

^{18}F -FDG PET/CT 在癫痫病灶定位诊断中的应用

赵容, 孙志勇

【摘要】 目的:观察氟 18 脱氧葡萄糖(^{18}F -FDG)正电子发射体层摄影(PET)/计算机体层摄影(CT)在癫痫病灶定位诊断中的应用价值。**方法:**回顾性搜集 2019 年 1 月—2022 年 1 月诊治的 62 例癫痫患者临床资料,手术切除治疗前均接受核磁共振(MRI)、 ^{18}F -FDG PET/CT 检查,以手术结果为参考标准,评估不同检查方案对癫痫阳性检出率、癫痫致痫灶定位诊断的价值。据癫痫患者治疗后疗效不同分为预后良好组、预后不良组,比较两组 FDG PET/CT 检查显示的脑代谢异常差异。**结果:** ^{18}F -FDG PET/CT 联合 MRI 阳性检出率 98.39%,较术前 ^{18}F -FDG PET/CT 检查的 87.10%、术前 MRI 检查的 72.58%明显高($P < 0.05$)。 ^{18}F -FDG PET/CT 联合 MRI 对癫痫病灶类别(单发病灶)诊断的准确率较术前 ^{18}F -FDG PET/CT 检查、术前 MRI 检查的明显高($\chi^2 = 5.899, 5.309, P < 0.017$)。术前 ^{18}F -FDG PET/CT 检查对癫痫病灶定位诊断的符合率较术前 MRI 检查的略高,差异无统计学意义($\chi^2 = 4.060, P > 0.017$),但较 ^{18}F -FDG PET/CT 联合 MRI 的明显低($\chi^2 = 15.676, P < 0.017$)。62 例癫痫患者预后良好患者 37 例(37/62),预后不良患者 25 例(25/62),预后良好组 ^{18}F -FDG PET/CT 联合 MRI 检查显示的病灶分布与预后不良组比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论:** ^{18}F -FDG PET/CT 联合 MRI 检查可明显提高对癫痫病灶的定位诊断价值,对指导癫痫患者手术选择和评估治疗疗效有积极意义。

【关键词】 癫痫; 正电子发射体层摄影术; 病灶定位; 诊断

【中图分类号】 R742.1; R445.6; R44 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2022)10-1302-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.10.020

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Application of ^{18}F -FDG PET/CT in localization of epileptogenic foci ZHAO Rong, SUN Zhi-yong. Department of Nuclear Medicine, General Hospital of Western Theater Command of the Chinese People's Liberation Army, Chengdu 610083, China

【Abstract】 Objective: To observe the application value of fluorine-18 fluorodeoxyglucose (^{18}F -FDG) positron emission tomography (PET)/computed tomography (CT) in localization of epileptogenic foci. **Methods:** The clinical data of 62 patients with epilepsy admitted to the hospital from January 2019 to January 2022 were retrospectively collected. All patients underwent magnetic resonance imaging (MRI) and ^{18}F -FDG PET/CT examinations before surgical excision. Surgical results were taken as the standard to evaluate the value of different examination methods in detection and localization of epileptogenic foci. The patients were divided into good prognosis group and poor prognosis group according to the curative effect. Cerebral metabolism abnormalities on ^{18}F -FDG PET/CT were compared between the groups. **Results:** The positive detection rate of ^{18}F -FDG PET/CT combined with MRI (98.39%) was significantly higher than that of preoperative ^{18}F -FDG PET/CT (87.10%) or preoperative MRI (72.58%) ($P < 0.05$). The diagnostic accuracy of ^{18}F -FDG PET/CT combined with MRI for single focus was significantly higher than that of preoperative ^{18}F -FDG PET/CT or preoperative MRI ($\chi^2 = 5.899, 5.309, P < 0.017$). The coincidence rate of preoperative ^{18}F -FDG PET/CT in locating epileptogenic foci was slightly higher than that of preoperative MRI ($\chi^2 = 4.060, P > 0.017$), but significantly lower than that of ^{18}F -FDG PET/CT combined with MRI ($\chi^2 = 15.676, P < 0.017$). Of the 62 patients with epilepsy, 37 (59.68%) had good prognosis and 25 (40.32%) had poor prognosis after treatment. There were statistically significant differences between the good prognosis group and the poor prognosis group in focus distribution on ^{18}F -FDG PET/CT combined with MRI ($P < 0.05$). **Con-**

作者单位: 610083 成都, 中国人民解放军西部战区总医院核医学科

作者简介: 赵容(1991—), 女, 四川武胜县人, 住院医师, 主要从事 ^{18}F -FDG PET/CT 的临床应用。

基金项目: 西部战区总医院院管科研课题(2021-XZYG-C12)

clusion: ^{18}F -FDG PET/CT combined with MRI can significantly improve the localization of epileptogenic foci, which is of positive significance for surgery selection and efficacy evaluation.

【Key words】 Epilepsy; Positron-emission tomography; Focus localization; Diagnosis

癫痫是常见脑功能障碍慢性疾病,是由致痫灶异常放电所致脑功能短暂失调的综合征,最新流行病学显示国内癫痫患病率达 7.0%,年发病率约为 28.8/10 万,已成为国内神经科仅次于头痛的第二大常见病^[1-2]。抗癫痫药是其主要治疗方式之一,约 20%~30% 癫痫患者对药物疗效不佳而进展为难治性癫痫,有发作机制不清、发作症状复杂多样、发作时间不定、对药物治疗效果较差等特点,给癫痫患者带来生理及心理上的沉重负担^[3]。外科治疗癫痫可有效减轻其发作症状,为癫痫患者带来了更好的选择,外科治疗癫痫的关键为致痫灶的准确定位,是有效切除致痫灶、控制癫痫发生、最大限度避免损伤重要脑功能区的前提^[4]。临床致痫灶的定位主要评估手段包含临床症状、体格检查及视频脑电图、MRI 等检查,但由于其特异度与灵敏度低,临床应用尚存在较大局限性^[5]。氟 18 脱氧葡萄糖(Fluoro18 deoxyglucose, ^{18}F -FDG)正电子发射体层摄影(positron emission tomography, PET)/计算机体层摄影(computed tomography, CT)作为无创性和高敏感性的神经功能成像技术逐渐用于疾病术前评估中,在多种肿瘤和神经科疾病诊断的应用有重要价值^[6]。本次研究旨在观察 ^{18}F -FDG PET/CT 对癫痫患者病灶术前定位及术后疗效的评估价值,为癫痫患者有效诊治提供必要的参考。

材料与方法

1. 一般资料

回顾性搜集 2019 年 1 月—2022 年 1 月诊治的癫痫患者临床资料。①入选标准:因意识障碍、抽搐和头痛、痉挛等症状就诊,符合《癫痫诊治指南》^[7]有关癫痫诊断标准,经术中脑电图及手术结果证实为难治性癫痫;常规药物治疗效果不佳或认知功能亢进性障碍,均接受手术切除致痫灶治疗;术前影像学检查资料完整;临床病史、辅助检查资料等完整。②排除标准:有长期低血糖史或脑缺氧史;因其他疾病所引起抽搐,如高热惊厥和癔症等;严重精神疾病。按照纳入排除标准,最终纳入 62 例,男 39 例,女 23 例,年龄 10~40 岁,平均 (21.34 ± 10.21) 岁,分类:全身性发作 23 例、部分性发作 39 例,病程 1 个月~18 年,平均病程 (10.32 ± 2.64) 年,发作频率从数月 1 次到 1 天数次。所有患者于手术切除治疗前均接受 MRI、 ^{18}F -FDG PET/CT 检查。疗效评估^[8]:应用 Engel 分级评估,Engel 分级为 I 级定义为无癫痫发作;Engel 分级为 II 级定义为癫痫极

少发作或每年发作不超过 2 次;Engel 分级为 III 级定义为癫痫发作次数减少不低于 75%;Engel 分级为 IV 级定义为癫痫发作次数减少低于 75%,依据分级分为预后良好组(Engel 分级为 I 级~II 级)、预后不良组(Engel 分级为 III 级、IV 级)。

2. 影像学检查方法

MRI 检查:应用 Siemens 1.5T MR,扫描序列及参数如下:①横轴面、冠状面、矢状面 SE T_1WI (TR 230~450 ms, TE 230~450 ms)和 T_2WI (TR 2600~6000 ms, TE 100~180 ms),层厚 5 mm、层间距 0 mm、矩阵 512×512 、视野 $24 \text{ mm} \times 24 \text{ mm}$;②横轴面液体衰减反转恢复(reversal recovery of liquid attenuation on horizontal axis, FLAIR)序列,TR 6000~8000 ms, TE 100~180 ms,层厚 3 mm、层间距 0 mm,矩阵 512×512 ,视野 $36 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$,随后行 T_2WI 斜冠状面高分辨率扫描,序列参数:TR、TE 各为 5590 ms、14 ms, Matrix 512×512 ,视野 $24 \text{ cm} \times 24 \text{ cm}$, Flip Angle = 90° , Slice thickness = 2.0 mm, Gap 0.2 mm, NEX 3。所有患者 MRI 资料均由两位资深有数十年影像学检查的超声科主任医师共同阅片分析,两名医师检验一致性良好,当有分歧时需协商讨论一致或由上级医师参与讨论决定。

^{18}F -FDG PET/CT 检查:①显像仪器采用德国 Siemens 公司生产的 PET-CT,型号为 Biograph 16,检查中的示踪剂为 ^{18}F -FDG,由 Siemens RDS Eclipse ST 型医用回旋加速器生产,放化纯大于 95.00%。显像前禁食 6 h 左右,指导患者注射药物前安静休息,封闭视听 18 min 左右,控糖低于 11.1 mmol/L,静脉注射 FDG 为 185~370 MBq,继续封闭视听 10 min 后再休息 40 min 后开始显像。PET 为 3D 采集,每隔 5 min 采集 1 个床位,采用 CT 数据进行衰减校正,重建方式为迭代重建, PET 图像重建层厚设为 5 mm。融合图像通过 Syngo 工作站软件分析处理。②数据后处理及分析,由 2 位经验丰富的核医学科医师一起阅片,观察患者大脑灰质、脑内核团对称性变化,当连续两个横断面局部低于对侧代谢区定义为异常。据 PET 表现分为单发病灶(单个病灶,可有/无弥漫性脑皮层 FDG 代谢减低;包括发作期病变、局部区域明显高于邻近皮层的病变与临床发作期一致,判定为发作期高代谢阳性异常病变)、多发病灶(超过两个以上局限性病变区,可有/无弥漫性脑皮层 FDG 代谢减低)、弥漫性病变(全脑皮层代谢低于本中心同期同年龄段

健康体检人群平均值)。据测量半定量参数不对称指数(semiquantitative parameter asymmetry index,AI)以定位,AI>15%定义为阳性(致病灶),仅以阳性病例作为测量对象,通过勾画法对患侧取样获得标准化摄取值(SUV)_患,感兴趣区勾画轮廓的标准:借助于Matlab 软件平台图形工具箱对核医学肿瘤显像 Dicom 影像进行手动勾画感兴趣区,且可分别从 PET 及 CT 图像对应感兴趣区进行勾画。而后在健侧相应区域大致对称勾画法取样获得(SUV)_健,计算得出 AI=(SUV_健-SUV_患/(SUV_健+SUV_患)/2]×100%。

3. 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件处理数据,计数资料采取例(n)表示,组间比较采用χ²或连续校正χ²检验,多组间计数资料比较采用卡方分割法,以P<0.05或0.017为差异有统计学意义。

结 果

1. 62 例癫痫患者临床结局

62 例癫痫患者经术中脑电图及手术结果证实,检出癫痫病灶 86 个,病灶类别:43 例为单发病灶,19 例为多发病灶。病灶位置:额叶 17 个、颞叶 47 个、顶叶 16 个、枕叶 6 个。术后经长程视频脑电图监测显示异常波发放消失或明显减少。

2. 不同检查方法对癫痫阳性检出率比较(表 1)

术前¹⁸F-FDG PET/CT 检查对癫痫的阳性检出率 87.10%,术前 MRI 检查对癫痫的阳性检出率 72.58%,而¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 的阳性检出率 98.39%,较前两者检查的阳性率明显高(P<0.05)。

表 1 不同检查方法对癫痫阳性检出率比较

检查方法	术前 ¹⁸ F-FDG PET/CT 检查 (n=62)	MRI (n=62)	¹⁸ F-FDG PET/CT 联合 MRI (n=62)	χ ²	P
阳性检出(例)	54	45	61 ^{①②}	—	—
阳性率(%)	87.10	72.58	98.39	17.259	<0.001

注:与¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 比较,^① P<0.017(χ²=5.871);与术前¹⁸F-FDG PET/CT 检查比较,^② P<0.017(χ²=16.637)

3. 不同检查方法对癫痫病灶类别诊断结果分析(表 2、图 1)

62 例癫痫患者经术后结果显示 43 例为单发病灶,19 例为多发病灶,术前¹⁸F-FDG PET/CT 检查对癫痫病灶类别(单发病灶)诊断的准确率较术前 MRI 检查的略高,差异无统计学意义(χ²=3.592,P=0.058>0.017),但较¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 的略低,差异无统计学意义(χ²=5.309,P=0.021>0.017)。

4. 不同检查方法对癫痫病灶定位诊断结果分析(表 3、4)

62 例癫痫患者经术后病理结果显示病灶位置额叶 17 个、颞叶 47 个、顶叶 16 个、枕叶 6 个。术前¹⁸F-

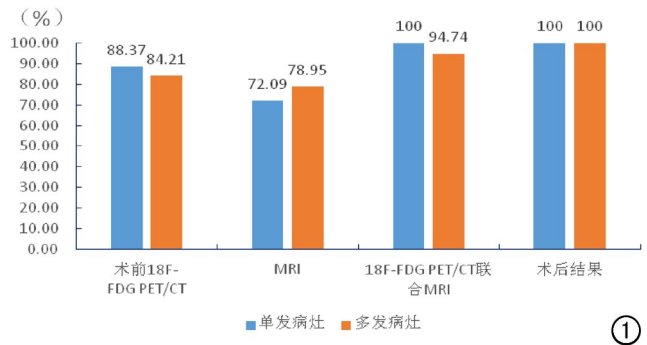


图 1 不同检查方法对癫痫病灶类别诊断结果

表 2 不同检查方法对癫痫病灶类别诊断结果分析(n)

检查方法	术前 ¹⁸ F-FDG PET/CT 检查	MRI	¹⁸ F-FDG PET/CT 联合 MRI	术后结果	χ ²	P
阳性例数	54	45	61	62	—	—
单发病灶(例)	38(88.37%,38/43)	31(72.09%,31/43)	43(100.00%,43/43)	43(100.00%,43/43)	25.261	0.000
多发病灶(例)	16(84.21%,16/19)	15(78.95%,15/19)	18(94.74%,18/19)	19(100.00%,19/19)	5.588	0.133

表 3 不同检查方法对癫痫病灶定位诊断结果分析(n)

检查方法	例数	额叶	颞叶	顶叶	枕叶	病灶个数
术前 ¹⁸ F-FDG PET/CT 检查	54	13	37	12	5	67
MRI	45	10	31	10	4	55
¹⁸ F-FDG PET/CT 联合 MRI	61	17	46	16	5	84
术后结果	62	17	47	16	6	86

表 4 不同检查方法对癫痫病灶定位诊断的符合率比较

检查方法	术后结果 病灶个数	癫痫病灶定位诊断与 术后结果符合的个数	符合率
术前 ¹⁸ F-FDG PET/CT 检查	86	67	77.91%(67/86)
MRI	86	55	63.95%(55/86)
¹⁸ F-FDG PET/CT 联合 MRI	86	84	97.67%(84/86)

注:χ²=30.684,P<0.001

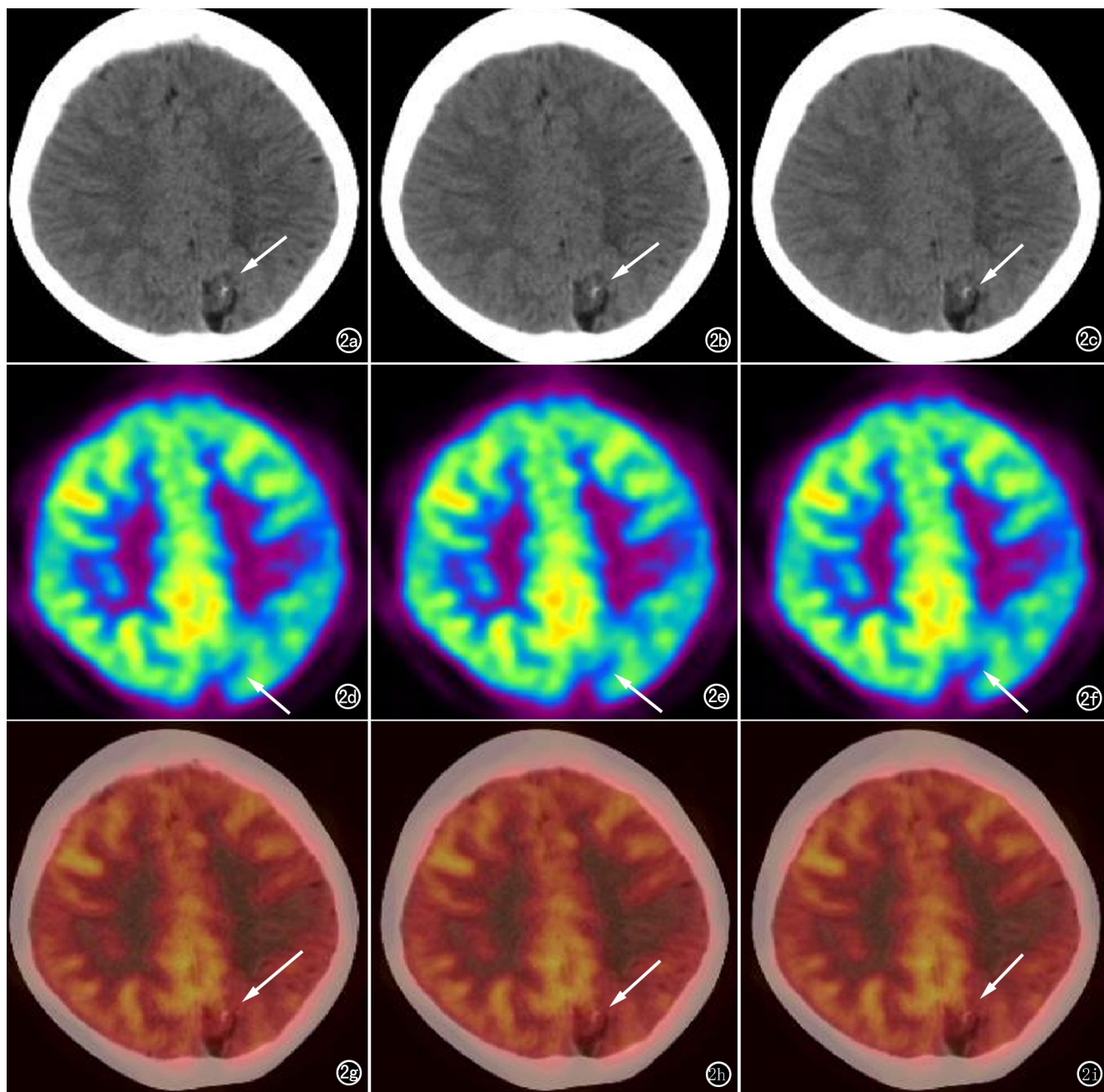


图2 女,10岁。癫痫患者PET/CT检查阳性的图像。a、b、c) CT平扫图像,表现为左侧顶枕叶交界区见一不规则片状低密度影,病灶大小约 $1.9\times 1.6\text{cm}$,CT值约 $5\sim 13\text{HU}$,边缘见斑点钙化灶,邻近脑皮质萎缩;d、e、f) PET(Rainbow伪彩)图像,表现为上述相应部位病灶FDG代谢减低,SUV最大值约3.4,平均值约3.1;g、h、i) PET与CT融合图像(伪彩),PET/CT融合图像表现和上述描述一致(箭)。

FDG PET/CT检查对癫痫病灶定位诊断的符合率较术前MRI检查略高,差异无统计学意义($\chi^2=4.060$, $P=0.044>0.017$),较 ^{18}F -FDG PET/CT联合MRI诊断明显低($\chi^2=15.676$, $P=0.000<0.017$)。

5. 癫痫患者 ^{18}F -FDG PET/CT联合MRI检查显示脑代谢异常与手术疗效分析(表5)

62例癫痫患者,治疗后预后良好患者37例(37/62),预后不良患者25例(25/62)。预后良好组 ^{18}F -FDG PET/CT联合MRI检查显示的病灶分布与预后

不良组的病灶分布比较差异有统计学意义($P<0.05$),而病灶位置两组间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。

讨论

手术被认为是根治癫痫的重要手段,文献指出癫痫病灶切除可明显提高患者的认知水平、精神状态、社会适应能力及生活质量^[9]。术前准确评估和定位致癫痫灶是癫痫外科手术治疗成功的关键。脑电图检查因

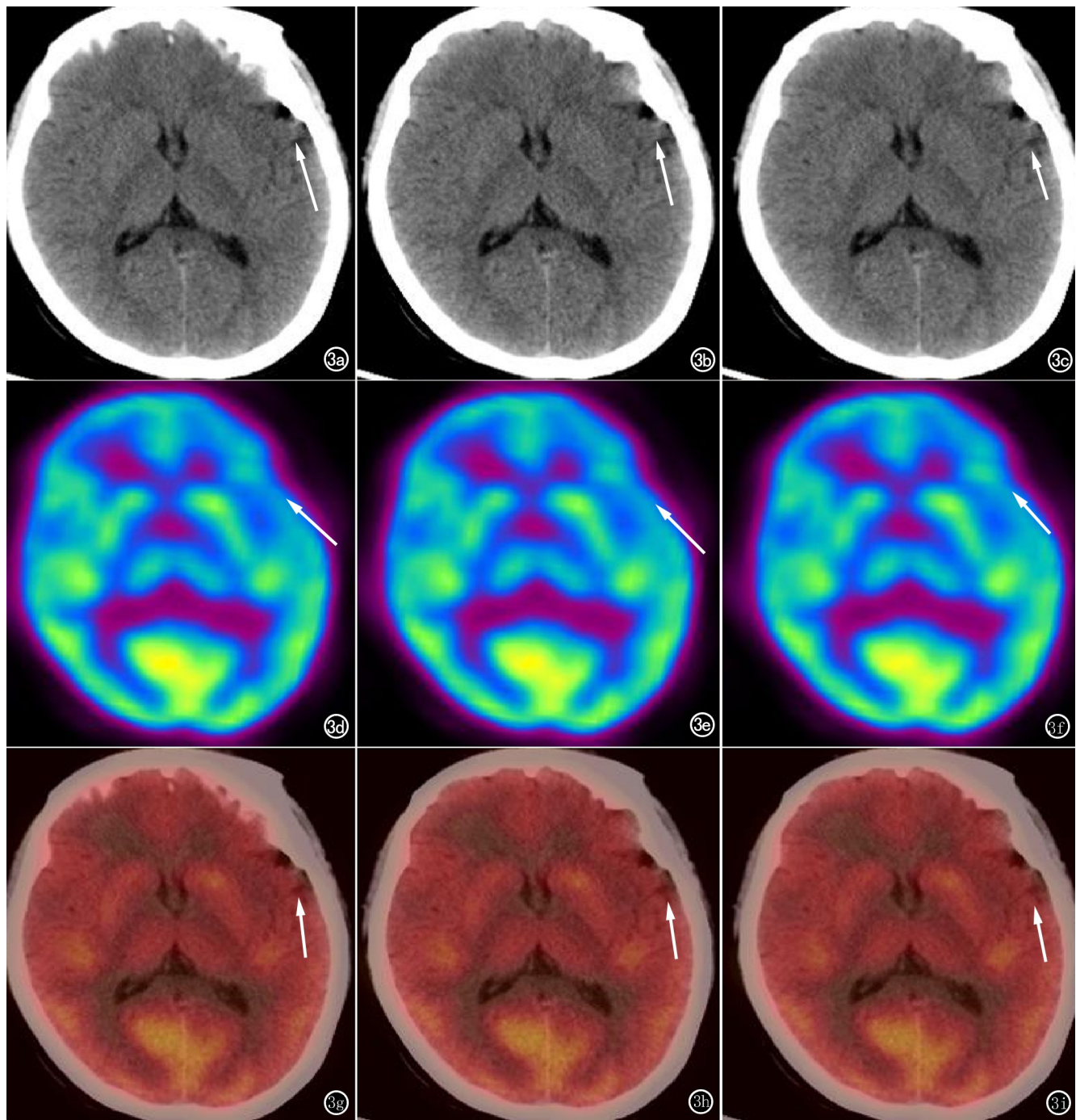


图 3 男,37 岁。癫痫患者 PET/CT 检查阳性的图像。a、b、c) CT 平扫图像,表现为左侧颞极皮质略显萎缩,邻近侧裂窝池稍增宽; d、e、f) PET(Rainbow 伪彩)图像,表现为上述相应部位病灶 FDG 代谢减低,SUV 最大值约 5.2,平均值约 4.2; g、h、i) PET 与 CT 融合图像(伪彩),PET/CT 融合图像表现和上述描述一致(箭)。

表 5 ¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 检查显示的脑代谢异常与手术疗效分析

检查方法/因素/ 分类	预后良好组 (n=37)	预后不良组 (n=25)	χ^2	P
¹⁸ F-FDG PET/CT 联合 MRI 检查				
病灶分布			4.797 *	0.029
单发或多发	36	19		
无异常	1	6		
病灶位置			0.085	0.771
颞叶	12	9		
非颞叶	25	16		

注: * 连续校正 χ^2

有操作简单、技术成熟、费用低及无创性等优势,为癫痫的诊断和致癫痫病灶的定位提供了重要的参考,但其检查受影响的因素较多,监测的时间较短,对癫痫定位诊断的准确性不高^[10]。近来影像检查和核医学检查技术也逐步应用于癫痫患者辅助诊治中,MRI 近年来广泛应用于癫痫的术前定位诊断,MRI 对脑皮质发育不良、海马硬化等非正常脑组织所致癫痫的定位诊断有重要作用,但对颅内无明显病灶癫痫诊断的定位

成功率不足 25%^[11]。张亚平等^[12]研究提出 PET 对癫痫病灶定位的敏感性高于 MRI 和脑电图检查,对 MRI 阴性患者更需完善 PET 和脑电图检查,但单纯 PET 无法提供致痫灶精确解剖结构。Mei 等^[13]提出¹⁸F-FDGPET/CT 对儿童癫痫有较高诊断价值;EL Ergün 等^[14]报道显示 FDGPET/CT 有助于区分癫痫患儿的致痫区及非致痫区,尤其是结节性硬化和多灶性皮质发育不良,对手术效果有一定评估作用。但目前对于¹⁸F-FDG PET/CT 在癫痫病灶定位诊断中的应用价值并无明确定论。

本结果显示¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 的阳性检出率 98.39%,较术前¹⁸F-FDG PET/CT、术前 MRI 检查的 87.10%、72.58%明显高,术前¹⁸F-FDG PET/CT 对癫痫阳性检出率高于 MRI,与此前张亚超等^[15]报道基本相符,但本研究则初步提示¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 可提高癫痫诊断的阳性检出率。郝谦谦等^[16]研究显示 PET-CT 对癫痫病灶定位的灵敏度和准确性较脑电图明显高,证实 PET-CT 的代谢图形可帮助无病灶颞叶癫痫灶的定位,对手术适应证的选择和疗效的预测有一定指导意义。而本结果显示¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 对癫痫病灶类别(单发病灶)诊断的准确率较 MRI、¹⁸F-FDG PET/CT 的明显高,与早前赵敏等^[17]报道指出的¹⁸F-FDG PET/CT 检查对致痫灶检查的敏感性较高,定位的准确性也高于 MRI 的表述大体符合。但不同的是本次明确了¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 对癫痫病灶类别诊断的价值,证实了¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 在癫痫患者致痫灶定位诊断中有较高价值。尽管 MRI 检查可清晰显示组织的解剖结构,但因癫痫发病是脑功能的异常,患者仅表现为功能异常而无器质性及结构性改变,或即便存在结构改变也是发生在功能改变之后,早前有学者认为癫痫患者海马神经元丢失>50% MRI 才可观察到癫痫患者的形态学异常^[18-19]。

癫痫发作时表现为神经元去极化和钠钾离子的转运,离子泵消耗能量的同时伴有血流动力学的变化,而¹⁸F-FDG PET/CT 可从分子层面对癫痫病灶的解剖、代谢、功能、氧耗及神经受体等进行显像及定量分析^[20];此外 PET/CT 脑显像作为功能代谢显像,可从分子水平揭示致痫灶的代谢、氧耗、血流灌注及生化等,通过¹⁸F 标记的 FDG 对致痫灶可进行清晰显像,继而获得大脑皮层下结构及神经核团的局部葡萄糖代谢率和全脑葡萄糖代谢率等,对癫痫患者术前癫痫病灶类别和定位诊断中发挥积极作用^[21]。本结果还显示预后良好组¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 检查显示的病灶分布与预后不良组病灶分布比较差异有统计学意义,说明¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 对评估癫痫

患者治疗疗效有较高价值。癫痫的发病机制多由病变所致大脑皮层与皮层下神经网络通讯出现功能性变化,导致癫痫患者皮层下结构出现血流或代谢异常,因而考虑癫痫患者¹⁸F-FDG PET/CT 检查所显示的脑代谢异常可在一定程度上反映患者手术治疗疗效。但本结果还显示部分患者¹⁸F-FDG PET/CT 检查表现为局限或散在的高代谢灶,而高代谢灶并非致痫灶,说明¹⁸F-FDG PET/CT 检查可能为亚临床发作表现,同时可能存在发作期与发作间期的混合状况,因此不能仅依靠高代谢来明确癫痫致痫灶的定位,必要时可考虑为患者进行¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 检查。

综上所述,¹⁸F-FDG PET/CT 联合 MRI 检查在癫痫患者术前致痫灶定位、癫痫病灶类别的诊断中有较高价值,同时在癫痫患者手术治疗疗效评估中发挥重要作用。本研究同时存在一些不足,研究样本量小、对象来源较集中,未来可进一步展开研究。

参考文献:

- [1] Mastrangelo M. Epilepsy in inherited neurotransmitter disorders: spotlights on pathophysiology and clinical management[J]. Metab Brain Dis, 2021, 36(5): 29-43.
- [2] Meng Y, Yang S, Chen H, et al. Systematically disrupted functional gradient of the cortical connectome in generalized epilepsy: initial discovery and independent sample replication[J]. NeuroImage, 2021, 230(19): 117-119.
- [3] 王慧玲, 张涛志, 尹续续, 等. WHO 儿童基本药物目录与国家基本药物目录中的抗癫痫药对比分析[J]. 中国药房, 2020, 31(20): 2452-2457.
- [4] 中华医学会病理学分会脑神经病理学组, 中华医学会神经病学分会神经病理学组. 癫痫外科手术切除脑组织的规范化取材和标本处理流程指南[J]. 中华病理学杂志, 2021, 50(8): 856-859.
- [5] 裴伟楠, 姜磊, 王西宪, 等. ECOG, EEG, fMRI 及 SEEG 在 MRI 阴性癫痫患者外科手术中的应用[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2021, 48(5): 435-438.
- [6] 赵敏, 郭喆, 唐立钧, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 对于癫痫术前定位和疗效预测的价值研究[J]. 南京医科大学学报: 自然科学版, 2020, 40(6): 880-883.
- [7] 彭凯润, 王国良. 癫痫诊治指南[M]. 人民军医出版社, 2004, 18.
- [8] 李承俊, 王丰, 姚培森, 等. 局灶性皮质发育不良相关“难定位”难治性癫痫的手术疗效及影响因素分析[J]. 中华神经医学杂志, 2021, 20(8): 793-798.
- [9] Klink N, Zweiphenning W, Ferrier CH, et al. Can we use intraoperative high-frequency oscillations to guide tumor-related epilepsy surgery? [J]. Epilepsia, 2021, 62(4): 997-1004.
- [10] 张玉珍, 尹秋风, 郑慧, 等. 扩散峰度成像在脑电图表现正常儿童特发性全面性癫痫的研究[J]. 放射学实践, 2021, 36(3): 388-392.
- [11] 郭坤, 尚琨, 崔碧霄, 等. ¹⁸F-FDG PET/MR 对 MRI 阴性药物难治性癫痫患者致灶的定位价值[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2021, 41(7): 410-414.
- [12] 张亚平, 冯兆海, 尼鲁帕尔, 沙丰, 等. 头颅磁共振成像, 视频脑电图, 正电子发射断层成像术对癫痫致痫灶的定位评估[J]. 神经损