· 临床研究 ·

局灶性皮质发育不良所致颞叶癫痌及颞叶 外癫痌的¹⁸F-FDG PET/CT 影像分析

候亚琴¹ 郭坤¹ 尚琨¹ 王静娟¹ 王振明² 张海琴¹ 苏玉盛¹ 卢洁² ¹首都医科大学宣武医院核医学科,北京 100053;²首都医科大学宣武医院放射科, 北京 100053

通信作者:卢洁, Email: imaginglu@ hotmail.com

【摘要】目的 分析¹⁸F-脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT 显像在局灶性皮质发育不良(FCD)所致颞叶癫痌(TLE)及颞叶外癫痌(ETLE)患者影像表现及术前定位的差异。方法 回顾性分析 2015 年 4 月至 2018 年 8 月间在宣武医院术前行发作间期¹⁸F-FDG PET/CT 显像,术后病理为 FCD 的难治性癫癎患者 71 例[男 45 例,女 26 例,年龄(24.3±9.1)岁]。依据手术结果将患者分为 TLE 及 ETLE 2 组。¹⁸F-FDG PET/CT 图像先行定性分析,并与手术结果进行比较;然后利用感兴趣区(ROI)计算每个脑区的不对称指数(AI),用|AI|半定量评估每个脑区的代谢减低程度。术后行 Engle 分级随访。采用两独立样本 t 检验、 X^2 检验分析数据。结果 71 例 FCD 患者中,TLE 35 例,ETLE 36 例。ETLE 较 TLE 患者发病年龄小[(10.1±6.5)和(14.9±9.7)岁;t=2.48,t=0.02]。TLE 患者中,54.29%(19/35)与手术结果完全一致,42.86%(15/35)出现颞叶外低代谢脑区;ETLE 患者中,27.78%(10/36)与手术结果完全一致,47.22%(17/36)出现颞叶低代谢;TLE 和 ETLE 患者术前定侧、定位准确性差异均有统计学意义[97.14%(34/35)和 75.00%(27/36)、54.29%(19/35)和 27.78%(10/36);t=2.47,均t=0.05]。TLE 和 ETLE 患者各脑区 | AI | 值差异均无统计学意义(t=1.25~0.06,均t=0.05)。结论 t=18 F-FDG PET/CT 在 TLE 患者的术前定侧准确性及定位准确性均优于 ETLE 患者。

【关键词】 癫痫,颞叶;皮质发育畸形;正电子发射断层显像术;体层摄影术,X线计算机;脱氧葡萄糖

基金项目:北京市医院管理局"登峰"计划专项(DFL20180802)

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20200511-00187

¹⁸F-FDG PET/CT imaging in temporal lobe epilepsy and extratemporal lobe epilepsy caused by focal cortical dysplasia

Hou Yaqin¹, Guo Kun¹, Shang Kun¹, Wang Jingjuan², Wang Zhenming¹, Zhang Haiqin¹, Su Yusheng¹, Lu Jie²

¹Department of Nuclear Medicine, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China; ²Department of Radiology, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China Corresponding author: Lu Jie, Email: imaginglu@hotmail.com

[Abstract] Objective To analyze the differences in ¹⁸F-fluorodeoxyglucose (FDG) PET/CT imaging and preoperative localization between patients with temporal lobe epilepsy (TLE) and extratemporal epilepsy (ETLE) caused by focal cortical dysplasia (FCD). **Methods** From April 2015 to August 2018, a total of 71 patients (45 males, 26 females, age (24.3±9.1) years) with refractory epilepsy who underwent ¹⁸F-FDG PET/CT imaging before surgery and confirmed as FCD by pathology in Xuanwu Hospital were retrospectively analyzed. Patients were divided into TLE and ETLE groups based on pathological results. 18 F-FDG PET/CT images were analyzed qualitatively and compared with the operation result, then region of interest (ROI) was used to calculate the asymmetry index (AI), and evaluated the hypometabolism of every cerebral region by | AI | semi-quantitatively. Engle classification were followed-up after surgery. Independent-sample t test and χ^2 test were used to analyze data. **Results** Of 71 FCD patients, 35 were TLE and 36 were ETLE. The onset age of ETLE patients were younger than TLE patients ((10.1±6.5) vs (14.9±9.7) years; t = 2.48, P = 0.02). In TLE group, 54.29% (19/35) were completely consistent with the operation results, and 42.86% (15/35) showed hypometabolized brain regions in extratemporal lobe. In ETLE group, 27.78% (10/36) were completely consistent with the operation results, and 47.22% (17/36) showed hypometabolized brain regions in temporal lobe. There were significant differences in the lateral accuracy and positioning accuracy of ¹⁸F-FDG PET/CT between TLE and ETLE patients (97.14% (34/35) vs 75.00% (27/ 36), 54.29% (19/35) vs 27.78% (10/36); χ^2 values; 7.19, 6.27, both P<0.05). There was no significant difference in |AI| values between the brain regions of TLE and ETLE patients (z values; from -1.25 to -0.06, all P>0.05). **Conclusion** The lateral accuracy and positioning accuracy of 18 F-FDG PET/CT in TLE patients are better than that in ETLE patients.

[Key words] Epilepsy, temporal lobe; Malformations of cortical development; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Deoxyglucose

Fund program: Project of Beijing Municipal Administration of Hospitals' Ascent Plan (DFL 20180802)

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200511-00187

癫痌是常见的神经系统慢性疾病之一,根据致 痌灶所在脑区分为颞叶癫癎(temporal lobe epilepsy, TLE) 及颞叶外癫痫(extratemporal lobe epilepsy, ETLE),大约 1/3 的患者属于药物难治性癫痫[1]。 局灶性皮质发育不良(focal cortical dysplasia, FCD)、 海马硬化、肿瘤、脑炎等是难治性癫痫常见的组织病 理学类型,其中以 FCD 最常见,约占 83.94%^[2]。手 术治疗是控制癫痫不发作的有效手段,手术切除是 首选方法,对于无法手术切除的深部各脑区病灶,常 采取神经调控技术治疗[3]。大约50%~80%的患者 手术切除术后可达到无癫痼发作状态;迷走神经电 刺激可以使大约 1/3 的患者发作频率减少 50%或者 更多[4]。ETLE 的手术效果较 TLE 差,手术疗效与 组织学类型、致痌灶的位置等诸多因素有关,并不是 所有患者都能从手术治疗中获益,术前对致痼灶的 评估尤为重要。

癫痌患者术前定位的方法包括电生理、结构和功能显像。¹⁸ F-脱氧葡萄糖(fluorodeoxyglucose,FDG)PET/CT 发作间期功能显像对致痌灶的定侧及定位准确性优于 MRI^[5],定位准确性优于脑电图^[6],其通过揭示葡萄糖代谢减少的区域定义癫痌患者功能缺损区^[7],该区域可以大于癫癎发生皮质,并且可以延伸到远隔脑区^[7-8]。¹⁸ F-FDG PET/CT对癫痌灶的定侧及定位准确性又与病灶位置有关,其定位 TLE 致痌灶灵敏度为 85%~90%;而定位ETLE 致痌灶远不如 TLE 理想,定位额叶致痌灶灵敏度为 45%~92%(通常为 55%左右),定位枕叶致痌灶不灵敏^[9]。既往对 ETLE 和 TLE 差异的研究并未限定致痌灶的病理类型,本研究回顾性分析 ETLE 和 TLE 患者术后病理为 FCD 的发作间期的¹⁸ F-FDG PET/CT 影像表现和致痌灶定侧及定位差异。

资料与方法

1.研究对象。回顾性分析 2015 年 4 月至 2018 年 8 月间于本院核医学科行¹⁸F-FDG PET/CT 术前评估的 难治性癫痌患者。纳入标准:(1)患者年龄>6 岁^[10];(2)术后病理为 FCD、单一致痌灶;(3)发作间期

PET 表现为单侧低代谢;(4)没有颅脑手术史。排除标准:(1)FCD 伴海马硬化等其他疾病;(2)24 h 内有癫痫发作;(3)伴有高血压、糖尿病、脑血管疾病等,有吸烟史。共纳入71 例术后病理为 FCD 的患者,其中男45 例,女26 例,年龄7~48(24.3±9.1)岁。根据手术结果所示致痌灶所在脑区,将患者分为TLE与 ETLE组。分析2组患者的临床资料,包括发病年龄、病程、癫痫严重性[11]、PET 所示低代谢脑区数量、FCD类型。所有患者于术后3~36个月行Engle 分级随访。所有患者知情并签署同意书。本研究符合《赫尔辛基宣言》的原则。

2.显像方法。所有患者均于术前行发作间期脑¹⁸F-FDG PET/CT 显像,采用上海联影医疗科技有限公司 uMI510 PET/CT 仪,行三维静态采集;¹⁸F-FDG 由本科放射性药物实验室自行制备(采用美国CTI公司 RDS111 回旋加速器及 CPCU 化学合成模块),放化纯>99%。显像前患者空腹 4~6 h,血糖控制在<8.33~11.11 mmol/L。按患者体质量静脉注射3.7~7.4 MBq/kg ¹⁸F-FDG。平卧、视听封闭 40~60 min后行¹⁸F-FDG PET/CT 检查。先行 CT(16 排)低剂量采集,用于 PET 图像衰减校正,层厚 2.4 mm;再行PET 图像采集,矩阵 128×128,层厚 2.4 mm,采集时间 15 min。通过 uWS-MI 工作站进行图像融合及重建(重建采用迭代法,迭代次数 3),形成横轴位、冠状位、矢状位断层图像用于影像分析。

3.图像分析。(1)定性分析。由 2 名高年资核 医学科医师共同阅片,目视法分别观察横轴位、冠状 位、矢状位图像,判断皮质放射性分布情况,3 个断 层方向和连续 2 个层面出现放射性摄取减低则认为 阳性病变区;意见不一致时,以科内副高职称以上的 医师判断结果为准。幕上皮质分为左右侧顶叶、额 叶、颞叶及枕叶共 8 个脑区。若 PET 所示为单脑区 代谢减低,且该脑区与手术切除致痌脑区一致则为 定位准确;若 PET 所示为单侧多脑区代谢减低,并 且其中 1 个脑区与手术切除致痌脑区一致则为定侧 准确,若 PET 所示低代谢脑区位于手术切除致痌灶 的对侧则为定侧错误。 (2)半定量分析。由 1 名核医学科医师及 1 名联 影公司工程师采用镜像法分别沿大脑半球灰质皮质勾 画感兴趣区(region of interest, ROI),取每个 ROI 的平均标准摄取值(mean standardized uptake value, SUV_{mean})来计算每个脑区的不对称指数(asymmetry index, AI),计算 2 位操作者所得 AI 的平均值,取其绝对值(|AI|)来半定量评估每个脑区的代谢减低程度。|AI|=|(患侧|AI|-健侧|AI|)/[(患侧|AI|+健侧|AI|)/2]|,|AI|>0.1 定义为代谢异常^[12]。

4.术后随访。所有患者术后经门诊复诊或电话随访,依据 Engel 分级来评判癫痌患者术后疗效^[13]。Engel Ⅰ级:完全无癫痌发作,仅先兆或仅因停药而惊厥;Engel Ⅱ级:罕见癫痌发作(每年≤2次);Engel Ⅲ级:发作明显减少(减少90%);Engel Ⅳ级:发作未减少或加重。Engel Ⅱ~Ⅳ级为预后不良,Ⅰ级为预后良好。

5.统计学处理。采用 IBM SPSS 21.0 软件分析数据,符合正态分布的定量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示,不符合正态分布的定量资料用 $M(P_{25},P_{75})$ 表示;定性资料以频数(百分比)表示。2 组患者的性别、癫痫严重性、Engle 分级、定位、定侧准确性采用 χ^2 检验;FCD分型及不同 PET 代谢类型间预后较采用 Fisher 确切概率法;年龄、发病年龄、病程、PET 病灶数量比较采用两独立样本t检验;2 名操作者间|AI|值计算结果比较及不同脑区间|AI|值比较采用 Mann-Whitney U 检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1.患者一般资料(表 1)。71 例患者中,TLE 患者 35 例(49.30%),ETLE 患者 36 例(50.70%)。ETLE 患者以额叶癫痌最多见(26/36,72.22%),其次为顶叶癫痌(9/36,25.00%),仅 1 例为枕叶癫痌(1/36,2.78%)。ETLE 患者较 TLE 患者发病年龄小(t=2.48,P=0.02),2 组患者其他指标的差异无统计学意义(均 P>0.05)。

2. 18F-FDG PET/CT 定性分析结果。71 例 FCD

患者 PET 所示低代谢脑区中,29 例(40.85%)与手术结果完全一致,32 例(45.07%)出现同侧致痌灶外低代谢脑区,10 例(14.08%)定侧错误。35 例TLE 患者 PET 所示低代谢脑区中,19 例与手术结果完全一致(图1),定位准确性为54.29%(19/35);1 例(2.86%)定侧错误,定侧准确性为97.14%(34/35)。15 例(15/35,42.86%)出现颞叶外低代谢脑区,其中7 例仅出现顶叶低代谢(图2),5 例仅出现额叶低代谢,3 例出现颞叶外多脑区低代谢。

36 例 ETLE 患者 PET 所示低代谢脑区中,10 例与手术结果完全一致(图 3),定位准确性为 27.78%(10/36);9 例(9/36,25.00%)定侧错误,定侧准确性为 75.00%(27/36)。17 例(17/36,47.22%)出现颞叶低代谢(图 4),其中 10 例仅出现颞叶低代谢,7 例除颞叶低代谢外还伴其他部位低代谢;额叶癫癎患者有 12 例(12/26,46.15%)出现颞叶低代谢;顶叶癫癎患者有 4 例(4/10)出现颞叶低代谢。TLE及 ETLE 患者间定侧准确性和定位准确性差异均有统计学意义(X²值:7.19 和 6.27,均 P<0.05)。

- 3. 18 F-FDG PET/CT 半定量分析结果。2 位操作者的 | AI | 值差异无统计学意义(z=-0.51, P=0.54)。TLE 及 ETLE 患者各脑区 | AI | 值的差异均无统计学意义(均 P>0.05;表 2)。
- 4. Engle 随访结果分析。71 例患者经术后随访, Engle I级50 例(70.42%), 其中 TLE 占 26 例(26/50,52.00%), ETLE 占 24 例(24/50,48.00%); Engle II~IV级21 例(29.58%), 其中 TLE 占 9 例(9/21,42.86%), ETLE 占 12 例(12/21,57.14%)。在不同 PET 代谢情况下, TLE 及 ETLE 患者预后差异均无统计学意义(均 P>0.05;表 3)。

讨 论

FCD 是难治性癫癎最常见的病因之一,通常分为 I~Ⅲ型。TLE 是最常见的癫癎类型,指发作起源于1个或2个大脑颞叶区域的癫癎,临床主要表现为语言、记忆、识别及情感障碍,另外还可能出现

表 1	颞叶瘤瘤(TLE)和颞叶外癫痫(F	TLE)患者临床资料比较
1X I	XX 5 AM 10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	7 TH XXX PT 2 F // // // // L	11 12 1 12 1 12 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14

<i>6</i> □ □i	店は米石	男/女	/女 年龄	发病年龄	病程	癫痌的严重性(例)		PET 低代谢	FCD 分型[例(%)]			Engle 分级(例)		
组别	例数	(例)	(岁; ā±s)	(岁; ā±s)	(年; <u>x</u> ±s)	重度	中度	轻度	脑区数量	FCD I	FCD II	FCD Ⅲ	I级	II~Ⅳ级
TLE	35	22/13	26.1±8.1	14.9±9.7	11.86±7.34	24	11	0	2.4±1.1	27(77.14)	5(14.29)	3(8.57)	26	9
ETLE	36	23/13	22.4±9.8	10.1 ± 6.5	12.37±9.09	28	8	0	2.6 ± 1.8	22(59.46)	13(37.84)	1(2.70)	24	12
检验	俭值	0.01 ^a	1.75	2.48	-0.26		0.89ª		-0.45		5.05 ^a		0	0.50 ^a
P	值	>0.05	0.09	0.02	0.80		0.35		0.65		0.08		C).48

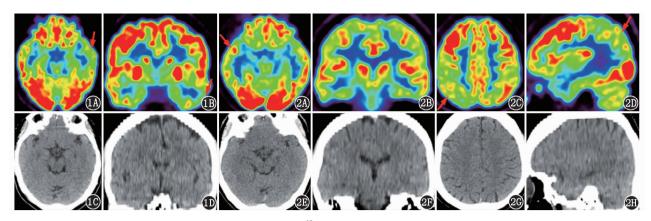


图 1 颞叶癫痌(TLE)患者(女,41岁,难治性癫癎 20年)术前¹⁸F-脱氧葡萄糖(FDG) PET/CT 显像图。PET/CT 横轴位(1A)、冠状位(1B)示左侧前颞叶葡萄糖代谢减低(箭头示);CT 横轴位(1C)和冠状位(1D)未见异常密及结构改变。术后病理为左侧前颞叶局灶性皮质发育不良(FCD) Ⅱ型,术后随访 Engle Ⅰ级 图 2 TLE患者(男,33岁,难治性癫癎 16年)术前¹⁸F-FDG PET/CT 显像图。PET/CT示右侧前颞叶(2A.横轴位;2B.冠状位)及右侧顶叶(2C.横轴位;2D.矢状位)葡萄糖代谢减低(箭头示);相应 CT 横轴位(2E,2G)、冠状位(2F)、矢状位(2H)未见异常密及结构改变。术后病理为右前颞叶 FCD Ⅲ型,术后随访 Engle Ⅰ级

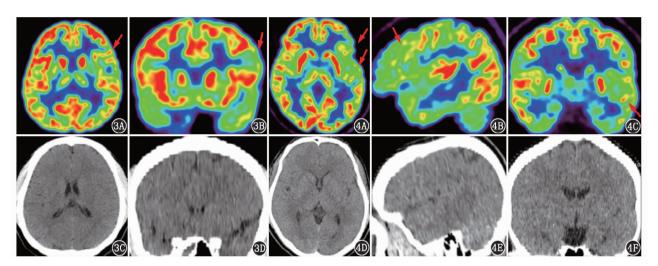


图 3 颞叶外癫痫(ETLE)患者(男,23岁,难治性癫痫 13年)术前¹⁸F-FDG PET/CT 显像图。PET/CT 横轴位(3A)、冠状位(3B)示左侧额叶葡萄糖代谢减低(箭头示);CT 横轴位(3C)和冠状位(3D)未见异常密及结构改变。术后病理为左额叶 FCD I型,术后随访 Engle I级图 4 ETLE 患者(男,22岁,难治性癫痫 7年)术前¹⁸F-FDG PET/CT 显像图。PET/CT 示左侧额叶(4A.横轴位;4B.矢状位)及左侧颞叶(4A.横轴位;4C.冠状位)葡萄糖代谢减低(箭头示);相应 CT 横轴位(4D)、矢状位(4E)、冠状位(4F)未见异常密及结构改变。术后病理为左额叶 FCD I型,术后随访 Engle Ⅱ级

颞叶 额叶 顶叶 枕叶 组别 例数 | AI | 例数 | AI | 例数 | AI | 例数 |AI| 35 10 2 0.24(0.00, 0.19)TLE (n = 35)0.21(0.15, 0.33)0.20(0.18, 0.23)0.17(0.16, 0.21)ETLE (n = 36)20 0.19(0.16, 0.25)0.19(0.13, 0.24)14 0.18(0.15, 0.23)0.29(0.00, 0.11)z 值 -0.61-1.25-0.06-0.58P 值 0.54 0.27 0.98 0.80

表 2 颞叶癫痫(TLE)和颞叶外癫痫(ETLE)患者不同脑区|AI|值分析[$M(P_{25}, P_{75})$]

注: |AI| 为不对称指数的绝对值

错觉及幻觉等症状。ETLE 即癫痌发作起源于颞叶之外的癫痌类型,以额叶癫痌最常见、顶叶癫痌次之、枕叶癫痌少见。Ding等[14]研究了67例 MRI阴性的 ETLE 患者,统计发现额叶、顶叶、枕叶癫痌占比分别为61.2%、25.4%、10.4%,这与本研究中

72. 22%(26/36)、25.00%(9/36)、2.78%(1/36)的 结果基本一致。ETLE 在儿童中发病率较高^[9],本研究也发现 ETLE 患者发病年龄较 TLE 患者发病年龄小[(10.1±6.5)和(14.9±9.7)岁;t=2.48, P=0.02]。

¹⁸F-FDG PET 在 TLE 及 ETLE 患者术前定位价

表 3	TLE 和 ETLE 患者不同 PET 代谢类型
	Engle 分级结果分析

	完全	2一致	癫痌灶タ	小低代谢区	定侧错误		
组别	Engle I 级	Engle II~IV级	Engle I 级	Engle II ~ IV 级	Engle I 级	Engle II~IV级	
TLE (n = 35)	15	4	10	5	1	0	
ETLE $(n=36)$	8	2	9	8	7	2	
P 值	1.00			0.49	1.00		

注:PET 与手术结果比较;Engel I 级为预后良好, $II \sim IV$ 级为预后不良;ETLE 为颞叶外癫痫,TLE 为颞叶癫痫

值不一致,60%~90%的 TLE 患者在18F-FDG PET 的 术前评估中受益,而 ETLE 患者仅 30%~60% 受 益[15-16]。Menon 等[17]对 117 例癫癎患者行18F-FDG PET 术前评估,结果显示 TLE 定位准确性为 78.0%, ETLE 定位准确性仅 28.6%(P<0.001);在癫 痌灶定侧方面,18F-FDG PET 对 TLE 定侧错误只发 生在1%~3%的难治性癫痫患者,而在ETLE中只有 67%的患者在发作间期表现出与其发作区相匹配的 低代谢区,且低代谢区通常更广泛地涉及颞区,可能 与癫痌发作的症状有关。Hartl 等[16] 研究发现 63 例 ETLE 患者中 87.50% 出现颞叶癫痌症状,且 FDG PET 颞叶低代谢。本研究中 71 例难治性癫痌患 者18F-FDG PET 术前评估结果显示 TLE 患者定位准 确性为 54.29%(19/35)、定侧准确性为 97.14%(34/ 35);ETLE 患者定位准确性仅 27.78%(10/36),定 侧准确性为75.00%(27/36)。本研究结果与上述研 究结果基本一致,仅TLE 患者定位准确性略低于上 述文献报道,可能的原因为本研究仅纳入术后病理 为 FCD 的患者,并排除了海马硬化的患者。

¹⁸F-FDG PET 对癫痫灶定位的灵敏度高但特异性差,癫痫患者发作间期显像代谢减低范围常大于致痫灶,即表现为致痫皮质及其他皮质的代谢减低。研究表明,TLE 患者频繁的发作间期癫痫样放电会改变颞叶以外周围脑组织的代谢^[18]。同样,ETLE 患者也会出现颞叶异常放电及颞叶相关的临床症状。Tomás 等^[1]研究了 130 例癫痫患者,其中 86 例TLE 患者中约 33%患者出现颞叶外低代谢灶;44 例ETLE 患者中约 18%出现了颞叶低代谢。本研究中42.86% (15/35) 的 TLE 患者出现颞叶外低代谢, 对源灶外低代谢脑区出现比例高于 Tomás 等^[1]的研究结果,但在先前报道的比例范围之内(20%~67%)^[15-16,19]。本研究中 TLE 患者颞叶外低代谢脑区以同侧顶叶多见(7/15),同侧额叶次之(5/15),

而 Tomás 等^[1]研究中 TLE 患者颞叶外低代谢脑区以额叶多见(20%);主要原因可能是本研究仅纳入 PET 显示为单侧低代谢患者,排除了双侧低代谢的患者。本研究中 ETLE 患者以额叶癫痌出现同侧颞叶低代谢多见(46.15%;12/26),这与 Hartl 等^[16]的研究结果一致。

18F-FDG PET 在癫痌患者手术预后评估方面也 有一定价值。本研究发现 FCD 所致的 35 例 TLE 患 者和 36 例 ETLE 患者的预后差异无统计学意义(χ^2 = 0.50, P=0.48), 这也与 Tomás 等[1]的研究结果一致 (P=0.52)。本研究还分析比较了¹⁸ F-FDG PET 不 同代谢模式下2组患者的预后差异也均无统计学意 义(均 P>0.05)。目前对于 TLE 及 ETLE 患者间¹⁸F-FDG PET 的预后价值研究尚少。对于 TLE 患者,多 数研究认为代谢减低模式可预测患者预后,不存在 颞叶外低代谢者预后较好,颞叶外低代谢范围越广 预后越差[19-21]。然而,对18 F-FDG PET 术前评估是 否可预测 ETLE 患者手术结果并未达成一致。Kim 等^[22]及 Desarnaud 等^[23]研究显示 PET 所示阳性发 现可预测 ETLE 患者预后,尤其是对于 MRI 阴性的 患者,但需结合脑电图结果;而 Kogias 等[24] 研究则 显示没有预测价值。除了选择标准外,分析工具和 患者人群方面的不同也是造成结果差异的潜在原 因。Hartl 等^[16] 对 63 例 ETLE 患者的研究发现, ETLE 患者同时出现致痌皮质以外的皮质低代谢与 癫痫发作的症状密切相关(P=0.01),并常伴随有该 皮质的发作间期癫痫样放电;因此,ETLE 患者常表 现为癫痫远隔部位功能异常(如额叶癫痫患者出现 颞叶癫痼症状),而不是出现癫痼原发灶所对应的 功能异常,但对于是否影响预后并未进行研究。

总之,TLE 及 ETLE 不仅表现在致痌灶位置的不同,其在临床症状、影像表现及治疗等方面均有差异,亟待更精细及深入的探讨研究。¹⁸ F-FDG PET 作为难治性癫痌患者评估的重要功能显像手段之一,在癫痌的临床诊断和研究应用中发挥着重要作用。本研究分析了¹⁸ F-FDG PET/CT 在 FCD 所致 TLE 及 ETLE 患者术前定位、代谢类型等的差异,并进行了术后随访,分析了 2 组患者间预后的差异。但本研究仍存在一些局限性,首先本研究为回顾性分析,采取半定量分析方法,存在一定的误差;其次没有探讨 MRI、脑电图与¹⁸ F-FDG PET/CT 对癫癎灶定位及定侧的联合价值。今后将利用一体化 PET/MR 结合脑电图对 TLE 和 ETLE 在脑功能及脑网络方面更深入的研究探讨。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Tomás J, Pittau F, Hammers A, et al. The predictive value of hypometabolism in focal epilepsy; a prospective study in surgical candidates[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2019, 46(9): 1806-1816. DOI:10.1007/s00259-019-04356-x.
- [2] 段泽君,姚坤,周健,等. 822 例手术治疗难治性癫痫相关的病理学特征回顾分析[J].中华病理学杂志, 2017, 46(10): 673-678. DOI:10.3760/cma.j.issn.0529-5807.2017.10.003.

 Duan ZJ, Yao K, Zhou J, et al. Neuropathologic findings in intractable epilepsy: a clinicopathologic analysis of 822 cases[J]. Chin J Pathol, 2017, 46(10): 673-678. DOI:10.3760/cma.j.issn.0529-5807.2017.10.003.
- [3] 于炎冰.功能神经外科主要疾病的治疗策略与展望[J].中华神经创伤外科电子杂志,2020,6(1):1-3.DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-9141.2020.01.001.

 Yu YB. Treatment strategies and prospects of principal disearses in functional neurosurgery[J]. Chin J Neurotrauma Surg(Electronic Edition),2020,6(1):1-3.DOI:10.3877/cma.j.issn.2095-9141.2020.01.001.
- [4] Thijs RD, Surges R, O'Brien TJ, et al. Epilepsy in adults [J]. Lancet, 2019, 393(10172): 689-701. DOI:10.1016/S0140-6736 (18)32596-0.
- [5] 林都, 王治国, 张国旭. MRI 与发作间期¹⁸ F-FDG 及¹¹ C-FMZ PET/CT 显像对经典型海马硬化性难治性癫癎的诊断价值[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2019, 39(12): 726-731. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.12.005. Lin D, Wang ZG, Zhang GX. Clinical value of MRI, interictal ¹⁸ F-FDG and ¹¹ C-FMZ PET /CT imaging in the diagnosis of hippocampal sclerosing refractory epilepsy [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2019, 39(12): 726-731. DOI: 10.3760/cma.j. issn. 2095-2848.2019.12.005.
- [6] 陈自谦,赵春雷,刘耀,等. ¹⁸F-FDG PET/CT 脑显像与 EEG 用于颞叶癫癎灶术前定位[J].中华核医学与分子影像杂志, 2012, 32(3): 166-169. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 2095-2848. 2012.03.002. Chen ZQ, Zhao CL, Liu Y, et al. Comparative studies of ¹⁸F-FDG PET/CT brain imaging and EEG in preoperative localization of temporal lobe epileptic focus[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2012, 32(3): 166-169. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 2095-2848. 2012.03.002.
- [7] Rosenow F, Lüders H. Presurgical evaluation of epilepsy [J]. Brain, 2001, 124(Pt 9): 1683-1700. DOI: 10.1093/brain/124. 9.1683.
- [8] Henry TR, Roman DD. Presurgical epilepsy localization with interictal cerebral dysfunction [J]. Epilepsy Behav, 2011, 20(2): 194-208. DOI:10.1016/j.yebeh.2010.12.008.
- [9] Kumar A, Chugani HT. The role of radionuclide imaging in epilepsy, part 1; sporadic temporal and extratemporal lobe epilepsy[J]. J Nucl Med Technol, 2017, 45(1): 14-21. DOI:10.2967/jnumed.112.114397.
- [10] Kumar A, Juhász C, Asano E, et al. Objective detection of epileptic foci by ¹⁸F-FDG PET in children undergoing epilepsy surgery [J]. J Nucl Med, 2010, 51 (12): 1901-1907. DOI: 10.2967/jnumed.110.075390.
- [11] Cramer JA, Westbrook LE, Devinsky O, et al. Development of the quality of life in epilepsy inventory for adolescents: the QOLIE-AD-

- 48[J]. Epilepsia, 1999, 40(8); 1114-1121. DOI; 10.1111/j. 1528-1157.1999.tb00828.x.
- [12] Sin DS, Kim MH, Park SA, et al. Crossed cerebellar diaschisis: risk factors and correlation to functional recovery in intracerebral hemorrhage[J]. Ann Rehabil Med, 2018, 42(1): 8-17. DOI:10. 5535/arm.2018.42.1.8.
- [13] Wieser HG, Blume WT, Fish D, et al. Proposal for a new classification of outcome with respect to epileptic seizures following epilepsy surgery[J]. Epilepsia, 2001, 42(2): 282-286. DOI:10.1046/j.1528-1157.2001.35100.x.
- [14] Ding Y, Zhu Y, Jiang B, et al. ¹⁸F-FDG PET and high-resolution MRI co-registration for pre-surgical evaluation of patients with conventional MRI-negative refractory extra-temporal lobe epilepsy[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2018, 45(9): 1567-1572. DOI:10. 1007/s00259-018-4017-0.
- [15] Rathore C, Dickson JC, Teotónio R, et al. The utility of ¹⁸F-fluorode-oxyglucose PET (FDG PET) in epilepsy surgery [J]. Epilepsy Res, 2014, 108(8): 1306-1314. DOI: 10.1016/j.eplepsyres.2014.06. 012.
- [16] Hartl E, Rémi J, Vollmar C, et al. PET imaging in extratemporal epilepsy requires consideration of electroclinical findings [J]. Epilepsy Res, 2016, 125: 72-76. DOI: 10.1016/j.eplepsyres.2016. 05.010.
- [17] Menon RN, Radhakrishnan A, Parameswaran R, et al. Does F-18 FDG-PET substantially alter the surgical decision-making in drugresistant partial epilepsy? [J]. Epilepsy Behav, 2015, 51: 133-139. DOI;10.1016/j.yebeh.2015.07.004.
- [18] Valentín A, Alarcón G, Barrington SF, et al. Interictal estimation of intracranial seizure onset in temporal lobe epilepsy [J]. Clin Neurophysiol, 2014, 125(2): 231-238. DOI:10.1016/j.clinph. 2013.07.008.
- [19] Guedj E, Bonini F, Gavaret M, et al. ¹⁸ FDG-PET in different subtypes of temporal lobe epilepsy: SEEG validation and predictive value [J]. Epilepsia, 2015, 56(3): 414-421. DOI:10.1111/epi. 12917.
- [20] Chassoux F, Artiges E, Semah F, et al. ¹⁸F-FDG-PET patterns of surgical success and failure in mesial temporal lobe epilepsy [J]. Neurology, 2017, 88 (11): 1045-1053. DOI: 10.1212/WNL. 0000000-000003714.
- [21] Higo T, Sugano H, Nakajima M, et al. The predictive value of FDG-PET with 3D-SSP for surgical outcomes in patients with temporal lobe epilepsy [J]. Seizure, 2016, 41: 127-133. DOI: 10. 1016/j.seizure.2016.07.019.
- [22] Kim DW, Lee SK, Moon HJ, et al. Surgical treatment of nonlesional neocortical epilepsy: long-term longitudinal study[J]. JAMA Neurol, 2017, 74(3): 324-331. DOI:10.1001/jamaneurol.2016. 4439.
- [23] Desarnaud S, Mellerio C, Semah F, et al. ¹⁸F-FDG PET in drugresistant epilepsy due to focal cortical dysplasia type 2; additional value of electroclinical data and coregistration with MRI[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2018, 45(8); 1449-1460. DOI:10.1007/ s00259-018-3994-3.
- [24] Kogias E, Klingler JH, Urbach H, et al. 3 Tesla MRI-negative focal epilepsies: presurgical evaluation, postoperative outcome and predictive factors [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2017, 163: 116-120. DOI:10.1016/j.clineuro.2017.10.038.

(收稿日期:2020-05-11)