

^{18}F -FDG PET-CT 与增强 CT 在胰腺病变良恶性鉴别及胰腺癌分期中的价值对比研究

余仲飞¹, 方 艺², 张 建², 左长京², 杨 剑², 吴仪仪², 程 超², 崔 斌², 董爱生², 孔令山²

(1. 第二军医大学长海医院放射科 上海 200433; 2. 第二军医大学长海医院核医学科 上海 200433)

【摘要】目的 探讨 ^{18}F -FDG PET/CT 与增强 CT(CECT)在胰腺良恶性病变鉴别及胰腺癌分期中的价值。**方法** 回顾性分析治疗前在我院行 CECT 和 PET/CT 检查的胰腺病例(时间间隔 ≤ 2 周),并以病理及临床影像随访结果作为金标准,比较 CECT、PET/CT 对胰腺病变良恶性鉴别诊断以及胰腺癌 TNM 分期的灵敏度、特异度及准确率。**结果** 共入选病例 68 例,其中男 43 例,女 25 例,恶性 48 例,良性 20 例。良性病变组 SUV_{max} 平均 5.06(范围 1.10~29.10),恶性病变组 SUV_{max} 平均 7.80(范围 1.60~17.60)。CECT 与最终诊断有中度一致($\kappa=0.414, P<0.05$);PET/CT 与最终诊断有较高度的一致性($\kappa=0.677, P<0.05$)。术前 CECT 和 PET/CT 诊断胰周血管侵犯的灵敏度、特异度、准确率分别为(92.9%、93.3%、93.1%)vs(21.4%、93.3%、58.6%)。CECT 和 PET/CT 诊断区域淋巴结转移的灵敏度、特异度、准确率分别为(64.7%、91.7%、75.9%)vs(76.5%、83.3%、79.3%)。CECT 和 PET/CT 诊断远处转移的灵敏度、特异度、准确率分别为(58.8%、100%、85.4%)vs(88.2%、96.8%、93.7%)。**结论** PET/CT 在胰腺恶变的诊断中具有更高的敏感性和特异性,对远处转移的有更高的敏感性;而 CECT 可以精确地显示肿瘤与血管的关系、对远处转移的有更高的特异性,两者各有优势不能相互取代,临床工作中需要我们根据患者的实际情况合理选择,必要时联合应用,更好地发挥它们的优势。

【关键词】 胰腺病变;正电子发射断层显像;体层摄影术,X 线计算机;对比增强;影像诊断

中图分类号:R657.5;R814.42 文献标识码:A 文章编号:1006-9011(2013)08-1236-05

Comparative study of ^{18}F -FDG PET/CT and contrast-enhanced CT in diagnosing and staging assessment of pancreatic cancer
YU Zhong-fei¹, FANG Yi², ZHANG Jian², ZUO Chang-jing², YANG Jian², WU Yi-yi², CHENG Chao², CUI Bin², DONG Ai-sheng², KONG Ling-shan²

1. Department of Radiology, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, P. R. China

2. Department of Nuclear Medicine, Changhai Hospital, Second Military Medical University Shanghai 200433, P. R. China

【Abstract】Objective To investigate the value of ^{18}F -FDG PET / CT and enhanced CT (CECT) in differentiating malignant or benign pancreatic and staging of pancreatic cancer. **Methods** We retrospectively analysed of pre-treatment pancreas cases in our hospital which have CECT and PET/CT examination imaging (interval ≤ 2 weeks). Using the gold standard of pathology and clinical imaging follow-up results, we compared the sensitivity, specificity and accuracy of CECT and PET/CT in differential diagnosing the pancreatic lesions, and TNM staging of pancreatic cancer. **Results** 68 cases were enrolled, 43 cases were males and 25 females. There were 48 cases of malignant and benign 20 cases. In benign lesions group, the SUV_{max} average was 5.06 (range 1.10~29.10), in malignant lesion group, the SUV_{max} average was 7.80 (range 1.60~17.60). Concordance of CECT with final diagnosis was moderate ($\kappa = 0.414, P<0.05$); Concordance of PET/CT with final diagnosis was higher ($\kappa = 0.677, P<0.05$). CECT and PET / CT in the preoperative diagnosis of peripancreatic vascular invasion, sensitivity, and specificity, and accuracy were (92.9%, 93.3%, 93.1%) vs (21.4%, 93.3%, 58.6%) respectively. CECT and PET / CT diagnosis of regional lymph node metastasis, the sensitivity, specificity, accuracy were (64.7%, 91.7%, 75.9%) vs (76.5%, 83.3%, 79.3%) respectively. The CECT and PET/CT diagnostic sensitivity, specificity, and accuracy rate of distant metastasis were (58.8%, 100%, 85.4%) vs (88.2%, 96.8%, 93.7%) respectively. **Conclusion** PET / CT in the diagnosis of malignant in the pancreas has higher sensitivity and speci-

基金项目:中国博士后基金(20100480545);上海市科委国际合作基金(10410708800);国家自然科学基金(81170435)

作者简介:余仲飞(1980-),女,浙江宁波人,医学影像学本科,技师,主要从事肿瘤影像学研究工作

通信作者:张建 在职博士,主治医师 Email:abiaoxp@163.com

ficity, for distant metastasis has higher sensitivity. CECT can accurately show the relationship between the tumor and the blood vessels, and higher specificity for distant metastasis, the two methods both have their advantages, and can not replace each other. In clinical work, we should choose or combine them according to the patient's specific circumstances, in order to better play to their strengths.

【Key words】 Pancreatic neoplasms; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Contrastenhancement; Diagnostic imaging

胰腺癌是消化道肿瘤中最难治疗的肿瘤,由于胰腺发病隐匿,早期症状不明显,绝大多数患者一经确诊已出现局部扩散及远处转移,失去了手术的最佳机会;总的 5 年生存率仅为 1%~4%,根治性手术切除的患者 5 年生存率也仅为 10%~15%^[1],因此准确诊断及分期对于选择治疗方案极为重要。¹⁸F-FDG PET/CT 主要是通过反应组织葡萄糖代谢高低来鉴别胰腺良恶性病变并在胰腺癌的分期及预后评估中发挥重要作用。增强 CT(contrast-enhanced CT, CECT)不仅可以反映胰腺肿块的血供特征帮助鉴别诊断,还可以清晰肿块对周围血管及脏器侵犯程度^[2]。本研究通过回顾性分析在我院治疗前分别做过 CECT 和 PET/CT 检查的胰腺病例,对比 CECT、PET/CT 在胰腺病变良恶性鉴别诊断及胰腺癌分期中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 病例入选及标准

2010 年 9 月~2012 年 9 月,共入选病例 68 例,其中男 43 例,女 25 例,年龄 13~81 岁,平均年龄 58 岁。其中恶性 48 例,良性 20 例,37 例经手术病理证实,10 例经超声内镜穿刺活检证实为恶性,其余 21 例临床影像随访证实。

入组标准:①临床或影像检查怀疑胰腺肿瘤患者;②时间间隔≤2 周的 PET/CT 和 CECT 的 DICOM 格式原始图像资料(包括动脉期、胰腺实质期及延迟期 CECT 图像);③PET/CT 及 CECT 检查前未行相关治疗及穿刺活检、ERCP 等有创检查。

1.2 显像仪器及方法

PET-CT 检查:成像设备为西门子 Biograph 64 PET/CT(52 环 LSO 晶体/64 层螺旋 CT),¹⁸F-FDG 由上海原子科兴药业有限公司提供,放化纯度>95%。受检者检查前禁食 6h 以上,注射¹⁸F-FDG 前测量手指毛细血管血糖浓度并留置套管针,当受检者血糖值<11.1mmol/L 时,按体重 3.70~5.55MBq/kg 静脉注射¹⁸F-FDG。让受检者在休息室静息 45~60min 后行 PET/CT 扫描,采集 6~7 个床位,2.5min/床位。Multimodality 后处理工作

站 TureD 系统进行图像重建、融合,形成冠状面、横断面、矢状面断层图像及三维投影图像。

增强 CT 检查:成像设备西门子 Cardiac 64,高压注射器注射碘海醇(370mgI/ml)80ml,速率 3ml/s,行三期增强扫描(动脉期 20s、胰腺期 45s 及肝脏期 80s)。扫描范围包括膈顶至胰腺下方;层厚 3mm,层间距 3mm,扫描条件为 120kV,250mAs。

1.3 图像分析

经验丰富的核医学、放射学医师各 2 名对每例 PET/CT 及 PET/CECT 异机融合进行独立分析,测量数据取两者平均值,诊断不一致时以讨论一致后的结果为准。以病理及临床影像随访(≥6 个月)结果作为最终诊断。

1.3.1 PET/CT 图像分析 PET 诊断胰腺恶性肿瘤标准:结节或肿块状放射性浓聚,高于肝脏或周围胰腺组织;对应层面 CT 平扫为低密度灶伴(或不伴)胰管和胆管扩张、远端胰腺萎缩;发现血行转移或淋巴结转移。慢性胰腺炎表现弥漫性、条状摄取或无代谢异常,可伴有胰管结石。

1.3.2 增强 CT 图像分析 包括胰腺病变强化方式、病灶与周围血管关系以及扫描区域内的转移灶。胰腺癌的诊断标准:胰腺病变处动脉早期强化不明显,静脉及延迟期仍表现为低密度,边缘多不规则,其内可见液化坏死;肿块突破胰腺边界;邻近血管或组织器官的侵犯;出现淋巴结或血行转移。本组研究中 CECT 以短径>10mm 作为转移性淋巴结阈值,可伴有轻度强化;PET 以 SUV_{max}>2.5 作为诊断标准。

1.4 统计学处理

用 SPSS 18.0 统计软件进行分析,分别计算 PET/CECT 异机融合、PET/CT 诊断胰腺癌灵敏度、特异度及准确率;PET/CT、CECT 与最终结果的吻合度检验用 Kappa 检验, $\kappa \leq 0.4$ 表示一致性较差, $0.4 < \kappa \leq 0.60$ 表示中度一致, $0.60 < \kappa \leq 0.80$ 表示较高度的一致, $\kappa > 0.80$ 表示有极好的一致性。

2 结果

2.1 入组患者的一般情况

共入选病例 68 例,其中恶性 48 例,良性 20 例,37 例经手术病理证实,10 例经超声内镜穿刺活检证实为恶性,其余 21 例临床影像随访证实,见表 1。良性病变组 SUVmax 平均 5.06 (范围 1.10~29.10),恶性病变组 SUVmax 平均 7.80 (范围 1.60~17.60)。

表 1 68 例胰腺病变的临床资料

患者	68 例
男	43(63.2%)
女	25(36.8%)
中位年龄	56(13~81)岁
最终诊断	
恶性	48(70.6%)
胰腺癌	36
囊腺癌	4
腺鳞癌	2
转移瘤	1
淋巴瘤	2
神经内分泌瘤	3
良性	20(29.4%)
慢性胰腺炎	8
结核	1
自身免疫性胰腺炎	2
囊腺瘤/IPMN	7
实性假乳头状瘤	1
胰岛细胞瘤	1

2.2 不同方法诊断胰腺良恶性病变的效能比较

根据之前所述的诊断标准,CECT 诊断胰腺恶性肿瘤的灵敏度、特异度及准确率为 75%(36/48)、70.0%(14/20)、73.5%(50/58);PET/CT 诊断胰腺恶性肿瘤的灵敏度、特异度及准确率为 91.7%(44/48)、75.0%(15/20)、86.8%(58/68)。

用 Kapp 值评价 2 种检查方法与最终诊断结果的一致性:CECT 与最终诊断有中度一致($\kappa = 0.414 > 0.40, P < 0.05$);PET/CT 与最终诊断有较高度的一致性($\kappa = 0.677 > 0.60, P < 0.05$),见表 2。

¹⁸F-FDG PET/CT 正确诊断了 CECT 检查的 6 例假阳性中的 4 例(1 例慢性炎症、1 例囊腺瘤、1 例结核、1 例自身免疫性胰腺炎);同时 CECT 也正确诊断了 ¹⁸F-FDG PET/CT 的 5 例假阳性中的 3 例(2 例慢性胰腺炎、1 例肿块型胰腺炎)。

¹⁸F-FDG PET/CT 正确诊断了 CECT 检查的 12 例假阴性中的 9 例(4 例胰腺癌、3 例囊腺癌、1 例神经内分泌瘤、1 例导管内乳头状粘液性腺瘤);同时 CECT 也正确诊断了 ¹⁸F-FDG PET/CT 的 4 例假阴性中的 2 例(1 例胰头癌伴急性胰腺炎、1 例 IPMN 恶变)。

2.3 在胰腺恶性肿瘤分期中的价值比较

2.3.1 胰周血管侵犯 48 例胰腺恶变病变中 29 例行手术切除或探查,手术的 29 例患者中 14 例术后证实侵犯胰腺周围血管(包括腹腔干、肠系膜上动

表 2 2 种不同方法胰腺病变良恶性鉴别诊断效能比较

	真阳性	假阴性	真阴性	假阳性	灵敏度(%)	特异度(%)	准确率(%)	Kappa
CECT	36	12	14	6	75	70.0	73.5	0.414
PET/CT	44	4	15	2	91.7	75.0	86.8	0.677

脉、脾动静脉、门静脉)。术前 CECT 诊断胰周血管侵犯的灵敏度、特异度、准确率为 92.9%(13/14)、93.3%(14/15)、93.1%(27/29);而术前 PET/CT 诊断胰周血管侵犯(图 1a~1d)的灵敏度、特异度、准确率分别为 21.4%(3/14)、93.3%(14/15)、58.6%(17/29)。

2.3.2 淋巴结转移 29 例患者中 17 例术后证实伴有区域淋巴结转移。CECT 诊断区域淋巴结转移的灵敏度、特异度、准确率为 64.7%(11/17)、91.7%(11/12)、75.9%(22/29);同时 PET/CT 诊断区域淋巴结转移的灵敏度、特异度、准确率为 76.5%(13/17)、83.3%(10/12)、79.3%(23/29)。

2.3.3 远处转移 48 例胰腺恶性肿瘤患者中 17 例最终证实伴有血行转移(肝脏、肺、骨转移)、腹腔种植转移及远处淋巴结转移。CECT 诊断远处转移的灵敏度、特异度、准确率为 58.8%(10/17),100%(31/31),85.4%(41/48);而 PET-CT 诊断远处转移的灵敏度、特异度、准确率为 88.2%(15/17),96.8%(30/31),93.7%(44/48)。PET/CT 发现了 5 例增强 CT 漏诊的转移灶(包括肝转移 1 例、腹膜种植转移 2 例及远处淋巴结转移 2 例)。CECT 发现了 1 例 PET/CT 漏诊的肝转移,并纠正 1 例 PET/CT 的假阳性(肝内的胆管炎误诊为转移灶)。

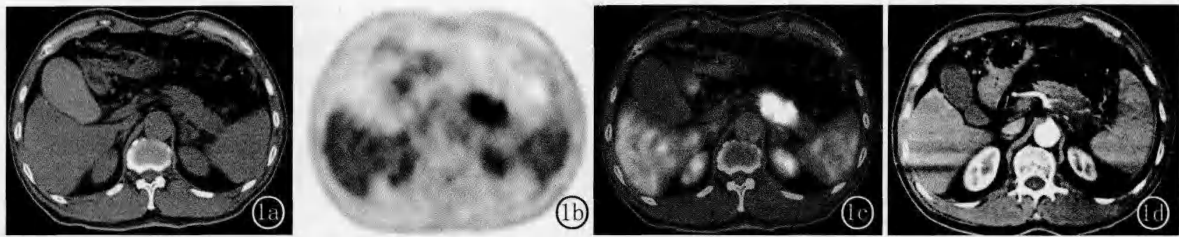


图 1 患者,男性 61 岁,胰腺体尾部腺癌。图 1a~1d 分别为 PET/CT 的平扫 CT、PET/CT 融合图像,见胰腺体尾交界处不规则肿块 FDG 摄取明显增高, SUV_{max}=10.6;CECT 不仅可以显示胰腺病灶,而且可以清晰地显示肿瘤对脾动脉的侵蚀导致脾动脉管腔变细,管壁毛糙

3 讨论

在胰腺病变 CT 检查中,病灶的大小与诊断的准确性呈正比关系,而对于¹⁸F-FDG PET/CT 而言,诊断的准确性更多地依赖于病灶的糖代谢情况。近年来的研究表明,¹⁸F-FDG PET/CT 较常规影像检查方法在小胰腺癌的发现^[3]、囊性肿瘤良恶性鉴别^[4]、远处转移的探查^[5]以及自身免疫性胰腺炎的诊断等^[6]方面具有优势。由于 FDG 并非肿瘤特异性显像剂,炎症、结核、良性肿瘤等病变也可出现 FDG 高代谢导致假阳性,同时部分体积较小、恶性度较低以及对糖酵解依赖较低的恶性肿瘤可能出现假阴性。常规 PET/CT 检查中的 CT 扫描多为平扫不能反应病灶的血供特点,也不能清晰显示病灶与周围血管、脏器的关系,同时受呼吸运动的影响不能准确判断肿瘤侵犯范围。CECT 通过病灶的形态、密度以及强化特征鉴别病灶性质,并且可以清晰显示病灶与毗邻脏器、血管的关系。

国内有学者^[7]对 31 例胰腺病变的研究显示, PET/CT 诊断的灵敏度、特异度和准确率均高于 CECT [(85.0%、81.8%、83.9%) vs (75.0%、72.7%、73.1%)]。本研究得到了相似的结果, PET/CT 与 CECT 在胰腺恶性肿瘤的诊断中敏感性、特异性、准确率 [(91.7%、75.0%、86.8%) vs (75%、70.0%、73.5%)];与最终诊断结果的一致性显示 PET/CT 拥有较高的一致性 ($\kappa = 0.677$),而 CECT 有中度一致性 ($\kappa = 0.414$)。PET/CT 诊断效能的提高主要来源于敏感性的提高,纠正了 CECT 检查 12 例假阴性中的 9 例(4 例胰腺癌、3 例囊腺癌、1 例神经内分泌瘤、1 例导管内乳头状粘液性腺癌)。文献报道^[3] FDG PET 在 ≤ 2 cm 的胰腺癌诊断中相较 CT 及 MRI 具有更高的敏感性。同时 FDG PET 在胰腺囊性肿瘤良恶性鉴别诊断中也具有优势,Zhang 等^[4]的研究表明与 CT 及超声内镜(EUS)相比在鉴别胰腺囊性肿瘤良恶性方面,PET

具有更高的敏感性、特异性及准确率。

CECT 可以清晰显示肿瘤对周围血管及脏器侵犯程度^[2]。我们的研究结果显示 PET/CT 术前评估胰腺癌血管侵犯的灵敏度为 21.4% (3/14),而 CECT 的灵敏度为 92.9% (13/14)。Wakabayashi 等^[8]报道 PET 和 CECT 诊断胰腺周围血管侵犯的灵敏度分别为 22.2% 和 100%,与我们的研究结果接近。

常规 PET/CT、CECT 均难以发现小的胰旁淋巴结转移,特别当胰周淋巴结与肿瘤相互融合时更加难以区分。尽管 PET 和 PET/CT 有时能够探查 < 1 cm 的转移淋巴结,但由于分辨率较低总体敏感性并不高。本研究中 CECT、PET/CT 诊断 N 分期准确率分别为 63.2%、78.9%。

对于远处转移灶的检测,本研究中, PET/CT 发现了 5 例 CECT 漏诊的转移灶(包括肝转移 1 例、腹膜种植转移 2 例及远处淋巴结转移 2 例),而 CECT 发现了 1 例 PET/CT 漏诊的肝转移,并纠正 1 例 PET/CT 的假阳性(肝内的胆管炎误诊为转移灶)。PET/CT 对 M 分期及远处淋巴结转移具有明显的优势,一方面与 PET/CT 为全身成像而 CECT 通常局部成像有关,另一方面与 PET/CT 在腹腔种植转移的诊断中具有优势有关,王晓燕等^[9]的研究显示, PET/CT 诊断腹膜转移瘤的灵敏度为 90.9%,特异度为 85.0%,准确性为 89.7% 高于增强 CT 诊断的 66.2%、80.0%、69.1%。而在肝脏转移灶的诊断方面 PET/CT 和 CECT 各有优势, PET/CT 有助于无明显强化的肝转移瘤与囊肿的鉴别,而 CECT 在小病灶的发现以及鉴别生理性或炎性 FDG 摄取方面更有优势。

综上所述, PET/CT 在胰腺恶变的诊断中具有更高的敏感性和特异性、对远处转移的有更高的敏感性,而 CECT 可以精确地显示肿瘤与血管的关系、对远处转移的有更高的特异性,两者各有优势不

能相互取代,临床工作中需要我们根据患者的实际情况合理选择或者联合应用,才能更好地发挥它们的优势。

参考文献:

- [1] Hidalgo M. Pancreatic cancer [J]. *N Engl J Med*, 2010, 362: 1605-1617.
- [2] Vargas R, Nino-Murcia M, Trueblood W, et al. MDCT in Pancreatic adenocarcinoma: prediction of vascular invasion and resectability using a multiphasic technique with curved planar reformations [J]. *AJR*, 2004, 182: 419-425.
- [3] Okano K, Kakinoki K, Akamoto S, et al. ¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the diagnosis of small pancreatic cancer [J]. *World J Gastroenterol*, 2011, 17: 231-235.
- [4] Zhang Y, Frampton AE, Martin JL, et al. ¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in management of pancreatic cystic tumors [J]. *Nucl Med Biol*, 2012, 39: 982-985.

- [5] Kim MJ, Lee KH, Lee KT, et al. The value of positron emission tomography/computed tomography for evaluating metastatic disease in patients with pancreatic cancer [J]. *Pancreas*, 2012, 41: 897-903.
- [6] 张建,程超,汪建华,等. 自身免疫性胰腺炎的¹⁸F-FDG PET-CT 全身影像分析[J]. *医学影像学杂志*, 2012, 22: 1150-1153.
- [7] 张森,李彪,王华枫,等. ¹⁸F-FDGPET-CT 与增强 CT 在胰腺癌诊断和分期中的价值比较[J]. *诊断学理论与实践*, 2009, 8: 50-54.
- [8] Wakabayashi H, Nishiyama Y, Otani T, et al. Role of ¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging in surgery for pancreatic cancer [J]. *World J Gastroenterol*, 2008, 14: 64-69.
- [9] 王晓燕,饶良俊,陈志丰,等. PET-CT 与腹部增强 CT 对腹膜转移瘤诊断价值的对比分析[J]. *中华胃肠外科杂志*, 2012, 15: 702-705.

(收稿日期:2013-02-16 修回日期:2013-04-28)

(本文编辑:郭道芳)

(上接 1227 页)

血浆渗透压增高外,其他实验室检查结果均正常。临床症状随着血糖的控制而好转或消失,血糖控制不良时可复发。病变主要位于纹状体,当纹状体内的胆碱能和 r-氨基丁酸能神经元发生病变时,黑质内的多巴胺能神经元活动出现亢进,从而导致舞蹈症状的出现^[1]。多数研究认为纹状体密度和信号异常是由瘀斑样出血引起^[2~4],部分认为病变性质可能是髓鞘破坏^[1]、沃勒变性(Wallerian degeneration)^[5]。Broderick 等^[6]认为,糖尿病患者的高血糖长期未得到控制时,会导致脑缺血,其中深部灰质结构的毛细血管内皮受缺血影响较大,从而导致红细胞经毛细血管壁漏出,形成瘀斑样出血。

非酮症高血糖性舞蹈病的脑 CT 和 MRI 有着较为特异性的影像学表现,即颅脑 MRI T₁ 加权相基底节区尤其是壳核高信号,且随着病情的好转高信号病变减弱或消失^[7]。脑 CT 和 MR 图像上常见到单侧或双侧纹状体异常,密度和信号强度改变位于出现舞蹈症状肢体的对侧纹状体,当两侧肢体出现舞蹈症状时表现为两侧纹状体密度和信号强度的改变。T₁WI 表现为高信号,T₂WI 可为低信号,也可为等信号。CT 可表现为受累区域高密度病灶,信号不均匀,急性期呈斑片状改变。壳核首先受累且最为常见,可同时伴尾状核和苍白球受累^[2~4,5]。上述高密度或高信号病变经过数月后减轻或消失,如复发可再次出现相同影像表现,陈旧性病变可囊变。

非酮症高血糖、舞蹈病、脑 MRI T₁ 基底节区壳核高信号可构成一临床综合征。舞蹈病是原发性糖尿病少见的临床表现,它可危生命,但如给予及时恰当的治疗则预后良好。

因此,认识这种突发的舞蹈症状及影像变化有利于糖尿病症的早期诊断和治疗。

参考文献:

- [1] Nagai C, Kato T, Katagiri T, et al. Hyperintense putamen on T₁-weighted MR images in a case of chorea with hyperglycemia [J]. *AJNR*, 1995, 16: 1243-1246.
- [2] Chang MH, Chiang HT, Lai PH, et al. Putaminal petechial haemorrhage as the cause of chorea; neuroimaging study [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1997, 63: 300-303.
- [3] Lai PH, Tien RD, Chang MH, et al. Chorea-ballismus with monketotic hyperglycemia in primary diabetes mellitus [J]. *AJNR*, 1996, 17: 1057-1064.
- [4] Shan DE, Ho DM, Chang C, et al. Hemichorea-hemiballism: an explanation for MR signal changes[J]. *AJNR*, 1998, 19: 863-870.
- [5] Wintermark M, Fischbein NJ, Mukherjee P, et al. Unilateral putaminal CT, MR, and diffusion abnormalities secondary to monketotic hyperglycemia in the setting of acute neurologic symptoms mimicking stroke [J]. *AJNR*, 2004, 25: 975-976.
- [6] Broderick JP, Hagen T, et al. Hyperglycemia and hemorrhagic transformation of cerebral infarcts [J]. *Stroke*, 1995, 26: 484-487.
- [7] Ohmori H, Hirashima K, Ishihara D, et al. Two cases of hemiballism—hemichorea with T₁-weighted MR image hyperintensities [J]. *Intern Med*, 2005, 44: 1280-1285.

(收稿日期:2013-04-09 修回日期:2013-07-02)

(本文编辑:崔国明)