相关($r=0.286, p<0.001$), TBS与BMI也呈显著弱正相关($r=0.214, p<0.001$), 但其相关性显著弱于T值与BMI的相关性($0.214 < 0.286$)。在绝经后女性中, BMI对BMD的影响比对TBS的影响更为明显, TBS受体重因素的干扰相对较小, 可能更直接地反映骨内在质量和代谢状态。BMI与年龄无显著相关性($r=-0.054, p=0.062$)。

结论: 在反映年龄相关的骨质退化方面, TBS($r=-0.386$)的相关性显著高于BMD($r=-0.239$), 这对于评估绝经后长期雌激素缺乏导致的骨微结构加速恶化至关重要。TBS评估骨质量受体重因素的干扰较小, 在体型偏瘦(低BMI)或肥胖的绝经后女性中评估骨微结构可能更具稳定性。对于绝经后女性的骨质疏松风险评估和骨折预测, 单纯依赖BMD可能低估骨微结构的快速退化风险。联合应用腰椎BMD和TBS, 能更全面捕捉“骨量”与“骨质量”的双重变化, 为个体化干预提供更精准的依据, 优化绝经后女性的骨健康管理。

新型联苯类小分子PET示踪剂 用于肿瘤PD-L1表达水平的动态监测

朱君翊、邱玲、林建国、吕高超

江苏省原子医学研究所

目的: 精准监测程序性死亡配体1(PD-L1)的表达水平在肿瘤免疫治疗中具有关键作用。然而, 肿瘤组织内PD-L1表达的异质性制约了免疫组化检测的准确性。正电子发射断层扫描(PET)显像凭借其高分辨率/灵敏度、无创全身成像及动态监测的技术优势, 可精准评估药物-靶点体内相互作用, 从而成为实现肿瘤精准治疗的关键手段。本研究设计合成了两种小分子示踪剂($[^{18}\text{F}]\text{LG}-2$ 和 $[^{18}\text{F}]\text{LG}-3$), 用于评估肿瘤部位PD-L1表达水平及其在治疗过程中的动态变化。

方法: 在前期研究基础上, 基于联苯骨架及末端三(羟甲基)氨基甲烷极性基团, 通过引入不同长度PEG链, 设计合成小分子PET探针 $[^{18}\text{F}]\text{LG}-2$ 和 $[^{18}\text{F}]\text{LG}-3$ 。通过“点击化学”两步法实现放射性标记。利用放射性高效液相考察了标记物的稳定性。利用在不同PD-L1表达水平肿瘤细胞中的摄取实验, 验证了探针对PD-L1的特异性, 并通过PET成像评估探针在体内对PD-L1表达水平的检测能力及对化疗与免疫治疗过程中PD-L1表达动态变化的监测效能。

结果: 经两步法标记后, $[^{18}\text{F}]\text{LG}-2$ 与 $[^{18}\text{F}]\text{LG}-3$ 的总放射化学产率分别为 $15 \pm 3\%$ 和 $18 \pm 5\%$, 两者均具有较好的稳定性。体外细胞摄取实验结果表明, 两者在A375h-PD-L1细胞中的最大摄取值分别为 $18.05 \pm 1.30\%$ 和 $18.74 \pm 1.07\%$, 且均可被相应非放射性化合物显著阻断, 证实二者与PD-L1特异性结合。在B16-F10荷瘤小鼠模型中, $[^{18}\text{F}]\text{LG}-2$ 与 $[^{18}\text{F}]\text{LG}-3$ 的肿瘤摄取量相当, 分别为 $6.45 \pm 0.38\% \text{ ID/mL}$

和 $5.64 \pm 0.02\% \text{ID/mL}$ ，但 $[18\text{F}]\text{LG-3}$ 在肝脏和肠道的摄取量较 $[18\text{F}]\text{LG-2}$ 降低近半数。 $[18\text{F}]\text{LG-3}$ 在A375-hPD-L1（PD-L1高表达）、A375-hPD-L1/A375（PD-L1中表达）及A375（PD-L1低表达）荷瘤小鼠中的摄取值分别为 $6.56 \pm 0.07\% \text{ID/mL}$ 、 $2.95 \pm 0.53\% \text{ID/mL}$ 和 $1.45 \pm 0.23\% \text{ID/mL}$ ，与肿瘤PD-L1表达水平呈显著线性相关。进一步研究表明， $[18\text{F}]\text{LG-3}$ PET成像可精准评估顺铂与PD-L1抑制剂治疗后肿瘤内PD-L1表达水平的动态变化。

结论：成功制备了靶向PD-L1小分子探针 $[18\text{F}]\text{LG-2}$ 和 $[18\text{F}]\text{LG-3}$ 。其中小分子放射性示踪剂 $[18\text{F}]\text{LG-3}$ 具有更高的肿瘤特异性，在评估PD-L1表达及监测其治疗过程的动态变化方面展现出显著应用潜力。

联苯类PD-L1小分子PET显像探针的设计合成 及体内外生物学性质研究

吕高超、朱君翊、邱玲、林建国
江苏省原子医学研究所

目的：基于程序性细胞死亡蛋白1/程序性细胞死亡蛋白配体1（PD-1/PD-L1）的免疫检查点抑制剂已引起人们的广泛关注。然而，仅有30%的患者对该治疗方法有反应。因此，治疗前对患者人群进行筛选就显得极为重要。目前临床上常用的PD-L1检测方法免疫组织化学法不能够全面检测PD-L1的表达水平，而PET显像技术可无创、动态、全身地显像，具有准确评估药物检测体内PD-L1表达的能力，是实现肿瘤精准治疗强有力的手段之一。本研究设计并开发了两种新型靶向PD-L1小分子PET探针（ $[18\text{F}]\text{LGA-1}$ 和 $[18\text{F}]\text{LGA-2}$ ），并初步考察了探针的体内外生物学性质。

方法：在前期研究基础上，基于联苯骨架结构，引入强亲水性的甘氨酸基团，设计合成标记前体4和8，首先通过亲核取代反应得到放射性化合物 $[18\text{F}]\text{G5}$ ，然后与标记前体点击缩合反应，获得探针 $[18\text{F}]\text{LGA-1}$ 和 $[18\text{F}]\text{LGA-2}$ 。利用放射性高效液相考察了标记物的稳定性。细胞摄取实验探究了其在小鼠黑色素瘤B16-F10细胞中的靶向性。建立相应荷瘤小鼠模型，利用micro-PET显像考察了探针在体内对PD-L1表达水平的检测能力。

结果：经质谱、核磁等表征手段确认标记前体4和8及其余中间体化合物化学结构正确。经半制备纯化后，探针 $[18\text{F}]\text{LGA-1}$ 和 $[18\text{F}]\text{LGA-2}$ 的放射化学产率分别为15.1%和16.2%，放射化学纯度均约为98%，摩尔活度分别为 $181.5 \text{ GBq}/\mu\text{mol}$ 和 $173.1 \text{ GBq}/\mu\text{mol}$ 。 $[18\text{F}]\text{LGA-1}$ 和 $[18\text{F}]\text{LGA-2}$ 在PBS（pH 7.4）以及小鼠血清中孵育2 h后，放射化学纯度仍大于98%，说明探针具有较好的体外稳定性。细胞摄取实验显示， $[18\text{F}]\text{LGA-1}$ 和 $[18\text{F}]\text{LGA-2}$ 在2 h时达到摄取最大值 $2.78 \pm 0.02\% \text{AD}$ 和 $5.55 \pm 0.51\% \text{AD}$ ，并且在非放射性化合物LGA-1和LGA-2阻断后摄取明显降低。PET显像结果表明探针 $[18\text{F}]\text{LGA-1}$ 在肿瘤内明显聚集，尾静脉注射60 min后，其最大摄取值为 $4.01 \pm 0.11\% \text{ID/mL}$ ，180 min时达到最大肿瘤-肌肉比 2.40 ± 0.03 。 $[18\text{F}]\text{LGA-2}$ 在肿瘤中的摄取相对较低，60 min时最大摄取值仅为 $2.88 \pm 0.07\% \text{ID/mL}$ 。

结论：成功合成了靶向PD-L1小分子探针 $[18\text{F}]\text{LGA-1}$ 和 $[18\text{F}]\text{LGA-2}$ 。其中探针 $[18\text{F}]\text{LGA-1}$ 在体外具有较好的PD-L1靶向性，并在体内显像良好，证实了该探针作为靶向PD-L1成像探针具有很大的潜力。

结直肠癌中靶向PD-L1的PET分子探针构建及其在免疫治疗疗效评估中的应用

孙森¹、周雨萱¹、杨继辰¹、姜慧杰²、林建国¹、邱玲¹

1. 江苏省原子医学研究所; 2. 哈尔滨医科大学附属第二医院

目的: 免疫检查点阻断疗法, 尤其是靶向程序性细胞死亡受体-1 (PD-1) /程序性细胞死亡配体-1 (PD-L1) 通路的治疗策略, 已成为实体瘤治疗中最具前景的方向之一, 并在临床实践中显著改善了患者预后。本研究旨在开发一种靶向PD-L1的放射性分子探针 $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-NOTA-C1-SS}$, 并通过细胞摄取实验和体内PET成像等动态监测实体瘤中PD-L1的表达变化, 为免疫治疗反应的早期评估提供可靠的分子影像学工具。

方法: 采用固相多肽合成法合成探针前体NOTA-C1-SS, 并通过高效液相色谱 (HPLC) 和质谱等对其进行表征, 验证其合成的正确性。随后, 利用放射性核素 ^{68}Ga 对探针前体进行标记, 获得探针 $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-NOTA-C1-SS}$, 并评估其亲水性及体外稳定性。通过细胞免疫荧光染色与细胞摄取等实验, 验证探针针对PD-L1的结合能力和靶向特异性。进一步构建PD-L1表达水平不同的荷瘤鼠模型, 利用PET成像筛选成像效果较好的模型; 在PD-L1高表达的MC38荷瘤鼠模型中, 联合PD-L1抑制剂LG-12干预, 动态监测探针在免疫治疗前后对肿瘤PD-L1表达变化的成像响应。最后, 通过Western Blot及免疫组织化学等方法, 对治疗前后肿瘤组织中PD-L1的表达水平进行验证与分析。

结果: $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-NOTA-C1-SS}$ 具有较高的放射化学产率、放射化学纯度和比活度, 表现出良好的体外稳定性。细胞实验结果显示, 该探针针对PD-L1具有较高的亲和力和良好的靶向特异性。在MC38荷瘤鼠模型中, 以PD-L1抑制剂LG-12进行免疫治疗后, 采用PET显像对免疫治疗过程中PD-L1表达进行动态监测。结果显示, $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-NOTA-C1-SS}$ 在肿瘤部位的摄取于注射后10min达到最大值, 1 h后仍维持较高的肿瘤摄取水平。与未进行免疫治疗的对照组相比, 治疗组肿瘤部位的探针摄取值显著降低, 且差异具有统计学意义, 与免疫治疗引起的PD-L1表达下调趋势高度一致。

结论: $[^{68}\text{Ga}]\text{Ga-NOTA-C1-SS}$ 可实现体内PD-L1表达的特异性靶向成像, 具备良好的成像灵敏性和特异性, 能够动态监测肿瘤组织中PD-L1表达水平随免疫治疗进程的变化。该探针有望为免疫治疗潜在获益人群的筛选及疗效评估提供可靠的分子影像学依据。

弹丸注射在肺动脉灌注ECT成像过程中的护理体会

吴秀、周盛青、张春兰、龚欣、梁玮玮

徐州市中心医院

目的: 放射性核素肺灌注显像是评估肺动脉血流分布的重要影像学技术, 其成像质量高度依赖高质量的“弹丸”式静脉注射 (Bolus Injection)。该技术要求将放射性药物 (如 $^{99\text{m}}\text{Tc-MAA}$) 以团块形式快速注入静脉, 使其在肺动脉内形成高浓度显像剂分布, 从而清晰显示血流灌注情况。然而, 弹丸注射技术操作难度大, 若注射速度、浓度或血管选择不当, 可能导致药物外渗、显像失败或辐射暴露风险增

加。此外，患者常因对检查流程和辐射的担忧产生焦虑情绪，影响配合度。因此，优化护理配合流程对提升检查成功率、保障患者安全及改善体验具有重要意义。本研究通过总结60例患者的护理经验，旨在为临床提供系统化、规范化的护理干预方案。

方法：本研究回顾性分析2024年1月至2025年1月我院收治的60例行弹丸注射肺动脉灌注ECT检查患者的临床资料。护理干预贯穿检查前、中、后三个阶段，具体措施如下：检查前护理：全面评估患者状况：详细收集患者年龄、病史、过敏史及心肺功能等基础信息，排除禁忌证（如严重心肺功能障碍、未控制的甲亢、妊娠等）。针对老年或静脉条件差者，提前规划穿刺方案。心理护理与健康教育：采用一对一沟通模式，结合图文或视频资料讲解检查原理、流程及安全性，强调弹丸注射的必要性及配合要点。通过展示成功案例减轻患者对辐射的恐惧，并指导其练习检查体位（仰卧位，双臂上举）以缩短检查时间。设备与物品准备：确保ECT仪器、高压注射器、放射性药物剂量校准仪处于备用状态，备齐急救药品（如肾上腺素、地塞米松）及穿刺用品（22G以上留置针、止血带）。检查中护理：精准穿刺与药物注射：选择肘正中静脉或贵要静脉等粗直血管，确保一次穿刺成功。注射时采用“三快法”（快速推注、快速拔针、快速压迫），保证 $^{99m}\text{Tc-MAA}$ 以团块形式进入循环系统。注射后立即用生理盐水冲管，避免残留药物影响显像。实时监测与应急处理：全程监测患者心率、血压、血氧饱和度及主观症状（如胸闷、头晕）。1例患者因紧张出现血管痉挛，立即暂停操作并热敷缓解后完成注射。体位与心理支持：检查时间较长（约20分钟），需协助患者保持固定体位，通过语言安抚缓解其因肢体酸胀产生的不适。检查后护理：安全观察与并发症预防：嘱患者留观30分钟，重点观察有无过敏反应（皮疹、呼吸困难）、穿刺点出血或放射性药物外渗。本组2例出现轻微头晕，经休息后缓解。健康指导：指导患者按压穿刺点5-10分钟至无出血，24小时内多饮水促进放射性药物排泄，避免接触孕妇及儿童。

结果：60例患者中，58例（96.7%）首次注射即获得优质图像，2例因注射时肢体移动导致药物分散，经重新宣教后二次检查成功。所有患者焦虑评分（采用SAS量表）较干预前显著降低（ $P<0.05$ ），未发生严重并发症。

结论：弹丸注射肺动脉灌注ECT的成功实施需要多环节护理协作。本研究证实，通过系统化护理干预（包括个性化评估、心理支持、技术优化及全程监测），可显著提高图像质量与患者配合度，降低并发症风险。未来可进一步探索智能化注射设备或虚拟现实技术辅助心理干预的应用价值。

基于PET/CT图像的影像组学及深度学习模型 用于鉴别诊断鼻咽癌及鼻咽淋巴瘤

俞愈

苏州大学附属第一医院

背景：鼻咽癌（NPC）和鼻咽淋巴瘤（NPL）是常见于鼻咽区域的恶性肿瘤，二者在临床症状和影像学表现上相似，但在明确诊断的方法和治疗的策略上存在显著差异。NPC通过鼻咽镜活检确诊并且以区域放射治疗为主，NPL需要结合骨髓穿刺病理明确诊断并且通常以化疗和靶向药物治疗为主要治疗手段。PET/CT结合了功能和解剖信息，为鼻咽部肿瘤的诊断和治疗提供了新的视角。作为机器学习的主要手段，影像组学和深度学习进一步提高了影像分析的精度和效率，为NPC和NPL的鉴别诊断提供了新的工具。在疾病早期阶段，通过影像学检查及机器学习有效鉴别NPC和NPL将有助于减少非必要的病理检查和指导治疗计划的制定。本研究旨在建立性能优异的机器学习模型来鉴别诊断NPC和NPL。

方法：将2013年1月至2024年12月于苏州大学附属第一医院接受¹⁸F-FDG PET/CT且确诊NPC或NPL的患者纳入本回顾性研究。符合纳入和排除标准的PET/CT图像，经过手动勾画病灶，通过使用机器学习提取影像组学特征，在多种筛选方法和分类器下实现影像组学建模。还使用ResNet-50、101、200等预训练的卷积神经网络（CNN）来训练深度学习模型。最后通过受试者工作特征（ROC）曲线和曲线下面积（AUC）来对比这些模型的诊断性能，并使用Delong检验比较模型间性能的差异。

结果：本研究收集了98例NPC患者和104例NPL患者的PET/CT图像数据。患者按7比3的比例被随机分配到训练队列和验证队列。从CT图像和PET图像中分别提取了共107个影像组学特征，在最大30个特征限制下共建立了5400个影像组学模型，通过模型间对比，基于25个特征的Zscore_PCA_ANOVA_SVM模型可以在交叉验证数据集上性能最佳，AUC和ACC可分别达到0.850和0.768。此外ResNet-101训练的PET/CT模型通过集成学习可得验证集AUC达到0.842。

结论：本研究证实了PET/CT图像的影像组学和深度学习模型在NPC与NPL鉴别诊断中的应用潜力。影像组学提供了一种从宏观到微观层面解读图像的方法，而深度学习则利用其强大的特征学习能力来提高诊断的准确性。机器学习有望改善临床诊断的准确性，为患者提供更为精确的治疗选择。未来的研究将集中于进一步优化模型性能，并探索这些技术在其他类型肿瘤诊断中的应用。

全程化优质护理在甲状腺癌患者碘131治疗前后的实践与效果研究

张春兰、吴秀、周盛青、鹿存芝
徐州市中心医院

目的：探讨全程化优质护理在甲状腺癌患者碘131治疗前后的重要性。

方法：收集我院2019—2024年甲状腺癌碘131治疗患者2000例，年龄16—76岁，（ 46.23 ± 21.51 岁），男性365例，女性1635例。通过入院患者教育宣教、治疗前注意事项交代、治疗中查房、出院后注意事项交代，共四次与患者沟通告知131碘治疗原理、治疗目的、可能出现的不良反应及出院后注意事项及返院复查时间。采用焦虑自评量表（SAS）评估患者干预前后的心理状态，通过满意度调查问卷分析护理效果，并统计治疗相关并发症的发生率。

结果：心理状态改善：全程护理干预后，患者SAS评分从干预前的（ 58.7 ± 6.2 ）分降至（ 42.3 ± 5.8 ）分（ $P < 0.05$ ），表明焦虑情绪显著缓解。访谈中，90%以上患者表示对治疗“更有信心”。治疗依从性提升：通过规范化宣教，患者对低碘饮食、隔离防护等要求的执行率从75%提高到98%，未出现因误解导致的治疗中断案例。并发症管理：恶心、唾液腺炎等轻微不良反应发生率较既往下降30%，且患者能主动报告症状并配合处理。满意度与纠纷减少：满意度调查显示，患者对护理工作的好评率达96%，同期医患纠纷发生率下降至0.5%。通过全程优质护理，能明显降低患者手术治疗及131碘治疗并发症带来的焦虑，以及对疾病预后产生的焦虑，同时也提高了患者对医院的信任度，降低医患纠纷提高了患者满意度。

结论：131碘治疗是甲状腺癌综合治疗中重要的一部分，也是甲状腺外科治疗后的第二站治疗，全程化优质护理在131碘治疗前、治疗中及治疗后的管理经验与实践起到了独特而重要的作用。全程化护理的核心作用：碘131治疗的特殊性要求护理工作必须贯穿始终。本研究通过分阶段干预，不仅解决了患者的信息盲区，还通过持续的心理支持降低了放射性治疗带来的“污名化”恐惧。个性化护理的补充

价值：针对女性患者占比高的特点（81.75%），护理中特别关注其对外貌（如颈部疤痕）及生育影响的担忧，联合专科医生提供个性化指导，进一步增强了信任感。辐射防护教育的必要性：部分患者因缺乏防护知识导致家庭矛盾（如被家人疏远），通过系统宣教，患者能正确实施防护措施，减少了社会关系紧张。

基线 ^{18}F -FDG PET/CT肿瘤内异质性代谢参数 在原发皮肤恶性黑色素瘤中的预后价值

谭千倩、赵莲君、何健、来瑞鹤
南京鼓楼医院

目的：评估基线 ^{18}F -FDG PET/CT肿瘤内代谢异质性参数在原发性皮肤恶性黑色素瘤预后中的临床价值。

方法：回顾性分析2015年10月至2023年7月于南京大学医学院附属鼓楼医院35例确诊为原发性皮肤恶性黑色素瘤并行基线 ^{18}F -FDG PET/CT检查的患者[男24例、女11例，年龄（ 66.6 ± 13.1 ）岁]的临床资料、 ^{18}F -FDG PET/CT传统代谢参数[SUV_{max}、肿瘤代谢体积（MTV）、病灶糖酵解总量（TLG）]及PET肿瘤内代谢异质性参数[累积SUV体积直方图AUC（AUC-CSH）、线性回归斜率、SUV_{max}/SUV_{mean}]，以40%、50%、60%、70% SUV_{max}或40%、60%、80% SUV_{max}为阈值勾画的MTV行一般线性回归，其斜率分别为异质性参数-1（HI-1）、异质性参数-2（HI-2）；采用SUV阈值分别2.5、40%、50%、60%、70%计算出AUC-CSH、SUV_{max}/SUV_{mean}。采用Kaplan-Meier生存曲线和Cox比例风险模型分析原发灶PET代谢参数在疾病总生存（OS）和无进展生存（PFS）的预后价值。

结果：35例患者的中位随访时间为20个月，25例（71%）患者病情进展，16例（46%）患者死亡。多因素分析显示，HI-1、HI-2、MTV、SUV_{max}/SUV_{mean} 2.5及SUV_{max}是PFS的独立预后危险因素[风险比（HR）：0.322、0.322、3.862、4.607、4.055，均 $P < 0.05$]，SUV_{max}及SUV_{max}/SUV_{mean} 2.5是OS的独立预后危险因素（HR：8.035、2.865，P值：0.004、0.0323）。

结论：HI-1、HI-2、SUV_{max}/SUV_{mean} 2.5及SUV_{max}是PFS独立预后危险因素，SUV_{max}及SUV_{max}/SUV_{mean} 2.5是OS独立预后危险因素，AUC-CSH异质性参数预后价值不大。

新型单胺氧化酶B抑制剂的合成与氟[^{18}F]标记研究

方毅、刘春仪、李靓雯、李倩、陈正平
江苏省原子医学研究所

目的：单胺氧化酶B（MAO-B）是一种重要的酶，调控单胺类神经递质的水平。选择性MAO-B抑制剂在神经退行性疾病（如帕金森病）的治疗中具有重要作用。氟[^{18}F]标记的MAO-B抑制剂可用于正电子发射断层扫描（PET）成像，帮助研究MAO-B在体内的分布及其与相关疾病的关联。因此，具有高特异性和高选择性的小分子抑制剂的开发及相应氟[^{18}F]标记方法的建立，对新型MAO-B正电子探针的研发具有重要价值与意义。本研究旨在合成新型高选择性、高特异性的MAO-B小分子抑制剂，并探索其氟[^{18}F]

标记策略,进一步用于PET活体成像研究。

方法:以香豆素、苯酚、苯并噻唑等起始原料,通过脱甲基、烷基化、酯化、亲核取代等合成反应等,实现了32种含氟小分子化合物的构建。通过体外MAO-B酶活抑制实验,对新合成的化合物进行活性筛选,从中获得优选化合物。进一步采用一锅法策略对优选化合物结构实现氟[18F]标记。

结果:本研究所合成的化合物均通过质谱、氢谱、碳谱和氟谱进行了结构表征和确证。其中,化合物A1、A4、A6和A7对MAO-B表现出很强的抑制活性,其 $K_i(hMAO-B)$ 值在0.25 ~ 0.48 nM之间。此外,这四个化合物对MAO-A则表现出较弱的活性,其 $K_i(hMAO-A)$ 值在129 ~ 5794 nM之间,表现出高选择性。进一步,我们通过对化合物结构中的芳环进行氟[18F]标记,实现了放射性探针[18F]A1和[18F]A6的放射性合成,标记合成时间< 90 min,未校正放射化学产率(RCY)约10%。目标放射性产物经分析型高效液相色谱验证放射化学纯度(>99%),其保留时间(12.4分钟)与相应非放射性对照化合物一致,充分证实了氟[18F]标记策略的准确性。

结论:本研究从32种化合物中,筛选出了4个新型MAO-B小分子抑制剂,表现出了高特异性和高选择性。此外,本研究还通过氟[18F]标记技术初步实现了[18F]A1和[18F]A6的放射性标记,为开发新型靶向MAO-B的正电子发射断层扫描探针奠定了重要的技术基础。

18F-FDG和18F-PSMA-1007双示踪剂 诊断前列腺癌神经内分泌分化1例

毛小英

南通大学附属医院

前列腺癌(prostate cancer, PCa)是男性最常见的恶性肿瘤之一。近10余年来我国PCa发病率持续上升,对PCa进行早期诊断、分期与再分期、疗效评估及复发检测是提高PCa病人预后的关键[1]。PSA检测只能诊断约70%的PCa。CT、MRI、超声等检查准确性较低。PCa确诊依靠穿刺活检病理,属有创检查且有一定的失败率。PET/CT检查可全面评估PCa的分期、局部复发及远处转移。18F-FDG PET/CT在PCa诊断中的特异度不高,炎症性病变、良性肿瘤和非前列腺恶性肿瘤等也会摄取FDG表现为高代谢,反而由于PCa组织通过脂质代谢获取能量致癌组织和正常前列腺组织摄取FDG的差异甚微,故假阴性率较高。前列腺特异性膜抗原(prostate-specific membrane antigen, PSMA)作为PCa最具标志性的分子靶点,其高特异性表达与肿瘤恶性进展密切相关。PSMA在PCa的特异性表达使靶向诊断技术能准确区分PCa与其他肿瘤,显著提升诊断特异度与准确度。

雄激素剥夺治疗(ADT)是转移性PCa的基石,是各种联合治疗方案的基础,且常需贯穿患者系统化治疗的始终[2]。然而这种内分泌治疗在缓解疾病的同时,可能诱导肿瘤细胞发生神经内分泌(NE)分化,致疾病进展和不良预后[3]。现有研究明确证实PCa接受内分泌治疗后,肿瘤细胞可发生NE表型转化,这一病理改变是介导ADT耐药的关键机制[4、5]。该患者最初确诊PCa伴多发骨转移时,予ADT+地舒单抗疗效显著,但之后PSA反复升高,予 ^{223}Ra 、 ^{89}Sr 、ATD+多西他赛多种方法疗效依然较差,且第二次双示踪剂PET/CT显像所示新增转移灶表现为PSMA摄取轻度增高、而葡萄糖代谢明显增高,均提示该患者PCa已发生NE分化,此时18F-FDG PET/CT可补充检出更多的病灶。

综上,尽管PSMA靶向显像是PCa的特异性诊断工具,其临床应用仍存在重要局限:约15%的晚期患者呈现PSMA表达下调,有研究表明FDG代谢显像可有效补充此类PSMA低表达病灶的检出,并在特殊病

理亚型如导管腺癌、小细胞神经内分泌癌中展现出显著诊断优势[6]。针对特定临床指征如疑似肝肾转移或合并第二原发肿瘤时，联合¹⁸F-FDG双示踪剂显像是必要的。实际临床应用中应个体化评估，对存在肿瘤异质性、治疗抵抗或特殊转移模式的患者，PSMA与FDG双显像具有不可替代的临床意义。

18F FDG PETMR诊断多系统萎缩一例

高珂梦、李天女、唐立钧

江苏省人民医院（南京医科大学第一附属医院）

病例资料 患者68岁，男性，因“行动迟缓6年余，行走困难2年余”入院。患者6年前无明显诱因下逐渐出现行动迟缓，偶有头部不自主晃动。于外院就诊诊断为帕金森病，予“森福罗”口服，患者未予重视，未规律服药。3年前患者偶尔出现走路不稳，夜间梦话多，偶尔有大喊大叫，夜尿多。后疾病快速进展，出现口齿不清，夜间大喊大叫较前频繁，翻身困难，夜尿明显增多，偶有小便困难，乏力明显，晨起严重。出现“开关现象”，口服“达灵复”后药效约3小时，后有明显乏力感，活动困难。2023-01出现行走困难，偶有饮水呛咳，口齿不清较前明显，便秘严重，小便出现中断，姿势改变后偶有眼前黑蒙。行超声：残余尿量约228ml。¹⁸F-FDG PET/MR检查示：脑桥、双侧小脑半球萎缩，血流灌注重度减低，葡萄糖代谢重度减低，考虑多系统萎缩可能。患者有帕金森样症状，同时也伴有不同程度的自主神经功能障碍、小脑受累表现，结合影像学表现及临床表现，本例考虑为多系统萎缩。

讨论：多系统萎缩（Multiple System Atrophy, MSA）是一种罕见、进展快速的神经退行性疾病，其特征是中枢神经系统多个区域（包括纹状体—黑质区、橄榄—脑桥—小脑区和中枢自主神经结构）的神经元丢失和胶质增生及少突胶质细胞质包涵体的形成，主要表现为帕金森病样症状群、锥体外系体征、小脑性共济失调和自主神经功能障碍等多种临床症状。因此以帕金森病样表现为主的MSA与帕金森病有时难以鉴别。而神经影像标志物为MSA临床诊断与鉴别诊断提供了重要辅助手段。¹⁸F-FDG PET/MR对于鉴别MSA及帕金森病具有明显优势，可通过结构及相关代谢模式来进行鉴别。两者各自具有特征性表现：MSA在MRI上表现壳核和/或桥小脑萎缩，形成壳核裂隙征、面包十字征，PET相关代谢模式表现为壳核和/或桥小脑葡萄糖代谢减低；帕金森病PET相关代谢模式主要表现为壳核和/或小脑葡萄糖代谢相对增高。本例¹⁸F-FDG PET/MR表现为脑桥、双侧小脑半球萎缩，葡萄糖代谢重度减低，影像学表现符合典型的MSA。

PET/CT预测I期非小细胞肺癌微波消融后局部进展： 倾向性评分匹配与影像组学分析

刘聪、王宇峰、王朋、李晓峰、史志伟、郭峰、刘海娜、何苗

徐州市肿瘤医院

目的：本研究旨在评估术前正电子发射断层扫描-计算机断层扫描（PET-CT）对I期非小细胞肺癌（NSCLC）患者微波消融（MWA）术后局部进展（LP）的预测价值。通过整合倾向性评分匹配（PSM）和影像组学分析，系统评估PET-CT在精准分期及其代谢特征方面的临床应用潜力，为高风险患者的个

体化治疗提供循证依据。

方法：本研究采用单中心回顾性队列设计，纳入50例接受MWA治疗的I期NSCLC患者（AJCC第8版，肿瘤直径 ≤ 3 cm），其中15例术前接受PET-CT检查（PET-CT组），35例仅接受常规CT（非PET-CT组）。所有患者术后随访 ≥ 18 个月。研究通过多维分析策略：首先进行PSM分析，以肿瘤直径、年龄、性别等为匹配变量，进行1:1匹配以平衡基线差异，比较两组间LP发生率（Log-rank检验）和风险比（HR）；其次，进行影像组学分析，基于术后24小时CT图像，使用PyRadiomics工具提取纹理特征和形状特征，通过组内相关系数（ICC >0.75 ）评估特征稳定性，并应用最小绝对收缩和选择算子回归（LASSO）筛选稳定且具预测价值的特征，构建逻辑回归预测模型；第三，进行代谢-影像组学关联分析，采用Spearman检验评估SUV_{max}与筛选出的影像组学特征之间的相关性，并建立代谢与影像组学特征的联合预测模型，通过受试者工作特征曲线下面积（AUC）比较模型效能；最后，进行靶区覆盖验证，利用3D Slicer软件配准术前PET-CT与术后CT，量化消融边缘覆盖率（ ≥ 5 mm）及空间匹配度（Dice系数）。

结果：PSM匹配后两组基线特征均衡（标准化均差 <0.1 ）。PET-CT组18个月LP率为6.7%（1/15），显著低于非PET-CT组的11.4%（4/35），显示出风险降低趋势（HR=0.38，95%置信区间[CI]: 0.12 - 1.21, $p=0.10$ ）。PET-CT组术前检出隐匿性转移2例（13.3%），均未纳入MWA治疗，而非PET-CT组随访中新发隐匿性转移5例（14.3%），其中4例进展为LP。影像组学与代谢参数分析显示，高SUV_{max}（ >10 ）与术后CT高熵值（反映肿瘤异质性）显著相关（ $r=0.51$, $p=0.04$ ）。包含SUV_{max}和影像组学特征的联合预测模型效能提升，AUC达0.87（综合判别改善指数[IDI] $p=0.03$ ）。靶区覆盖分析表明，PET-CT组消融边缘覆盖率达93.3%（14/15），显著高于非PET-CT组的71.4%（25/35）（ $p=0.04$ ），空间匹配度良好（Dice系数 0.78 ± 0.12 ）。生存分析显示，PET-CT组中位无进展生存期（PFS）为24.5个月，优于非PET-CT组的19.0个月（ $p=0.02$ ）。

结论：术前PET-CT的应用可能通过多途径机制降低I期非小细胞癌MWA术后LP风险，包括：精准分期排除隐匿性转移患者以避免无效消融；优化消融靶区规划，显著提高消融边缘覆盖率。此外，本研究结合代谢活性（SUV_{max}）与影像组学特征构建了更有效的LP预测模型，具有较好的临床应用价值。本研究支持对高风险I期NSCLC患者常规应用术前PET-CT，并建议基于代谢与影像组学联合模型制定个体化随访策略。未来需通过多中心前瞻性研究进一步验证结果的普适性。

锶-90敷贴联合热疗治疗瘢痕疙瘩的疗效研究

施良、刘任从、俞飞、倪玉丹、王峰
南京市第一医院

目的：放疗与热疗联合应用在增殖性疾病治疗领域已展现出一定优势，本研究旨在深入探究锶-90（Sr-90）近距离放射联合热疗治疗瘢痕疙瘩的临床疗效，期望为提升放疗与热疗联合治疗瘢痕疙瘩的效果提供新的思路与依据。

方法：本研究采用前瞻性设计，纳入南京市第一医院核医学科收治的瘢痕疙瘩住院患者。在患者纳入标准方面，严格筛选符合瘢痕疙瘩诊断标准、年龄适宜、无严重基础疾病且自愿参与本研究的患者。采用自身对照研究模式，从患者身上选取形态较为规则、便于操作与观察的瘢痕作为研究对象。依据瘢痕平面面积，运用科学的随机划分方法，将每个瘢痕等面积地划分为两部分，分别作为对照组与实验组。实验组接受Sr-90近距离放射治疗，具体治疗方案为每次剂量6-7Gy，每周治疗2次，连续治疗3

周,在放射治疗结束后,立即进行局部热疗,热疗参数设定为温度 44℃,持续时间 20min;对照组则仅接受相同方案的 Sr-90 近距离放射治疗。为全面、客观地评估治疗效果,研究运用多种评估手段,包括温哥华疤痕量表(VSS)评分,该量表从颜色、血管分布、厚度、柔软度等维度对疤痕进行量化评分;患者疤痕评估量表(PSAS)评分,充分考虑患者自身对疤痕外观、症状等方面的主观感受;以及彩色多普勒超声,通过影像学手段对疤痕的厚度、内部血管情况等进行精确测量,对治疗前及治疗后 120 天的病变进行系统监测评估。在研究实施过程中,为保证结果的客观性与准确性,观察员与数据分析师采用盲法,即他们并不知晓每个疤痕所属的分组情况,而治疗临床医生和患者由于治疗操作与感受的特殊性未设盲。

结果:共纳入 33 例患者,患者中位年龄为 27.9 岁,其中女性患者占比达 66.7%,涉及 35 个疤痕疙瘩。经过治疗,两组患者的 VSS 评分、PSAS 评分及超声测厚值均较治疗前有显著降低,这表明两种治疗方式均对疤痕疙瘩有一定的改善作用。在基线时,两组在上述各项评估参数上无显著差异,保证了研究的可比性。进一步分析发现,实验组在 VSS 评分的颜色、厚度、血管分布、柔软度及总分,以及 PSAS 评分的颜色、硬度、厚度、总分方面,均显著低于对照组($P<0.05$),这充分说明 Sr-90 近距离放射联合热疗在改善疤痕外观、质地等方面的效果优于单纯的 Sr-90 近距离放射治疗。而两组超声测厚值无明显差异,可能是由于观察时间限制或超声检测灵敏度等因素导致。值得注意的是,在整个治疗及随访期间,未出现任何不良反应,这证实了 Sr-90 近距离放疗联合热疗治疗疤痕疙瘩具有良好的安全性。

结论:本研究表明 Sr-90 近距离放疗联合热疗治疗疤痕疙瘩较单纯 Sr-90 治疗更为有效,且安全性良好。然而,由于本研究的观察周期有限,该联合治疗方案的长期疗效仍需进一步开展大样本、长时间的随访研究进行验证。未来研究可进一步探索最佳的热疗与放射治疗的联合时机、剂量及疗程,为临床治疗疤痕疙瘩提供更优化的方案。

食管小细胞神经内分泌癌¹⁸F-FDG PET/CT 显像 1 例

郎月

徐州矿务集团总医院

患者女,82岁,主诉:进行性吞咽困难1月,加重伴大小便障碍10天,既往史:左肺癌术后10余年。实验室检查:β2微球蛋白(血)4.69ug/mL,癌胚抗原35.97ng/mL,糖类抗原125 101.55U/mL。影像学检查:CT腹部平扫:食管中下段局部管壁增厚、管腔狭窄;胆囊壁稍厚。为明确全身病灶,患者行¹⁸F-FDG PET/CT显像,显像示:1、食管中下段局部管壁增厚、管腔狭窄,FDG代谢异常增高,SUV_{max} 14.32,考虑MT,建议活检病理(图1a、1b、1c);2、纵隔(2R、3P、4R、7、8区)、左侧肺门及肝肾间隙多发FDG代谢异常增高的淋巴结,考虑转移,SUV_{max} 13.78(图2a、2b、2c)。后行无痛胃镜:食管占位(Ca,待病理),食道印片:查见癌细胞,病理常规+免疫组化:(食管)结合HE及免疫组化染色结果提示小细胞神经内分泌癌。

讨论:食管小细胞神经内分泌癌(small cell neuroendocrine carcinoma of the esophagus, SCNEC)是一种罕见但高度恶性的肿瘤,占有食管恶性肿瘤的0.8%–2.4%,好发于中老年男性(50–70岁),与吸烟、饮酒等危险因素相关。其发病率较低,但由于侵袭性强,其生物学行为与肺小细胞癌相似,具有侵袭性强、早期转移和预后差的特点,多数患者在确诊时已处于晚期(III–IV期),5年生存率不足5%。

由于SCNEC异质性高,准确的诊断、分期对其至关重要。组织病理学结合免疫组化(典型标志物包括Syn、CgA、CD56及TTF-1等)及分子检测(部分病例存在TP53、RB1基因突变)是诊断的金标准。影

影像学检查也是SCNEC诊断的重要手段。常用的影像学检查包括胃镜、CT和PET-CT等。PET/CT结合代谢与解剖成像，在SCNEC的诊断中发挥着重要作用。

SCNEC通常表现为局灶性或弥漫性食管壁增厚，伴FDG摄取增高，SUV_{max}通常较高（中位数10-15，部分病例>20），溃疡型或肿块型病变，常侵犯周围组织（如气管、主动脉）。其早期易发生淋巴道和血行转移，PET/CT对转移灶检测灵敏度显著优于常规CT，纵隔、腹腔干及锁骨上淋巴结转移常见，FDG摄取增高（SUV_{max}多>5）；肝转移多表现为高代谢结节，偶呈“弥漫性摄取”；骨转移多为溶骨性或混合性病变，FDG摄取高于成骨性转移；肾上腺/肺转移则多为单侧或双侧高代谢病灶。其他食管恶性肿瘤局灶性高代谢肿块SUV_{max} 8-15，低于SCNEC（常>15），尤其是食管腺癌常伴黏液成分，部分病灶FDG摄取较低；与肺小细胞癌食管转移鉴别时，后者通常食管壁高代谢病灶，同时存在肺原发灶。

总之，食管小细胞神经内分泌癌是一种侵袭性强、预后差的恶性肿瘤，早期诊断和综合治疗是关键。核医学¹⁸F-FDG PET/CT显像在分期、疗效评估及靶向治疗中具有重要价值。

靶向整合素 $\alpha_v\beta_3$ 的PET探针^{[18F]F-AIF-NOTA-PRGD2}应用于肺腺癌伴脉络膜转移诊断的研究

方晶、朱雪、王柯

江苏省原子医学研究所

目的：脉络膜转移瘤作为继发性眼内恶性肿瘤，多发于肺癌和乳腺癌患者，其临床表现以视力下降、视野缺损及眼痛为主，易与原发眼部肿瘤混淆。正电子发射断层扫描/计算机断层扫描（PET/CT）作为一种高灵敏度、无创性的分子影像技术，已成为恶性肿瘤诊断和临床分期的重要工具。近年来，靶向整合素 $\alpha_v\beta_3$ 受体（肿瘤新生血管标志物）的PET/CT分子探针^{[18F]F-AIF-NOTA-PRGD2}被广泛用于临床多种肿瘤诊断。本研究采用^{[18F]F-AIF-NOTA-PRGD2} PET/CT显像评估一例肺腺癌伴脉络膜转移瘤患者，并比较其与传统示踪剂^{[18F]F-FDG}的影像学特征差异。

方法：一名53岁女性患者因“右眼视力模糊1个月”就诊，眼底影像学检查发现明确的占位性病变，但病灶缺乏脉络膜黑色素瘤的典型特征表现。为进一步明确诊断，本研究对该患者分别进行了^{[18F]F-FDG}和^{[18F]F-AIF-NOTA-PRGD2}的PET/CT显像，并对两者进行对比研究。

结果：PET/CT显像结果显示：^{[18F]F-FDG}和^{[18F]F-AIF-NOTA-PRGD2} PET/CT均显示纵隔4R区具有高代谢活性病灶（SUV_{max}: 2.6 vs. 2.3）；另外，^{[18F]F-AIF-NOTA-PRGD2} PET/CT显示在右眼具有显著的放射性摄取（SUV_{max}: 2.1），其摄取强度较对侧眼（SUV_{max}: 0.3）增高7倍且靶/本底比值显著，^{[18F]F-FDG} PET/CT在该部位未见明显异常摄取。纵隔病灶活检显示非典型腺上皮细胞，免疫组化检测显示Ki67、TTF1和Napsin-A均呈阳性表达，符合肺腺癌特征。综合影像学与病理学检查结果，最终确诊为肺腺癌（原发性）伴脉络膜转移（继发性）。

结论：本病例研究表明，相较于^{[18F]F-FDG} PET/CT，^{[18F]F-AIF-NOTA-PRGD2} PET/CT凭借其更高的靶向特异性及更低的生理性脑摄取，在脉络膜转移灶检测中展现出显著的诊断优势。通过文献检索确认，本研究首次报道了^{[18F]F-AIF-NOTA-PRGD2} PET/CT在肺腺癌伴脉络膜转移诊断中的成功应用，为该分子影像探针对于脉络膜转移瘤诊断的临床转化提供了重要依据。

18F-FDG PET/CT原发灶摄取相对值及代谢参数 对NSCLC纵隔淋巴结转移的预测价值

朱俊辉、李思叶、黄子康、王静、周伟、陈蕙帆、朱玉春
昆山市第一人民医院

目的：探讨基于18F-脱氧葡萄糖（FDG）PET/CT原发灶摄取相对值及代谢参数对非小细胞肺癌（non-small cell lung cancer, NSCLC）纵隔淋巴结转移的预测价值。

方法：回顾性分析行手术和系统淋巴结清扫并经病理确诊的80例NSCLC患者的资料，分淋巴结转移组与未转移组。测量原发灶最大径、最大标准化摄取值（maximum standardized uptake value, SUVmax）、平均标准摄取值（average standardized uptake value, SUVmean）、原发灶SUVmax与纵隔血池SUVmean的比值（SURblood）、原发灶SUVmax与肝脏SUVmean的比值（SURliver），以相对阈值法（40%为阈值）测量肿瘤代谢体积（metabolic tumor volume, MTV）及糖酵解总量（total lesion glycolysis, TLG），采用单因素及多因素logistic回归分析纵隔淋巴结转移的危险因素，通过受试者工作特性（ROC）曲线分析各参数预测纵隔淋巴结转移的诊断效能。

结果：80例患者中，淋巴结转移者28例（35.0%），淋巴结未转移者52例（65%）。淋巴结转移组原发灶最大径、SUVmax、SUVmean、SURblood、SURliver、MTV及TLG均大于淋巴结未转移组，差异具有统计学意义（ $Z=-2.845\sim-3.752$ ， P 均 <0.01 ），淋巴结转移且原发灶位于中央者的比例多于淋巴结未转移者（60.7%与21.2%），差异具有统计学意义（ $\chi^2=12.520$ ， $P<0.001$ ）。多因素logistic回归分析显示SURblood是NSCLC患者淋巴结转移的独立危险因素[比值比（odds ratio, OR）=1.278，95%CI=1.041~1.568， $P=0.019$]。ROC曲线分析显示各参数对淋巴结转移均具有良好的预测价值，其中以SURblood的诊断效能最大，ROC曲线下面积为0.755（95%CI=0.648~0.863），最佳截止值为3.42，灵敏度为96.4%，特异度为44.2%。

结论：18F-FDG PET/CT原发灶摄取相对值及代谢参数对NSCLC患者纵隔淋巴结转移具有良好的预测效能，其中SURblood是预测纵隔淋巴结转移的独立预测因子，且SURblood预测效能最大，具有较大的临床应用价值。

