

腰椎轴向负荷 MRI 检查的临床应用

刘庆余, 陈建宇, 梁碧玲

(中山大学附属第二医院放射科, 广东 广州 510120)

摘要: 【目的】评估仰卧位轴向负荷腰椎 MRI 检查对椎管的影响及其临床意义。【方法】89 例患者进行了常规仰卧腰大肌放松体位 (PRP) 和仰卧位轴向负荷 (ACE) MRI 检查, 其中慢性下腰痛患者 61 例, 坐骨神经痛 19 例, 神经性跛行 9 例。【结果】与 PRP MRI 检查比较, 89 例患者中有 38 例 (43%) 55 个椎间盘水平 (21%) ACE 检查发现硬膜囊面积明显缩小 ($>15 \text{ mm}^2$), $L_{3/4}$ 水平硬膜囊面积平均缩小 27 mm^2 , $L_{4/5}$ 水平缩小 30 mm^2 , L_5/S_1 水平缩小 28 mm^2 。ACE 检查硬膜囊面积明显缩小多见于坐骨神经痛以及神经性跛行患者, 分别达到 68% (13/19) 和 78% (7/9), 而单纯下腰痛患者相对少见, 仅为 30% (18/61)。89 例患者中有 13 例患者 PRP 检查硬膜囊面积大于 100 mm^2 或 75 mm^2 而 ACE 检查后面积明显缩小, 并缩小至 100 mm^2 或 75 mm^2 以下。另外 ACE 检查中还发现 26 例 32 个椎间盘水平椎间盘突出程度加重、12 例 16 个椎间盘水平椎间孔狭窄、10 例 11 个水平黄韧带增厚、3 例 3 个水平小关节半脱位以及 3 例 3 个水平腰椎滑脱。【结论】与常规成像方法比较, 轴向负荷 MRI 检查能提供附加有效信息, 对诊断中央性椎管狭窄以及隐匿性腰椎滑脱具有重要意义。

关键词: 轴向负荷; 腰椎; 磁共振成像

中图分类号: R445.2; R826.64

文献标识码: A

文章编号: 1672-3554(2007)03-0327-05

Clinical Effect from Axially Loaded MRI Examination of Lumbar Spine

LIU Qing-yu, CHEN Jian-yu, LIANG Bi-ling

(Department of Radiology, The Second Affiliated Hospital, SUN Yat-sen University, Guangzhou 510120, China)

Abstract: 【Objective】To evaluate the effects of axially loaded MR imaging on the lumbar spinal canal, and its clinical value. 【Methods】A total of 267 disc levels from 89 patients were examined in psoas-relaxed position (PRP) and axially compressed supine position (ACE) of the lumbar spine. Sixty-one patients with low back pain, 19 with sciatica, and 9 with neurogenic claudication were included in the study group. 【Results】As compared with PRP, there was a statistically significant reduction ($>15 \text{ mm}^2$) of the dural sac cross-sectional area (DSCA) during ACE in 38 patients (43%) and 55 disc levels (21%), the mean reduction of the DSCA was 27 mm^2 at $L_{3/4}$ level, 30 mm^2 at $L_{4/5}$ level, 28 mm^2 at L_5/S_1 level. A significant reduction of DSCA was commonly noted in the patients with sciatica or neurogenic claudication during ACE, the percentage reached to 68% (13/19) and 78% (7/9), respectively. However, a significant reduction of DSCA was noted in only 30% (18/61) patients with low back pain. The DSCA changed significantly in 13 patients from more than 100 mm^2 or 75 mm^2 during PRP to less than 100 mm^2 or 75 mm^2 during ACE. Other findings during ACE including: 32 disc levels with an increasing severity of disc herniation was noted in 26 patients, 16 disc levels with neural foramen stenosis was found in 12 patients, 11 disc levels with ligamentum flavum thickening was observed in 10 patients, 3 cases facet dislocation and 3 cases lumbar spondylolisthesis were also obtained. 【Conclusion】Axially loaded imaging provides additional valuable information as compared with conventional imaging methods, and it is helpful in the diagnosis of lumbar spinal canal stenosis and occult spondylolisthesis.

Key words: axially loaded; lumbar spine; magnetic resonance imaging

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci), 2007, 28(3):327-331]

常规 CT、MRI 腰椎检查采用仰卧腰大肌放松

体位 (psoas-relaxed position, PRP), 腰椎退行性病

收稿日期: 2006-12-24

基金项目: 广东省医学科研基金资助项目 (A2006195)

作者简介: 刘庆余 (1972-), 男, 江西萍乡人, 主治医师, 医学博士生, 研究方向: 骨关节疾病影像诊断, E-mail: liu.qingyu@163.com

变引起的下腰痛、坐骨神经痛及神经性跛行等症狀很少在这一体位状态下表现出来,而且这一体位不能真实反映人体脊柱和椎间盘在站立时的负荷状态。腰椎轴向负荷(axial compression in extension, ACE)CT和MRI检查是一种新的检查技术,可模拟人体在直立位时腰椎的病理生理状态。目前有关ACE CT、MRI检查的临床应用的报道较少^[1,2],国内尚未见有文献报道。由于市场上腰椎负荷装置价格较昂贵,本研究采用自行设计的腰椎负荷装置,对腰椎退变患者同时进行PRP和ACE腰椎MRI检查,目的是评估ACE MRI检查对腰椎椎管的影响及其临床意义。

1 材料和方法

1.1 病例资料

收集我院2005年3月~2006年5月期间89例腰椎退变患者,其中男性48例,女性41例。年龄范围22~67岁,平均年龄44岁。89例患者中慢性下腰痛患者61例,坐骨神经痛19例,神经性跛行9例,病程为1个月~10年。患者有明显骨质疏松、脊柱骨折、脊柱恶性肿瘤的不在本研究的范围内。

1.2 负荷装置的设计

负荷装置自行设计,主要组件包括:负荷背心:由加强尼龙布制成,大小有多种型号;牵引带:由加强尼龙带制成,连接在负荷背心上;轴向负荷力测量装置:采用四根去磁后的不锈钢弹簧作为应力装置,弹簧组件装在脚踏板上;脚踏板:采用硬质木材;无磁性铝合金小配件若干。所有组件均无磁性。进行轴向负荷检查时,患者取

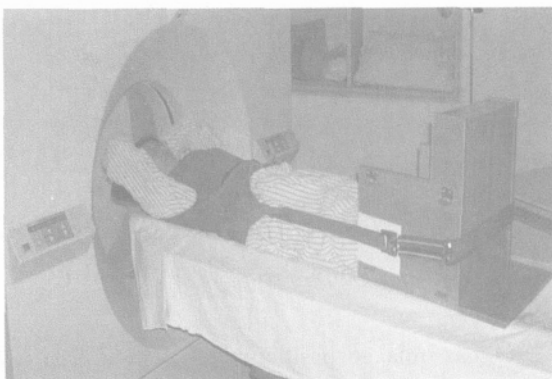


图1 自行研制的腰椎负荷装置以及患者体位
Fig.1 Lumbar axial compression device and patient position

仰卧位,穿戴负荷背心,脚踏板置于脚下,将牵引带与弹簧组件连接。轴向压力通过负荷背心-牵引带-弹簧-脚踏板系统向检查者轴向施压。通过调节弹簧组件的长度调整压力,以此可达到轴向加压的目的(图1)。

1.3 MRI检查

PRP MRI检查:与常规腰椎MRI检查方法相同,患者取仰卧位。MRI扫描参数为:采用Philips公司1.5T磁共振设备,使用表面线圈,采集横断位和矢状位T₁W和T₂W快速自旋回波序列图像,扫描层厚2.0 mm,层间隔0.4 mm。T₁WI: TR=700~900 ms, TE=12 ms, 2次采集。T₂WI: TR=3000 ms, TE=120 ms, 2次采集。PRP MRI检查结束后紧接着进行ACE检查。ACE MRI检查:采用上述自行研制的负荷装置,患者取仰卧位,穿戴负荷背心,脚踏板置于脚下,将牵引带与弹簧组件连接,参照Willen等^[2]的研究方法,调节弹簧组件的长度使负荷压力为病人体重的40%~50%,这一负荷压力可模拟人体直立时腰椎所承受的负荷重量。ACE和PRP MRI检查的扫描方法和参数相同,前后两次扫描的层面尽量保持一致。疼痛明显不能耐受负荷者可预先给予止痛药镇痛。

1.4 观察指标

PRP和ACE检查观察指标包括:横断位T₂W图像L₃~S₁各椎间盘水平硬膜囊形态及面积、椎间盘膨出或突出情况、椎间孔狭窄情况、小关节和黄韧带变化情况,矢状位判断腰椎有无滑脱。每个椎间盘水平硬膜囊面积测量三次再取平均值。如ACE检查较PRP检查硬膜囊面积缩小超过15 mm²即可认为硬膜囊面积有明显缩小^[3]。

2 结果

对89例患者267个椎间盘水平进行了PRP和ACE检查,其中有38例(43%)55个椎间盘水平(21%)ACE检查发现硬膜囊面积明显缩小,即硬膜囊面积缩小15 mm²以上,L_{3/4}水平硬膜囊面积平均缩小27 mm²(范围15~40 mm²),L_{4/5}水平缩小30 mm²(范围15~62 mm²),L₅/S₁水平缩小28 mm²(范围15~46 mm²)。硬膜囊面积明显缩小多见于L_{4/5}以及L₅/S₁水平(图2)。ACE检查硬膜囊面积明显缩小多见于坐骨神经痛以及神经性跛行患者,分别达到68%(13/19)和78%(7/9),而单纯下

腰痛组患者相对少见, 仅为 30%(18/61, 表 1)。

表 1 ACE 检查硬膜囊面积明显缩小 (>15 mm²) 的患者数
Table 1 Patients with a significant decrease (>15 mm²) in dural sac cross-sectional area during ACE

	Sciatica Neurogenic claudication Low back pain			Sum
	Sciatica	Neurogenic claudication	Low back pain	
Patient cases	13	7	18	38
L _{3/4} level	4	2	3	9
L _{4/5} level	8	7	9	24
L _{5/S₁} level	6	4	12	22

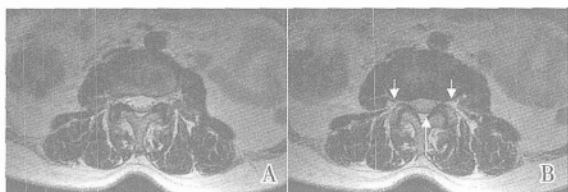


图 2 坐骨神经痛患者 PRP 以及 ACE MRI 检查比较
Fig.2 Comparison of PRP with ACE MRI exam in the patient with bilateral sciatica

PRP (A): The neural foramen and dural sac was normal at L_{3/4} disc level. ACE (B): A decrease of more than 15 mm² in dural sac cross-sectional area (long arrow) and narrowing of the neural foramen bilaterally (short arrow) were found

PRP 检查中有 11 例 (12%) 15 个椎间盘水平 (6%) 硬膜囊面积小于 100 mm², 其中 5 例 8 个水平硬膜囊面积小于 75 mm²。ACE 检查发现 20 例 (22%) 28 个椎间盘水平 (10%) 硬膜囊面积小于 100 mm², 其中 12 例 15 个椎间盘水平硬膜囊面积小于 75 mm²。13 例 18 个椎间盘水平 PRP 检查硬膜囊面积大于 100 mm² 或 75 mm² 而 ACE 检查后面积明显缩小 (>15mm²) 至 100 mm² 或 75 mm² 以

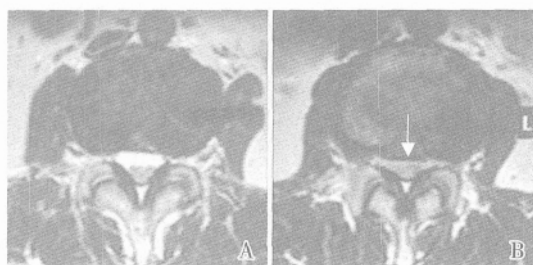


图 3 神经性跛行患者 PRP 以及 ACE MRI 检查比较
Fig.3 Comparison of PRP with ACE MRI exam in the patient with neurogenic claudication.

PRP (A): The dural sac cross-sectional area was 125 mm² at L_{4/5} disc level. ACE (B): An increasing severity of disc herniation and a significant spinal canal stenosis (arrow) was noted, the dural sac cross-sectional area was 63 mm²

表 2 13 例患者 PRP、ACE 检查硬膜囊面积大小对比
Table 3 The dural sac area measurement during PRP and ACE exam in 13 patients

No.	L _{3/4} level	L _{4/5} level	L _{5/S₁} level
	PRP- ACE area(mm ²)	PRP- ACE area(mm ²)	PRP- ACE area(mm ²)
1	144- 132	131- 98'	62- 44
2	102- 100	109- 78'	132- 124
3	205- 187	125- 63'	140- 112
4	167- 143	97- 68'	112- 97'
5	182- 163	134- 96'	90- 56'
6	120- 91'	118- 109	166- 137
7	238- 205	105- 75	120- 106
8	97- 65'	154- 138	96- 70'
9	124- 94'	90- 63'	88- 86
10	163- 127	108- 86'	150- 134
11	162- 145	85- 65'	80- 62'
12	139- 132	119- 105	96- 63'
13	235- 227	77- 52'	62- 52

Dural sac cross-sectional area in these 13 patients was larger than 100 mm² or 75 mm² during PRP, however area significantly decreased to less than 100 mm² or 75 mm² during ACE (*disc level)

下 (表 2, 图 3), 其中坐骨神经痛患者 4 例 6 个椎间盘水平, 神经性跛行患者 8 例 11 个椎间盘水平, 单纯下腰痛 1 例 1 个椎间盘水平。

89 例患者中 ACE 检查发现 26 例共 32 个椎间盘水平椎间盘突出程度加重, 12 例共 16 个椎间盘水平椎间孔狭窄, 10 例共 11 个水平黄韧带增厚, 小关节半脱位以及椎体轻度滑脱各 3 例 3 个水平 (图 4)。

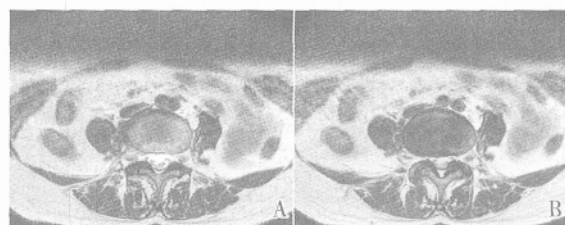


图 4 慢性腰痛患者 PRP 以及 ACE MRI 检查比较
Fig.4 Comparison of PRP with ACE MRI exam in the patient with chronic low back pain

PRP (A): L_{4/5} disc was normal, the dural sac cross-sectional area was 134 mm². ACE (B): Right facet dislocation (arrow), bilateral ligamentum flavum thickening and changed configuration of the ventral part of the fat pad was demonstrated, the dural sac cross-sectional area was 96 mm² and concentric stenosis of the dural sac was noted.

3 讨 论

在临床工作中经常会遇到这种情况, 腰椎退行性病变引起的下腰痛、坐骨神经痛及神经性跛行等症状随患者的体位和负荷状态不同而发生变化。直立或行走时椎管狭窄加重和神经根受压, 因而症状明显, 而向前弯腰、仰卧位时椎管面积增大和神经根受压减轻, 患者症状常常不明显^[4,5]。常规 MRI 检查是诊断脊柱病变的最佳影像检查方法^[6], 但常规 MRI 检查是在仰卧位腰大肌放松时进行, 这一体位很少能诱发坐骨神经痛及神经性跛行等症状, 不能真实反映脊柱和椎间盘在站立负荷状态下的病理生理变化, 因而常规 MRI 检查在诊断腰椎退行性疾病时存在一定的限度。轴向负荷检查能模拟人体站立位时腰椎的生理状态。腰椎负荷装置采用负荷压力为人体体重的 40%~50%时, 负荷时间持续 5 min 以上, 即可模拟人体直立时腰椎所承受的负荷^[7,8]。本研究自行研制的负荷装置通过负荷背心-牵引带-弹簧-脚踏板系统向检查者轴向施压, 通过调节弹簧组件的长度调整压力。该装置与 FDA 批准进入市场的戴纳维腰椎应力器(Dynawell L-spine)设计原理一致^[1-3], 具有无磁性、无创伤性、操作简便的特点, 可与 CT 和 MRI 设备兼容。

3.1 腰椎轴向负荷 MRI 检查对椎管的影响

近年来, 有关轴向负荷 CT、MRI 检查对腰椎椎管的影响的研究较少^[1-3]。Danielson 等^[8]对 43 例无症状人群进行了研究, 与 PRP MRI 检查比较, ACE MRI 检查发现 24 例(56%)硬膜囊面积明显缩小($>15 \text{ mm}^2$), 平均缩小 25 mm^2 (范围 $15 \text{ mm}^2 \sim 62 \text{ mm}^2$)。Willen 等^[3]发现 84 例临床可疑椎管狭窄的患者中有 66 例(79%)ACE 检查硬膜囊面积明显缩小($>15 \text{ mm}^2$)。本研究 89 例患者 267 个椎间盘水平 ACE 检查发现 38 例(43%)55 个椎间盘水平(21%)硬膜囊面积明显缩小, 即硬膜囊面积缩小 15 mm^2 以上, 且以 $L_4/5$ 以及 L_5/S_1 水平多见。ACE 检查硬膜囊面积明显缩小多见于坐骨神经痛以及神经性跛行组, 分别达到 68%(13/19)和 78%(7/9), 而单纯下腰痛组相对少见, 仅为 30%(18/61)。ACE 检查引起腰椎硬膜囊变形、面积明显缩小的因素主要有以下 3 种^[3,8,9]。在轴向负荷的作用下, 椎间盘面积可增加, 即椎间盘突出或膨出加

重, 特别是椎间盘纤维环放射状撕裂的病例更明显。轴向负荷检查也可使腰椎相邻椎板间距离缩短, 导致黄韧带增厚。椎管内背侧脂肪垫形态改变、增厚、前移, 也可导致硬膜囊受压变形。另外小关节半脱位以及腰椎滑脱也可引起硬膜囊变形和面积缩小。

与常规成像方法比较, ACE 检查除了引起硬膜囊面积明显减少以外, 还能提供其它的附加信息, 包括椎间盘突出加重、椎间孔狭窄、黄韧带增厚、椎体滑脱、小关节半脱位。

3.2 腰椎轴向负荷检查的临床意义

虽然 CT 和 MRI 是诊断椎管病变较可靠的方法, 但诊断椎管狭窄的假阴性和假阳性率较高, 其价值尚存在一定的争议^[10]。ACE CT 或 MR 腰椎检查能发现常规 CT 或 MR 检查所不能发现的椎管狭窄, 能更准确显示的狭窄程度, 增加诊断的准确性和有效性, 因而可减少椎管狭窄的漏诊率, 对诊断中央性椎管狭窄具有重要意义^[3]。Willen 等^[3]对临床可疑椎管狭窄的患者进行了研究, 采用硬膜囊面积小于 100 mm^2 、 75 mm^2 为椎管相对狭窄和绝对狭窄的标准, 发现 29 例患者 40 个节段 PRP 检查硬膜囊面积均大于 100 mm^2 或 75 mm^2 , 即未达到诊断椎管相对狭窄或绝对狭窄的标准, ACE 检查后发现硬膜囊面积明显缩小, 面积小于 100 mm^2 或 75 mm^2 , 即可诊断椎管相对或绝对狭窄。本组有 13 例患者 18 个椎间盘水平 PRP 检查硬膜囊面积大于 100 mm^2 或 75 mm^2 而 ACE 检查后面积明显缩小至 100 mm^2 或 75 mm^2 以下, 而且 92%(12/13)为坐骨神经痛或神经性跛行患者。因此对临床症状和体征与影像学检查不符合者, 特别是坐骨神经痛或神经性跛行患者, 可建议进行 ACE 检查, 有利于查明病因和诊断。

一般来说, 腰椎退行性变所引起的滑脱常见于 $L_{4/5}$ 水平, 并且可在 X 线平片上显示清楚。但动态退行性变腰椎滑脱是一种隐匿性滑脱, 仅可在站立位 X 线片上显示清楚, 而在仰卧位 X 线片或常规 MRI 上不能显示。Jayakumar 等^[11]发现 2 例间歇性跛行患者常规 MRI 没有发现腰椎曲度异常, 而 ACE MRI 检查发现腰椎滑脱伴有椎管狭窄, 其中 1 例还发现小关节滑液囊肿形成。本研究中发现 3 例患者常规 PRP 检查时正常, 但负荷后产生腰椎滑脱, 说明脊柱在直立或行走时稳定性差, 是产生症状的主要原因。ACE MRI 可显示常规 MRI

所不能显示的隐匿性退行性变引起的腰椎滑脱。

总之,ACE 检查可为临床提供有价值的附加信息,减少椎管狭窄的漏诊率,对诊断中央性椎管狭窄以及隐匿性腰椎滑脱具有重要意义。对临床症状和体征与影像学检查不符合者,特别是坐骨神经痛或神经性跛行患者,进行 ACE 检查有利于查明病因和诊断。

参考文献:

- [1] HIWATASHI A, DANIELSON B, MORITANI T, et al. Axial loading during MR imaging can influence treatment decision for symptomatic spinal stenosis [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2004, 25(2):170-174.
- [2] WILLEN J, DANIELSON B. The diagnostic effect from axial loading of the lumbar spine during computed tomography and magnetic resonance imaging in patients with degenerative disorders [J]. Spine, 2001, 26(23): 2607-2614.
- [3] WILLEN J, DANIELSON B, GAULITZ A, et al. Dynamic effects on the lumbar spinal canal: axially loaded CT - myelography and MRI in patients with sciatica and/or neurogenic claudication[J]. Spine, 1997, 22(24): 2968-2976.
- [4] CHUNG S S, LEE C S, KIM S H, et al. Effect of low back posture on the morphology of the spinal canal [J]. Skeletal Radiol, 2000, 29(4): 217-223.
- [5] WEISHAUPT D, SCHMID M R, ZANETTI M, et al.

Positional MR imaging of the lumbar spine: does it demonstrate nerve root compromise not visible at conventional MR imaging? [J]. Radiology, 2000, 215(1): 247-253.

- [6] 沈君,梁碧玲,王海彦,等. 淋巴细胞性及髓细胞白血病脊椎骨髓的 MRI 表现[J]. 中山大学学报:医学科学版, 2003, 24(3):270-273.
- [7] LEE S U, HARGENS A R, FREDERICSON M, et al. Lumbar spine disc heights and curvature: upright posture vs supine compression harness[J]. Aviat Space Environ Med, 2003, 74(5):512-516.
- [8] DANIELSON B, WILLEN J. Axially loaded magnetic resonance image of the lumbar spine in asymptomatic individuals [J]. Spine, 2001, 26(23): 2601-2606.
- [9] NOWICKI B H, YU S, REINARTZ J, et al. Effect of axial loading on neural foramina and nerve roots in the lumbar spine [J]. Radiology, 1990, 176(2): 433-437.
- [10] DE GRAAF I, PRAK A, BIERMA-ZEINSTRAS S, et al. Diagnosis of lumbar spinal stenosis: a systematic review of the accuracy of diagnostic tests [J]. Spine, 2006, 31(10):1168-1176.
- [11] JAYAKUMAR P, NNADI C, SAIFUDDIN A, et al. Dynamic degenerative lumbar spondylolisthesis: diagnosis with axial loaded magnetic resonance imaging [J]. Spine, 2006, 31(10): E298-E301.

(编辑 张恩健)

(上接第 309 页 from page 309)

electroconvulsive therapy on regional cerebral blood flow measured by ^{99m}technetium HMPAO SPECT[J]. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatr, 2003,27(1):15-19.

- [7] TANAKA H, MAESHIMA S, SHIGEKAWA Y, et al. Neuropsychological Impairment and decreased regional cerebral blood flow by interferon treatment in patients with chronic hepatitis: A preliminary study [J]. Clin Exp Med, 2006,6(3):124-128.
- [8] KAWAKATSU S, KOMATANI A. Xe-133 inhalation single photon emission computerized tomography in manic-depressive illness [J]. Nippon Rinsho,1994,52(5):1180-1184.
- [9] KANAYA T, YONEKAWA M. Regional cerebral blood flow in depression [J]. Jpn J Psychiatr Neurol,1990,44(3):571-576.

- [10] 刘生,王艺东,卢献平,等.^{99m}Tc^m-HL91 脑乏氧显像检测急性脑卒中患者乏氧脑组织及其意义[J].中山大学学报:医学科学版,2006,27(5):590-593.
- [11] MAES M, DIERCKX R, MELTZER H Y, et al. Regional cerebral blood flow in unipolar depression measured with Tc-99m-HMPAO single photon emission computed tomography: negative findings [J]. Psychiatr Res, 1993, 50(2):77-88.
- [12] DELVENNE V, DELECLUSE F, HUBAIN P P, et al. Regional cerebral blood flow in patients with affective disorders[J]. Br J psychiatr,1990,157(3):359-365.
- [13] 贾艳滨,周迁璋.首发脑中风后抑郁相关因素的临床研究 [J]. 中国神经精神疾病杂志, 1998, 24(2):66-69.
- [14] 徐伊,徐浩,贾艳滨,等. 抑郁症患者局部脑血流变化的 SPECT 研究 [J]. 中国神经精神疾病杂志, 2005, 31(3):206-209.

(编辑 刘清海)