

突触前多巴胺能 PET 显像结果判读要素

吴平¹ 郭剑军² 孙逊³ 葛璟洁¹ 焦方阳¹ 蒋承峰⁴ 金莉蓉⁵ 王欣璐⁶ 王振光⁷
尹雅芙⁸ 崔瑞雪⁹ 田蓉¹⁰ 胡硕¹¹ 金榕兵¹² 刘建军¹³ 张祥松¹⁴ 陈玲¹⁵ 卢洁¹⁶
韩星敏¹⁷ 管一暉¹ 兰晓莉³ 左传涛¹ 王坚²

¹复旦大学附属华山医院 PET 中心、国家神经疾病医学中心 & 国家老年疾病临床医学研究中心, 上海 200235; ²复旦大学附属华山医院神经内科、国家神经疾病医学中心 & 国家老年疾病临床医学研究中心, 上海 200040; ³华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科, 武汉 430022; ⁴江苏大学附属昆山医院核医学科, 苏州 215399; ⁵复旦大学附属中山医院神经内科, 上海 200032; ⁶广州医科大学附属第一医院核医学科, 广州 510120; ⁷青岛大学附属医院核医学科, 青岛 266003; ⁸上海交通大学医学院附属新华医院核医学科, 上海 200092; ⁹中国医学科学院、北京协和医学院北京协和医院核医学科、核医学分子靶向诊疗北京市重点实验室, 北京 100730; ¹⁰四川大学华西医院核医学科, 成都 610044; ¹¹中南大学湘雅医院核医学科, 长沙 410008; ¹²陆军军医大学陆军特色医学中心核医学科, 重庆 400042; ¹³上海交通大学医学院附属仁济医院核医学科, 上海 200127; ¹⁴中山大学附属第一医院核医学科, 广州 510080; ¹⁵中山大学附属第一医院神经内科, 广州 510080; ¹⁶首都医科大学宣武医院放射与核医学科, 北京 100053; ¹⁷郑州大学第一附属医院核医学科, 郑州 450052

通信作者: 左传涛, Email: zuochuantao@fudan.edu.cn; 兰晓莉, Email: xiaoli_lan@hust.edu.cn

【摘要】 突触前多巴胺能 PET 显像是帕金森综合征诊断的有用手段。该文在 2020 年《多巴胺转运蛋白 PET 脑显像技术操作和临床应用专家共识》的基础上, 主要对突触前多巴胺能 PET 显像的结果判读要素予以总结和推荐。

【关键词】 帕金森障碍; 多巴胺能显像; 突触前末梢; 正电子发射断层显像术

基金项目: 国家自然科学基金(81671239); 上海市老龄化和妇儿健康研究专项(2020YJZX0111); 上海市“医苑新星”青年医学人才培养资助计划医学影像项目[SHWRS(2020)_087]

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20211103-00382

Interpretation of presynaptic dopaminergic PET imaging results

Wu Ping¹, Wu Jianjun², Sun Xun³, Ge Jingjie¹, Jiao Fangyang¹, Jiang Chengfeng⁴, Jin Lirong⁵, Wang Xinlu⁶, Wang Zhengguang⁷, Yin Yafu⁸, Cui Ruixue⁹, Tian Rong¹⁰, Hu Shuo¹¹, Jin Rongbing¹², Liu Jianjun¹³, Zhang Xiangsong¹⁴, Chen Ling¹⁵, Lu Jie¹⁶, Han Xingmin¹⁷, Guan Yihui¹, Lan Xiaoli³, Zuo Chuantao¹, Wang Jian²

¹PET Center, Huashan Hospital, Fudan University; National Medical Center for Neurological Diseases & National Clinical Research Center for Aging and Medicine, Shanghai 200235, China; ²Department of Neurology, Huashan Hospital, Fudan University; National Medical Center for Neurological Diseases & National Clinical Research Center for Aging and Medicine, Shanghai 200040, China; ³Department of Nuclear Medicine, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China; ⁴Department of Nuclear Medicine, the Affiliated Kunshan Hospital, Jiangsu University, Suzhou 215399, China; ⁵Department of Neurology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China; ⁶Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510120, China; ⁷Department of Nuclear Medicine, the Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266003, China; ⁸Department of Nuclear Medicine, Xinhua Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200092, China; ⁹Department of Nuclear Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College Hospital; Beijing Key Laboratory of Molecular Targeted Diagnosis and Therapy in Nuclear Medicine, Beijing 100730, China; ¹⁰Department of Nuclear Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610044, China; ¹¹Department of Nuclear Medicine, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China; ¹²Department of Nuclear Medicine, Army Medical Center, Army Medical University, Chongqing 400042, China; ¹³Department of Nuclear Medicine, Renji Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200127, China; ¹⁴Department of Nuclear Medicine, the

First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; ¹⁵ Department of Neurology, the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; ¹⁶ Department of Radiology & Nuclear Medicine, Xuamwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China; ¹⁷ Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China
Corresponding authors: Zuo Chuantao, Email: zuochuantao@fudan.edu.cn; Lan Xiaoli, Email: xiaoli_lan@hust.edu.cn

【Abstract】 Presynaptic dopaminergic PET imaging is a useful method for the diagnosis of parkinsonism. Based on the expert consensus on operation and clinical application of dopamine transporter brain PET imaging technology published in 2020, this paper further recommends the relevant elements of result interpretation of presynaptic dopaminergic PET imaging.

【Key words】 Parkinsonian disorder; Dopaminergic imaging; Presynaptic terminals; Positron-emission tomography

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81671239); Shanghai Research Project on Aging and Women and Children's Health (2020YJZX0111); Youth Medical Talents-Medical Imaging Practitioner Program (SHWRS (2020)_087)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20211103-00382

帕金森综合征通常可以分为神经变性类和非神经变性类。前者主要包括帕金森病 (Parkinson's disease, PD)、路易体痴呆 (dementia with Lewy bodies, DLB)、多系统萎缩 (multiple system atrophy, MSA)、进行性核上性麻痹 (progressive supranuclear palsy, PSP) 和皮质基底节变性 (corticobasal degeneration, CBD) 等; 而后者主要包括血管性/药源性/心因性帕金森综合征 (vascular/drug-induced/psychogenic parkinsonism, VP/DIP/PsyP)、特发性震颤 (essential tremor, ET) 等。上述疾病的临床表现常存在相似之处, 尤其在早期易混淆, 但其治疗方案不同, 临床预后也迥异。早期正确干预有助于改善患者的长期预后, 因此早期诊断至关重要。

多巴胺能 PET 显像是公认的早期显示脑内多巴胺能系统损伤的客观方法, 已被广泛用于神经变性类帕金森综合征的诊断^[1-3] 及其与非神经变性类帕金森综合征的鉴别诊断。中华医学会核医学分会神经学组 2020 年发布了《多巴胺转运蛋白 PET 脑显像技术操作和临床应用专家共识》(简称 2020 共识)^[4], 就多巴胺转运蛋白 (dopamine transporter, DAT) 显像剂¹¹C-甲基-N-2β-甲基酯-3β-(4-氟苯基)托烷 [2β-carbomethoxy-3β-(4-fluorophenyl) tropane, CFT] 的临床适应证、制备及质量控制、操作规范等提出了指导性建议。但是 DAT 显像剂不限于¹¹C-CFT, 突触前多巴胺能显像靶点也不限于 DAT, 而且 2020 共识未对不同疾病 PET 图像的基本特征予以说明^[4]。因此, 本文在该共识的基础上就突触前多巴胺能 PET 显像的技术要点, 尤其是结果判读要素予以总结和推荐。

一、显像靶点及相关显像剂

1. 多巴胺合成及发挥作用途径。首先酪氨酸在酪氨酸羟基酶的作用下形成 L-多巴, 随后 L-多巴经

芳香族 L-氨基酸脱羧酶 (aromatic L-amino acid decarboxylase, AADC) 脱羧为多巴胺。多巴胺通过囊泡单胺转运蛋白 2 (vesicular monoamine transporter type 2, VMAT2) 转运到囊泡内。在神经元去极化时, 多巴胺由囊泡释放到突触间隙, 随后与突触后多巴胺受体相互作用。部分释放到突触间隙的多巴胺可通过 DAT 重新摄取到突触前神经元。

2. 靶点及相关显像剂。目前突触前多巴胺能 PET 显像可以针对多巴胺合成 (AADC 活性)、存储与转运 (VMAT2) 和再摄取 (DAT) 3 个环节。用于显示 AADC 活性的显像剂是¹⁸F-氟多巴 (fluorodopa, FDOPA); VMAT2 显像剂有¹¹C-二氢丁苯那嗪 (dihydrotetrabenazine, DTBZ) 和¹⁸F-氟丙基-(+)-二氢丁苯那嗪 [fluoropropyl-(+)-dihydrotetrabenazine, FP-DTBZ]; DAT 显像剂有¹¹C-CFT、¹⁸F-N-3-氟丙基-2β-甲基酯-3β-(4-碘苯基)去甲基托烷 [N-3-fluoropropyl-2β-carboxymethoxy-3β-(4-iodophenyl) nortropane, FP-CIT] 等。上述非¹¹C-CFT 显像剂的临床适应证同¹¹C-CFT, 可参照 2020 共识^[4]。

二、显像剂注射

1. 注射前准备工作。(1) VMAT2 和 DAT 显像不受受检者饮食因素的影响, 但¹⁸F-FDOPA 注射前 4~6 h 应禁食含有氨基酸的食物^[5]。(2) 抗帕金森药物和抗精神病药物不会干扰突触前多巴胺能 PET 显像的视觉判读效果, 但是相关科学研究通常要求患者停药至少 12 h, 以改善图像质量^[6]。(3) ¹⁸F-FDOPA 注射前 60~90 min 口服卡比多巴 (按体质量 2 mg/kg, 最大用量 150 mg) 或恩他卡朋 (200 mg) 可增加多巴在大脑的可利用度^[7-8]。

2. 注射剂量。各种常用显像剂推荐注射剂量如表 1 所示^[8-11]。其余注射相关注意事项可参照 2020 共识^[4]。

三、图像采集、重建及融合

1. 采集与重建。患者体位摆放、制动等参照 2020 共识^[4]。对严重震颤者可在神经内科医师指导下给予适量安定类药物口服。一般采用静态扫描,采集开始时间及采集时长见表 1^[8-11]。在 PET 静态扫描前先行 CT 扫描用于衰减校正 (attention correction, AC), 目前低剂量 CT 仍是首选; 对于 PET/MR 系统则应获取 MR-AC 扫描。图像重建算法通常选择有序子集最大似然法。

2. 融合与显示。PET 图像需要与同机结构图像 (如 CT、MRI 图像) 进行融合, 以确定基底节、脑干等关键部位有无出血灶、梗死灶、软化灶等影响结果判读的解剖结构异常。另外, 结构图像也可显示是否存在小脑萎缩 (MSA)、中脑萎缩 (PSP)、皮质不对称性萎缩 (CBD) 以及脑室旁白质高信号 (VP) 等。

四、图像判读与报告

1. 视觉分析。(1) 观察是否存在运动伪影或衰减伪影以及图像融合配准情况; 适当调整色阶。

(2) 正常图像 (图 1)。无论显像靶点是 AADC 活性、VMAT2 或 DAT, 健康人的突触前多巴胺能 PET 图像呈现一致特征, 即双侧纹状体对显像剂的摄取最为显著; 在横断面上, 显像剂摄取主要分布在双侧尾状核头部及壳核 (呈类“八”字形), 中脑黑质摄取次之, 左右形状对称、显像剂分布均匀; 大脑皮

质及小脑呈“本底”性摄取^[4]。图 1 为健康人¹¹C-β-CFT、¹⁸F-FP-CIT、¹⁸F-DTBZ、¹⁸F-FDOPA 的 PET 图像。鉴于不同靶点的突触前多巴胺能 PET 显像的图像特征一致^[12], 以下不同疾病的图像均以¹⁸F-FP-CIT 为例展示。

(3) 非神经变性类帕金森综合征图像 (图 2)。DIP、PsyP、ET 及部分 VP 患者突触前多巴胺能显像正常, 特征同健康人; 而另一部分 VP 患者可存在与结构性病灶位置一致的局灶性缺损。

(4) PD 图像 (图 3)。PD 的突触前多巴胺能损伤通常从一侧壳核后部开始, 逐渐向前扩展并累及对侧, 而尾状核相对保留。因此, 其 PET 图像表现为从后向前梯度减低和左右不对称性 2 个基本特征^[13-14]。即使最轻度的 PD (Hoehn-Yahr 1 级) 患者也表现为双侧突触前多巴胺能异常, 即无症状肢体对侧的基底节也存在多巴胺减少, 反映了 PET 显像的高灵敏度^[15]。需要强调的是, 以下情况均不是 PD 的影像学表现: 已有明确的运动症状而只有一侧显像剂摄取减低、壳核后部显像剂摄取正常而其他部位减低、显像剂摄取呈局灶性减低或呈前后均匀性减低。

(5) MSA 图像 (图 4)。MSA 存在帕金森型 (MSA-P) 和小脑型 (MSA-C)。MSA-P 患者都存在突触前多巴胺能损伤, 其图像特征也存在明显的从后向前梯

表 1 突触前多巴胺能 PET 脑显像靶点、正电子显像剂及显像方法

显像靶点	正电子显像剂	注射剂量	注射后开始采集时间	显像时长
芳香族 L-氨基酸脱羧酶活性	¹⁸ F-FDOPA ^[8]	185 MBq	70~90 min	10~20 min
囊泡单胺转运蛋白 2	¹⁸ F-FP-DTBZ ^[9]	370 MBq	90 min	10 min
多巴胺转运蛋白	¹¹ C-β-CFT ^[4,10]	370~555 MBq	60 min	15~20 min
	¹⁸ F-FP-CIT ^[11]	185 MBq	90 min	10~20 min

注: β-CFT 为甲基-N-2β-甲基酯-3β-(4-氟苯基)托烷 (即 CFT); FDOPA 为氟多巴; FP-CIT 为 N-3-氟丙基-2β-甲基酯-3β-(4-碘苯基)去甲基托烷; FP-DTBZ 为氟丙基-(+)-二氢丁苯那嗪

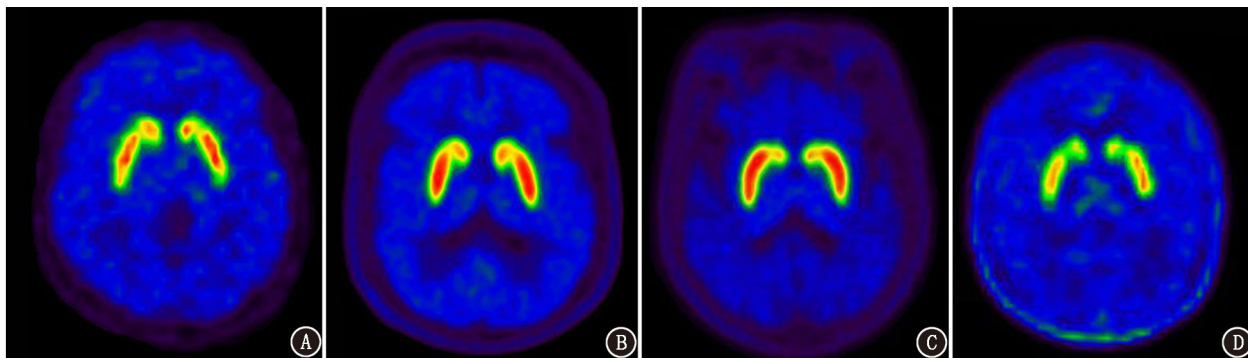


图 1 健康人突触前多巴胺能 PET 显像图。A. 男, 66 岁, ¹¹C-甲基-N-2β-甲基酯-3β-(4-氟苯基)托烷 (CFT) PET 显像图; B. 女, 62 岁, ¹⁸F-N-3-氟丙基-2β-甲基酯-3β-(4-碘苯基)去甲基托烷 (FP-CIT) PET 显像图; C. 男, 59 岁, ¹⁸F-氟丙基-(+)-二氢丁苯那嗪 (DTBZ) PET 显像图; D. 男, 63 岁, ¹⁸F-氟多巴 (FDOPA) PET 显像图。均可见双侧纹状体对显像剂的摄取最显著; 显像剂摄取主要分布在双侧尾状核头部及壳核 (呈类“八”字形), 中脑黑质摄取次之, 左右形状对称、显像剂分布均匀

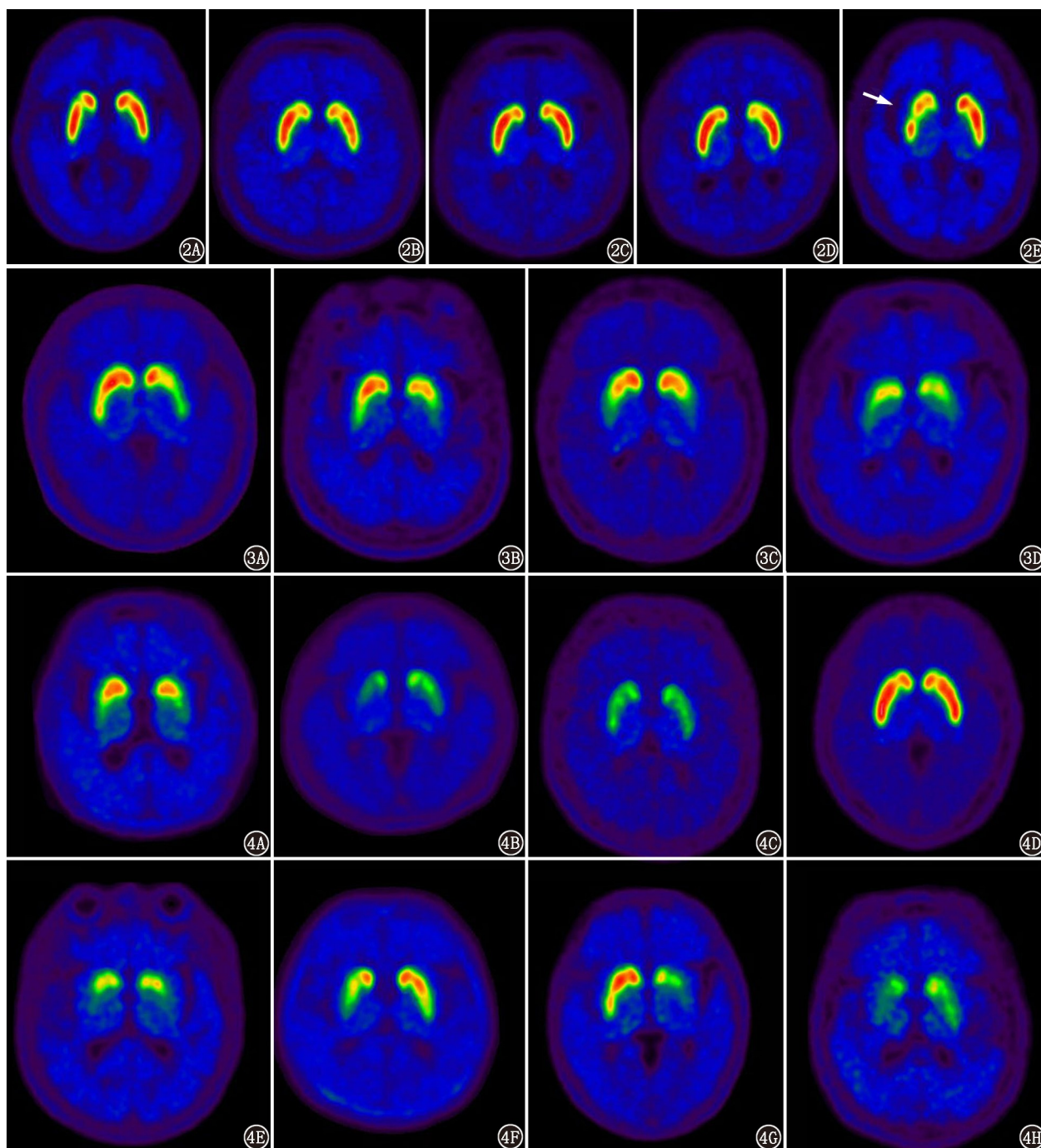


图 2 非神经变性类帕金森综合征患者¹⁸F-N-3-氟丙基-2β-甲基酯-3β-(4-碘苯基)去甲基托烷(FP-CIT) PET 显像图。2A.特发性震颤,女,60岁;2B.药源性帕金森综合征,男,57岁;2C.心因性帕金森综合征,女,65岁;2D.多巴胺转运蛋白(DAT)正常的血管性帕金森综合征,男,67岁;2E. DAT异常的血管性帕金森综合征,男,62岁。2A~2D均可见显像剂的分布正常,同健康人图像表现;2E可见显像剂的分布在右侧壳核中部出现局灶性缺损(箭头示)

图 3 帕金森病患者¹⁸F-FP-CIT PET 显像图。3A. Hoehn-Yahr 1级,男,65岁;3B. Hoehn-Yahr 2级,男,61岁;3C. Hoehn-Yahr 3级,男,62岁;3D. Hoehn-Yahr 4级,男,64岁。可见不同严重度的患者均表现为双侧纹状体对显像剂的摄取减低,以严重肢体对侧的纹状体摄取减低为著;随病情进展,双侧纹状体对显像剂的摄取进一步减低,从壳核后部开始逐渐向前累及尾状核头部

图 4 其他神经变性类帕金森综合征患者¹⁸F-FP-CIT PET 显像图。4A.多系统萎缩帕金森型,男,63岁,显像剂对称性摄取减低;4B.多系统萎缩帕金森型,男,65岁,显像剂不对称性摄取减低;4C.多系统萎缩小脑型,女,60岁,显像剂摄取减低;4D.多系统萎缩小脑型,女,58岁,显像剂摄取正常;4E.进行性核上性麻痹,男,70岁,显像剂对称性摄取减低;4F.进行性核上性麻痹,女,68岁,显像剂不对称性摄取减低;4G.皮质基底节变性,男,67岁,显像剂不对称性摄取减低;4H.路易体痴呆,男,64岁,显像剂不对称性摄取减低

度减低;尽管传统观点认为 MSA 表现为对称性损害,但部分 MSA-P 患者突触前多巴胺能损伤具有明

显的左右不对称特征^[16-17]。MSA-C 患者的突触前多巴胺能损伤较轻,部分患者表现为正常^[17]。

(6) PSP 和 CBD 图像(图 4)。PSP 患者通常表现为对称性突触前多巴胺能损伤,但部分患者存在左右不对称性^[6]。CBD 患者通常表现为明显的左右不对称性。值得注意的是, PSP、CBD 不同于 PD,早期患者即可出现尾状核部位多巴胺减少^[6]。

(7) DLB 图像(图 4)。DLB 患者图像特征基本类似于 PD,但是小部分 DLB 可表现为突触前多巴胺能正常。

2. 半定量分析。半定量分析有助于超早期发现轻度多巴胺异常,也有助于纵向随访比较以确定多巴胺能损伤进展情况 & 科研统计分析。在临床应用中, SUV 测定最简便有效,判读方法参照 2020 共识^[4]。科研工作则可以采用相关软件建立固定算法,自动化或半自动化获取其半定量值以增强数据的准确性和可重复性^[10,17]。

同一患者的 AADC 活性、VMAT2 和 DAT PET 显像半定量数据在后-前梯度、左右不对称性乃至随访动态变化方面均具有良好的一致性,均可以满足临床早期诊断需求^[13]。另外,不同显像剂各具优势:¹⁸F-FDOPA 还可用于脑肿瘤和神经内分泌肿瘤的诊断;DAT 在病程早期的代偿性下调使其在早期诊断方面灵敏度更高;而 VMAT2 被认为受代偿机制和抗帕金森药物的影响更小^[12]。

五、结语

突触前多巴胺能 PET 显像在帕金森综合征的诊断、尤其是早期诊断方面具有重要作用。需要指出的是,目前证据提示其在神经变性类帕金森综合征的鉴别诊断方面作用有限^[18],而联合¹⁸F-FDG PET 显像有望进一步提高诊断准确性^[19]。另外,人工智能技术可以获取更多更深层次的图像信息,也有望提高突触前多巴胺能 PET 显像的鉴别诊断价值。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 吴平、邬剑军、孙逊、葛璟洁、焦方阳、蒋承峰:论文撰写;金莉蓉、王欣璐、王振光、尹雅美、崔瑞雪、田蓉、胡硕、金榕兵、刘建军、张祥松、陈玲、卢洁、韩星敏、管一晖:论文修改;兰晓莉、左传涛、王坚:写作指导、论文修改

参 考 文 献

[1] Postuma RB, Berg D, Stern M, et al. MDS clinical diagnostic criteria for Parkinson's disease[J]. *Mov Disord*, 2015, 30(12): 1591-1601. DOI:10.1002/mds.26424.

[2] McKeith IG, Boeve BF, Dickson DW, et al. Diagnosis and management of dementia with Lewy bodies: fourth consensus report of the DLB Consortium[J]. *Neurology*, 2017, 89(1): 88-100. DOI: 10.1212/WNL.0000000000004058.

[3] Stefanova N, Bücke P, Duerr S, et al. Multiple system atrophy: an

update[J]. *Lancet Neurol*, 2009, 8(12): 1172-1178. DOI:10.1016/S1474-4422(09)70288-1.

[4] 中华医学会核医学分会神经学组.多巴胺转运蛋白 PET 脑显像技术操作和临床应用专家共识[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2020, 40(5): 298-302. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20191022-00230.

Neurology Group of Chinese Society of Nuclear Medicine. Expert consensus on operation and clinical application of dopamine transporter brain PET imaging technology[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2020, 40(5): 298-302. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20191022-00230.

[5] Stormezand GN, Chaves LT, Vázquez García D, et al. Intrastriatal gradient analyses of ¹⁸F-FDOPA PET scans for differentiation of Parkinsonian disorders[J]. *Neuroimage Clin*, 2020, 25: 102161. DOI:10.1016/j.nicl.2019.102161.

[6] 李玲,吴平,邬剑军,等.多巴胺转运体 PET 显像对帕金森病和进行性核上性麻痹的鉴别诊断价值研究[J]. *中国临床神经科学*, 2018, 26(3): 262-268. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0678.2018.03.004.

Li L, Wu P, Wu JJ, et al. Dopamine transporter PET imaging in patients with progressive supranuclear palsy and Parkinson's disease[J]. *Chin J Clin Neurosci*, 2018, 26(3): 262-268. DOI:10.3969/j.issn.1008-0678.2018.03.004.

[7] 易畅,史新冲,洗文彪,等.¹⁸F-DOPA 脑 PET 显像对早期帕金森病的诊断及病情评估[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2018, 38(11): 731-735. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.11.005.

Yi C, Shi XC, Xian WB, et al. Application of ¹⁸F-DOPA PET imaging in the diagnosis and assessment of early-stage Parkinson's disease[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2018, 38(11): 731-735. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.11.005.

[8] Morbelli S, Esposito G, Arbizu J, et al. EANM practice guideline/SNMMI procedure standard for dopaminergic imaging in Parkinsonian syndromes 1.0[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2020, 47(8): 1885-1912. DOI:10.1007/s00259-020-04817-8.

[9] Hsiao IT, Weng YH, Hsieh CJ, et al. Correlation of Parkinson disease severity and ¹⁸F-DTBZ positron emission tomography[J]. *JAMA Neurol*, 2014, 71(6): 758-766. DOI:10.1001/jamaneurol.2014.290.

[10] Huang Z, Jiang C, Li L, et al. Correlations between dopaminergic dysfunction and abnormal metabolic network activity in REM sleep behavior disorder[J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2020, 40(3): 552-562. DOI:10.1177/0271678X19828916.

[11] Yoo HS, Lee S, Chung SJ, et al. Clinical and striatal dopamine transporter predictors of β -amyloid in dementia with Lewy bodies[J]. *Neurology*, 2020, 94(13): e1344-e1352. DOI: 10.1212/WNL.0000000000009168.

[12] Brooks DJ, Piccini P. Imaging in Parkinson's disease: the role of monoamines in behavior[J]. *Biol Psychiatry*, 2006, 59(10): 908-918. DOI:10.1016/j.biopsych.2005.12.017.

[13] Nandhagopal R, Kuramoto L, Schulzer M, et al. Longitudinal evolution of compensatory changes in striatal dopamine processing in Parkinson's disease[J]. *Brain*, 2011, 134(Pt 11): 3290-3298. DOI:10.1093/brain/awr233.

[14] Li W, Lao-Kaim NP, Roussakis AA, et al. ¹¹C-PE2I and ¹⁸F-Dopa PET for assessing progression rate in Parkinson's: a longitudinal study[J]. *Mov Disord*, 2018, 33(1): 117-127. DOI:10.1002/mds.27183.

[15] Wang J, Zuo CT, Jiang YP, et al. ¹⁸F-FP-CIT PET imaging and

- SPM analysis of dopamine transporters in Parkinson's disease in various Hoehn & Yahr stages[J]. J Neurol, 2007, 254(2): 185-190. DOI:10.1007/s00415-006-0322-9.
- [16] 张玮珊,蒋承峰,吴平,等. ^{11}C -CFT PET 显像评价帕金森病与多系统萎缩 P 型患者脑内多巴胺转运体分布特点的研究[J]. 中国临床神经科学, 2017, 25(6): 652-658. DOI:10.3969/j.issn.1008-0678.2017.06.006.
- Zhang WS, Jiang CF, Wu P, et al. Dopamine transporter PET imaging in patients with Parkinson variant of multiple system atrophy and Parkinson's disease[J]. Chin J Clin Neurosci, 2017, 25(6): 652-658. DOI:10.3969/j.issn.1008-0678.2017.06.006.
- [17] Bu LL, Liu FT, Jiang CF, et al. Patterns of dopamine transporter imaging in subtypes of multiple system atrophy[J]. Acta Neurol Scand, 2018, 138(2): 170-176. DOI:10.1111/ane.12932.
- [18] Buchert R, Buhmann C, Apostolova I, et al. Nuclear imaging in the diagnosis of clinically uncertain Parkinsonian syndromes[J]. Dtsch Arztebl Int, 2019, 116(44): 747-754. DOI:10.3238/arztebl.2019.0747.
- [19] 孙晓鸣,王敏,李玲,等. ^{18}F -FDG PET 图像结合影像组学在帕金森病与非典型性帕金森综合征鉴别诊断中的应用价值[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2022, 42(10): 583-587. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20210420-00130.
- Sun XM, Wang M, Li L, et al. Application of combining ^{18}F -FDG PET imaging and radiomics in the diagnosis of Parkinson's disease and atypical parkinsonian syndromes[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 42(10): 583-587. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20210420-00130.

(收稿日期:2021-11-03)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于中华医学会系列杂志论文二次发表的推荐规范

为了让更多的读者有效获得某些由政府机构和专业组织制定的指南和共识,或其他对临床实践有指导意义的学术论文,根据国际惯例和我国的实际情况,凡符合下列条件并提供相应材料,中华医学会系列杂志允许或接受论文用同一种语言或另一种语言的二次发表。

1. 责任机构或作者须征得相关期刊的同意,首次发表论文的期刊和准备二次发表的期刊均无异议。二次发表的期刊需取得首次发表该论文期刊的同意书,首次发表的期刊向二次发表期刊提供论文首次发表的版本。
2. 尊重首次发表期刊的权益,二次发表至少在首次发表的 8 周之后,或相关期刊协商决定发表间隔。
3. 二次发表的论文宜面向不同的读者,建议节选或摘要刊登。
4. 二次发表的论文必须忠实于原文,忠实地反映首次发表的版本中的数据 and 解释,作者数量不能增减,顺序也不能改动。
5. 在二次发表的文题页脚注中,要让读者、同行和文献检索机构知道该论文已全文或部分发表过,并标引首次发表的文献。如:“本文首次发表在《中华内科杂志》,2015,54(1):18-21”,英文为“This article is based on a study first reported in the *Chin J Intern Med*, 2015, 54(1):18-21”。
6. 必要时,不同期刊的编辑可共同决定同时或联合发表某篇论文(含指南共识类文章),编辑应在文中告知读者该论文是同时发表。
7. 不同期刊的编辑可共同决定同时发表某个学术会议的新闻报道等消息,但如果附加图表等较多专业内容,宜在一种期刊首先发表,再次发表需遵循二次发表的相关规定。
8. 中华医学会系列杂志发表的文章授权其他杂志二次发表后,可用于学术交流目的,不得用于商业用途。
9. 图书拟收录中华医学会系列杂志发表的指南共识等学术论文,除征得中华医学会杂志社的同意外,需在首次发表的 6 个月之后收录。
10. 美国国立医学图书馆不提倡对翻译文章二次发表,如果文章首次发表在被 Medline 收录的杂志中,将不再标引翻译文章。如果同一期刊以多种语言同时发表某篇论文,Medline 在收录时标注该论文多种语言发表。

中华医学会杂志社