

脑脓肿扩散加权成像与多体素氢质子波谱研究

李宗芳, 田伟, 顾青, 徐江波, 孙春涛, 周泽俊

【摘要】 目的:探讨磁共振扩散加权成像(DWI)与磁共振氢质子波谱成像(^1H -MRS)技术联合应用对脑脓肿的诊断价值。**方法:**对 11 例脑脓肿患者行 DWI(SE-EPI 序列)和多体素点分辨波谱分析法(PRESS-SI 序列)MRS 检查,并使用随机分析软件包 Functool 2 进行图像分析和处理,获得病灶的表现扩散系数(ADC)图和波谱图,比较 DWI 和 MRS 对脑脓肿的诊断价值。**结果:**9 例脑脓肿于 DWI 上呈高信号,2 例为混杂信号。MRS 上 10 例检测到氨基酸(AA)峰,其中 2 例脑液培养见厌氧菌生长者波谱图上可见乙酸(Ac)峰和琥珀酸(Suc)峰。**结论:**应联合应用 DWI 和 ^1H -MRS 对脑脓肿进行诊断和鉴别诊断。

【关键词】 磁共振波谱学; 扩散加权成像; 脑脓肿

【中图分类号】 R445.2; R742.7 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2006)01-0009-04

Role of Diffusion Weighted Imaging (DWI) and ^1H -MRS in the Diagnosis of Brain Abscess LI Zong-fang, TIAN Wei, GU Qing, et al. Department of MRI, the First Affiliated Hospital of Kunming Medical College, Kunming 650032, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the value of diffusion weighted imaging (DWI) and ^1H -MRS in the diagnosis of brain abscess. **Methods:** 11 patients with brain abscess had DWI and ^1H -MRS using 1.5T MR scanner were retrospectively analyzed. DWI was performed using SE-EPI sequence and PRESS-SI sequence was used for ^1H -MRS. Apparent diffusion coefficient (ADC) values and metabolite patterns observed at ^1H -MRS were obtained by Functool 2. The efficacy of these modalities in the diagnosis of brain abscess were compared. **Results:** Hyper-intensity was shown in the lesions of the 9 patients with DWI, the other 2 patients had heterogeneous hypo or hyper-intensity. AA were observed in 10 patients on ^1H -MRS, Ac and Suc were observed in 2 patients with positive culture for obligate aerobes. **Conclusion:** Not all brain abscess lesions showed hyper-intensity on DWI, demonstration of hyper-intensity with reduced ADC is not specific for brain abscess. On ^1H -MRS, AA were specific for the diagnosis of brain abscess, but not all brain abscess lesions showing AA. DWI combined with ^1H -MRS is recommended for the diagnosis and differential diagnosis for patients with suspected brain abscess.

【Key words】 Magnetic resonance spectroscopy; Diffusion-weighted imaging; Brain abscess

脑脓肿的诊断常依据常规 MRI 与临床表现相结合,但由于抗生素使用不规则等因素,其临床表现常不典型,有时与脑肿瘤的鉴别非常困难。本文联合采用磁共振扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)与氢质子磁共振波谱(^1H magnetic resonance spectroscopy, ^1H -MRS)技术,观察脑脓肿在 DWI 上的信号和 ^1H -MRS 中代谢物变化特点,旨在探讨二者对脑脓肿的诊断和鉴别诊断价值。

材料与方法

选择 2002 年 10 月~2005 年 4 月在我院同时行常规 MRI、DWI 和二维多体素 ^1H -MRS 检查的 11 例脑脓肿患者的病例资料。其中男 7 例,女 4 例,年龄 7~59 岁。6 例经手术引流和抗感染治疗后治愈,另 5 例经抗生素治疗 2~3 周后 CT 复查示病灶明显缩小。

6 例行手术引流脓液培养者中 2 例见厌氧菌生长(1 例为产气荚膜芽胞梭菌,1 例为中间链球菌),4 例厌氧菌和需氧菌培养均阴性。

使用 1.5T GE Signa Infinity MR 成像仪,标准头线圈。常规行横断面 FSE T_2 WI (TR 4200 ms, TE 100 ms)和快速小角度激发翻转恢复序列 T_1 WI (TR 2000 ms, TE 8.2 ms, TI 750 ms)扫描。扫描参数:层厚 5 mm,层距 2 mm,视野 22 cm $\times$ 22 cm,矩阵 320 $\times$ 224,激励次数 1。静脉注射钆喷酸葡胺(剂量 0.1 mmol/kg)后行横断面、矢状面和/或冠状面 T_1 WI 扫描,扫描参数同平扫。

DWI 扫描采用单次激发自旋回波-回波平面成像(SE echo planar image, SE-EPI)序列横断面扫描,TR 10000 ms, TE 79.4 ms,视野 24 cm $\times$ 24 cm,激励次数 1,矩阵 128 $\times$ 128,层厚 5 mm,层距 2 mm。扩散敏感梯度应用于 3 个正交方向并且取 2 组扩散敏感系数(b)值:0 和 1000 s/mm 2 。

^1H -MRS 扫描在 T_2 WI 或增强后 T_1 WI 图像上定

作者单位:650032 昆明,昆明医学院第一附属医院磁共振室

作者简介:李宗芳(1973-),女,河南省安阳市人,主治医师,硕士,主要从事中枢神经系统疾病磁共振诊断工作。

基金项目:云南省教育厅科学研究基金项目(02QY138)

位,根据病灶特点选择扫描层面。兴趣区均同时包含病灶和正常脑组织。采用多体素点解析频谱分析(point resolved spectral selection, PRESS)序列:TR 1000 ms, TE 144 ms, 自动匀场,多体素相位矩阵 18×18 (6 例)或 12×12 (3 例),层厚 10 mm,视野 $24 \text{ cm} \times 24 \text{ cm}$,激励次数 1,成像时间 328 s (相位矩阵 18×18)或 164 s (相位矩阵 12×12)。

图像观察、数据测量与分析:采用随机分析软件包 Functool 2。DWI 图像通过 Functool 2 处理后获得表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)图像后,测量脓腔内及对侧正常脑组织的 ADC 值。 ^1H -MRS 数据通过 Functool 2 处理后获得 4 种图形:化学位移图(chemical-shift image, CSI)、波谱图、代谢图和代谢-解剖图。在代谢-解剖图上放置最小兴趣区于脓腔内,得到脓液的波谱图并观察代谢物变化情况。所有图像和数据由 2 位具有丰富 MR 诊断和操作经验的医师来分析。

结 果

1. DWI 扫描

11 例患者中 9 例病灶在 DWI 上为高信号,其

ADC 值均较对侧正常脑组织明显降低(图 1、2);2 例病灶(脓液细菌培养结果均为阴性)在 DWI 上为混杂信号,其高信号区 ADC 值较对侧低,低信号区 ADC 值较对侧高(图 3、4)。

2. ^1H -MRS 扫描

11 例患者中有 10 例在病灶的波谱图上均可见 0.9 ppm 处的氨基酸(AA)峰和 1.3 ppm 处的脂质/乳酸(Lip/Lac)峰(图 1~3),其中 2 例脓液培养见厌氧菌生长的脓肿,其波谱图上还可见 1.9 ppm 处的乙酸(Ac)峰和 2.4 ppm 处的琥珀酸(Suc)峰(图 2、3)。另外 1 例没有 AA 峰的病灶在 DWI 上呈混杂信号(图 4c、d)。

讨 论

1. DWI 对脑脓肿的诊断价值

脑脓肿时由于脓液中含有大量蛋白质,非常粘稠,水分子扩散受到限制,因此脓腔内 ADC 值降低、于 DWI 上呈高信号。相反,肿瘤坏死区或囊性肿瘤内水分增多,水分子扩散增加,在 DWI 上为低信号、ADC 值升高。根据此原理, DWI 可用于脑脓肿和脑内呈环形强化肿瘤的鉴别^[1-5]。本研究中 9 例脑脓肿环内

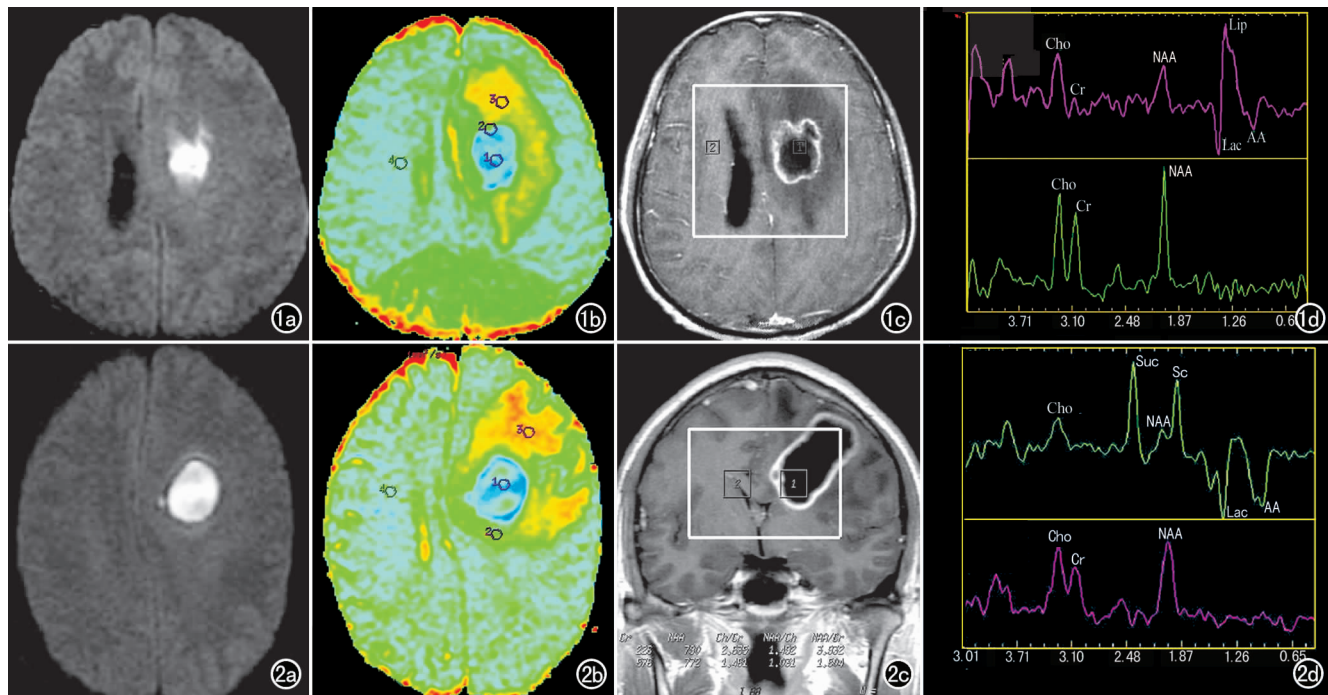


图 1 左侧侧脑室旁额叶白质内脑脓肿。a) DWI 示病灶呈高信号; b) ADC 图示脓腔内(ROI₁)的 ADC 值较对侧(ROI₂)的 ADC 值低; c) T₁WI 增强扫描上确定 MRS 取样区,脓腔内(ROI₁)和对侧正常组织(ROI₂); d) MRS 示脓腔内(ROI₁ 谱线)可见 AA 峰和 Lip/Lac 峰。图 2 左侧额叶脑脓肿。a) DWI 示病灶呈高信号; b) ADC 图示脓腔内(ROI₁)的 ADC 值较对侧(ROI₂)的 ADC 值低; c) T₁WI 增强扫描上确定 MRS 取样区,脓腔内(ROI₁)和对侧正常组织(ROI₂); d) MRS 示脓腔内(ROI₁ 谱线)可见 AA 峰和 Lip/Lac 峰,还可见 Suc、Ac 峰。

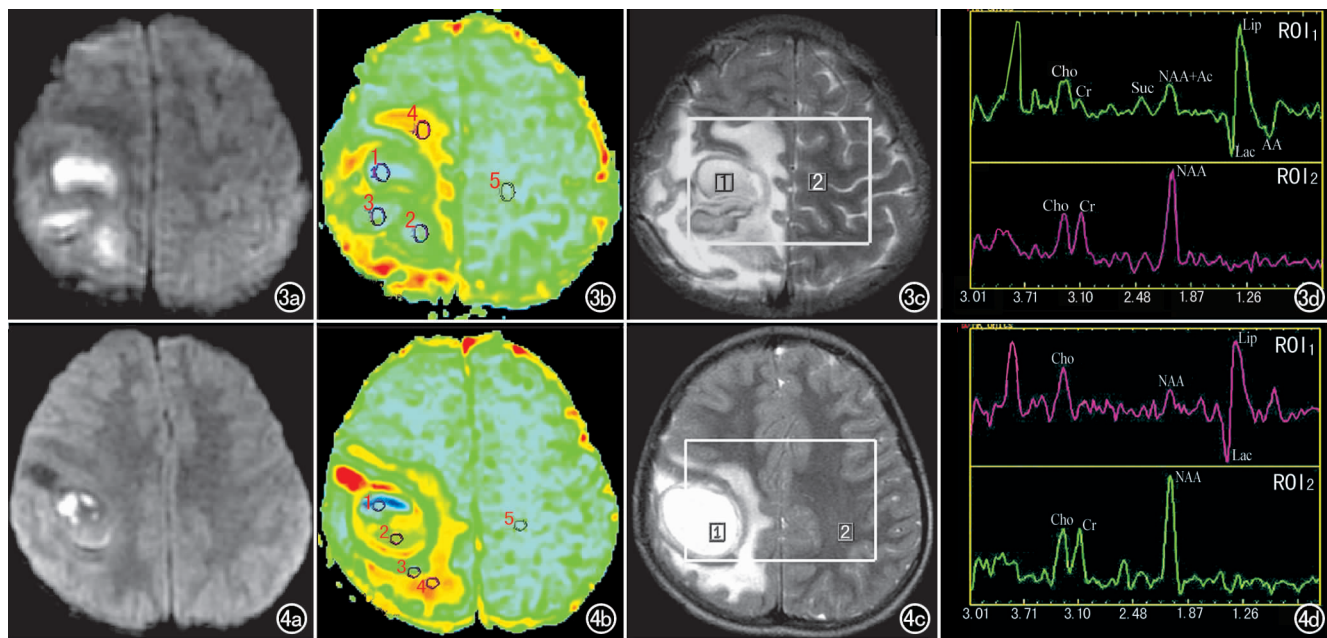


图 3 右侧顶叶多房性脑脓肿。a) DWI 示病灶呈高低混杂信号；b) ADC 图示脓腔内(ROI₁)的 ADC 值较对侧(ROI₅)的 ADC 值低而表现为稍高信号，脓腔周边(ROI₂)和(ROI₃)的 ADC 值较对侧(ROI₅)的 ADC 值稍高而表现为稍低信号；c) T₂WI 上确定 MRS 兴趣区：脓腔内(ROI₁)和对侧正常组织(ROI₂)；d) MRS 示与对侧正常组织(ROI₂ 谱线)比较，脓腔内(ROI₁ 谱线)可见 AA 和 Lip/Lac 峰，还可见 Suc 和 Ac 峰。图 4 右侧顶叶脑脓肿。a) DWI 示病灶呈高低混杂信号；b) ADC 图示部分脓腔(ROI₁)的 ADC 值较对侧正常脑组织(ROI₅)的 ADC 值低，部分脓腔(ROI₂)的 ADC 值较对侧正常脑组织高；c) T₂WI 上确定 MRS 取样区：脓腔内(ROI₁)和对侧正常组织(ROI₂)；d) MRS 示与对侧组织(ROI₂ 谱线)比较，脓腔内(ROI₁ 谱线)未见 AA 峰，只见矮小的 Cho、NAA 峰和高耸的 Lip/Lac 峰。

ADC 值降低、DWI 上呈较均匀的高信号，与文献^[1-5]报道一致。但在 DWI 上并非所有的脑脓肿均表现为高信号，而所有的肿瘤坏死区均表现为低信号，本研究中即有 2 例脑脓肿于 DWI 上表现为混杂信号。Mishra 等^[6]报道 8 例脓肿在 DWI 上为低信号。Ketelslegers 等^[7]报道 1 例脑脓肿于 DWI 上呈高信号，脓肿下部的 ADC 值较低而上部较高，经抗生素治疗 3 周后脓腔内 ADC 值升高，这时 DWI 显示脓腔下部呈高信号、上部呈低信号。Tung 等^[8]报道 1 例脑脓肿最初 ADC 值为 $0.64 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ，手术引流后其 ADC 值升高为 $2.71 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ，DWI 上信号强度也从高变低。这些研究表明脓腔内脓液随病程、病灶大小和治疗干预等因素的不同，在 DWI 上的信号及 ADC 值亦有不同。另外，Park 等^[9]报道 2 例在 DWI 上表现为高信号的囊性脑转移瘤，手术证实瘤腔内为类似脓液的粘稠坏死物质。Holtas 等^[10]亦报道 1 例在 DWI 上表现为高信号且呈环形强化的脑转移瘤，并推测环内高信号为肿瘤坏死早期瘤细胞内水肿造成的水分子扩散受限所致。可见 DWI 上表现为高信号并非脓肿所特有，而脓肿也并非均表现为高信号，因此应慎重分析在 DWI 上表现为高信号(ADC 值降低)的环形

强化病灶。

2. ¹H-MRS 对脑脓肿的诊断价值

脑脓肿时由于病灶内缺氧，乳酸在脓腔内堆积，且细胞死后胞液内脂质和蛋白质释放，蛋白质被含有大量蛋白水解酶的多核白细胞分解成多种氨基酸，其主要成分为缬氨酸、亮氨酸和异亮氨酸。上述乳酸/脂质(Lip/Lac)及氨基酸(AA)分别在 1.3 和 0.9 ppm 处形成共振峰。此外，乙酸峰(Ac 峰，1.9 ppm)、琥珀酸峰(Suc 峰，2.4 ppm)和丙氨酸峰(Ala 峰，1.5 ppm)均可出现，前两者可能系细菌糖酵解及无氧代谢增强所产生，而丙氨酸来自糖分解代谢中，无特殊意义。经甘露醇治疗的患者还可在 3.4 ppm 处出现一个 M 形峰，即甘露醇峰。AA 峰及 Lac 峰在细菌性脑脓肿的出现率接近 100%，AA 峰尚未在细菌性脓肿以外的坏死或囊性病变包括寄生虫性及真菌性脓肿中被观察到，因此其在诊断细菌性脑脓肿中的敏感度及特异度均极高，故而 AA 峰被认为是细菌性脑脓肿的关键标志物^[11,12]。在正常脑组织中可出现的胆碱峰(Cho 峰，3.2 ppm)、肌酸峰(Cr 峰，3.0 ppm)、N-乙酰天门冬氨酸峰(NAA 峰，2.0 ppm)理论上都不出现在细菌性脑脓肿的¹H-MRS 图上。

本组中 10 例病灶的¹H-MRS 上均见 AA 峰和 Lip/Lac 峰,包括 1 例在 DWI 上呈高低混杂信号的病灶。另外 1 例病灶(脓液培养阴性)在波谱图上只有高耸的 Lip/Lac 峰和矮小的 Cho 峰、Cr 峰、NAA 峰,而没有脓肿的特征性 AA 峰,推测与不规则应用抗生素导致细菌代谢模式改变有关^[13]。

本研究中 2 例脓液培养见厌氧菌生长的脓肿,其波谱图上还可见 Ac 峰和 Suc 峰,二者可能是由于细菌糖酵解及无氧代谢增强所致。细菌代谢研究表明:丙酮酸既可以进入三羧酸循环(需氧菌和兼性厌氧菌代谢路径),也可以进入产生 Ac 和 Suc 的发酵路径(厌氧菌代谢路径)。尽管三羧酸循环中也可以产生 Suc,但 Suc 很快就转化为其它物质而不能积累。这提示 Ac 峰和 Suc 峰为厌氧菌感染的特征性波峰。Kim 等和 Akutsu 等^[12,14]对脑脓肿的¹H-MRS 研究亦表明,大多数厌氧菌或厌氧菌和需氧菌混合感染的脑脓肿,波谱图上均有 Ac 峰和 Suc 峰。在气液双相色谱仪对临床标本的分析中,已肯定 Suc 是厌氧菌感染的一种标志^[15]。因此,通过分析脓腔¹H-MRS 上有无 Ac 峰和 Suc 峰,可提示有无厌氧菌感染的信息(而厌氧菌培养需 2~3 d),从而使患者得到快速、正确的治疗。

综上所述,作为非侵袭性影像学检查新技术,DWI 和¹H-MRS 联合应用可为脑脓肿的诊断和治疗提供非常有价值的信息,能弥补常规 MRI 的不足。但本研究病例数较少,尚不能进行统计学分析,需进一步积累资料进行大宗病例研究,且在体¹H-MRS 由于分辨力较低、在颅底和头皮附近的结构会受到骨骼和脂肪的影响而造成分析不准确,因此本研究还有待进一步深入和完善。

参考文献:

- [1] Noguchi K, Watanabe N, Nagayoshi T, et al. Role of Diffusion-weighted Echo-planar MRI in Distinguishing between Brain Abscess and Tumors: a Preliminary Report[J]. *Neuroradiology*, 1999, 41(3): 171-174.
- [2] Desprechins B, Stadnik T, Koerts G, et al. Use of Diffusion-weighted MR Imaging in Differential Diagnosis Between Intracerebral Necrotic Tumors and Cerebral Abscesses[J]. *AJNR*, 1999, 20(7): 1252-1257.
- [3] 艾林,戴建平,高培毅,等.弥散加权图像在鉴别脑脓肿与坏死囊变脑肿瘤中的作用[J]. *中华放射学杂志*, 2001, 35(9): 663-665.
- [4] 方维东,罗天友. DWI 以及 ADC 值测量鉴别脑脓肿与坏死囊变性胶质瘤[J]. *中国医学影像技术*, 2004, 20(4): 579-582.
- [5] 周根泉,张悦萍,张贵祥,等.磁共振弥散加权成像对脑脓肿和脑内坏死囊变肿瘤的鉴别诊断价值[J]. *实用放射学杂志*, 2004, 20(11): 966-968.
- [6] Mishra AM, Gupta RK, Jaggi RS, et al. Role of Diffusion-weighted Imaging of and in Vivo Proton Magnetic Resonance Spectroscopy in the Differential Diagnosis of Ring-enhancing Intracranial Cystic Mass Lesions[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2004, 28(4): 540-547.
- [7] Ketelslegers E, Duprez T, Ghariani S, et al. Time Dependence of Serial Diffusion-weighted Imaging Features in a Case of Pyogenic Brain Abscess[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2000, 24(3): 478-481.
- [8] Tung GA, Evangelista P, Rogg JM, et al. Diffusion-weighted MR Imaging of Rim-enhancing Brain Masses: is Markedly Decreased Water Diffusion Specific for Brain Abscess[J]. *AJR*, 2001, 177(3): 709-712.
- [9] Park SH, Chang KH, Song IC, et al. Diffusion-weighted MRI in Cystic or Necrotic Intracranial Lesions[J]. *Neuroradiology*, 2000, 42(10): 716-721.
- [10] Holtas S, Geijer B, Stromblad LG, et al. A Ring-enhancing Metastasis with Central High Signal on Diffusion-weighted Imaging and Low Apparent Diffusion Coefficients[J]. *Neuroradiology*, 2000, 42(11): 824-827.
- [11] Grand S, Passaro G, Ziegler A, et al. Necrotic Tumor Versus Brain Abscess: Importance of Amino Acids Detected at ¹H MR Spectroscopy—Initial Results[J]. *Radiology*, 1999, 213(3): 785-793.
- [12] Kim SH, Chang KH, Song IC, et al. Brain Abscess and Brain Tumors: Discrimination with in Vivo ¹H MR Spectroscopy[J]. *Radiology*, 1997, 204(1): 239-245.
- [13] Lai PH, Ho JT, Chen WL, et al. Brain Abscess and Brain Tumors: Discrimination with Proton MR Spectroscopy and Diffusion-weighted Imaging[J]. *AJNR*, 2002, 23(8): 1369-1377.
- [14] Akutsu H, Matsumura A, Isobe T, et al. Chronological Change of Brain Abscess in ¹H-MRS[J]. *Neuroradiology*, 2002, 44(7): 574-578.
- [15] Gorbach SL, Mayhew JW, Bartlett JG, et al. Rapid Diagnosis of Anaerobic Infections by Direct Gas-liquid Chromatography of Clinical Specimens[J]. *J Clin Invest*, 1976, 57(2): 478-484.

(收稿日期:2005-06-23 修回日期:2005-08-21)