

基底核卒中中对执行功能和学习能力的影响*

金 景^{1,2} 江钟立^{1,2,4} 贺丹军³ 孟殿怀^{1,2}

摘要 目的:探讨基底核卒中执行功能损害的特征及学习能力受损的状况,为康复策略的制定提供理论基础。方法:基底核卒中患者 17 例,其中左侧基底核卒中组 8 例,右侧基底核卒中组 9 例。同期住院的非脑部疾病的患者或无任何疾病的健康者 10 例。采用汉诺塔(TOH)、威斯康星卡片分类(WCST)、连线测试(TMT)和音素言语流畅度(PVF)分别对左、右侧基底核损伤患者和对照组进行连续 3d 的测试。结果:基底核卒中组在学习前 TOH 时间、WCST 错误率、完成分类数、TMT-A 和 TMT-B 测试时间显著差于对照组。左、右基底核比较显示学习前右侧基底核卒中组在 TOH 时间和 WCST 保持性反应率显著差于左侧基底核卒中组。左侧基底核卒中组中 WCST 保持反应率和 PVF 学习能力显著受损;右侧基底核损伤组中 WCST 完成分类数的学习能力显著降低。结论:基底核卒中表现有多项执行功能障碍,但保留一定的学习能力,学习能力的类型和程度在左、右基底核有所不同,提示根据基底核卒中的部位选择认知康复训练项目可以提高运动疗法的康复效果。

关键词 基底核卒中; 执行功能; 学习能力

中图分类号:R743.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2009)-05-0403-05

The effects of basal ganglia stroke on executive function and learning potential/JIN Jing, JIANG Zhongli, HE Danjun, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2009, 24(5):403—407

Abstract Objective: To explore the effects of basal ganglia stroke on executive function and learning potential, and provide the theoretical foundation for rehabilitation strategy. **Method:** Seventeen patients with basal ganglia stroke contained 8 cases with left basal ganglia lesions and 9 cases with right basal ganglia lesions. Ten cases were used as control group which were selected from people in good health or the same-period patients in hospital without brain damage. The executive function and learning potential in all subjects were tested by use of Tower of Hanoi (TOH), Wisconsin Card Sorting Test (WCST), Trail Making Tests (TMT) and Phonemic Verbal Fluency (PVF) for 3 consecutive days. **Result:** In comparison to control group, time of TOH, percent errors of WCST, TMT-A and TMT-B increased significantly and number of Categories Completed of WCST decreased significantly before learning in patients with basal ganglia lesions. In comparison to patients with left basal ganglia lesions, percent perseverative responses of WCST and time of TOH increased significantly before learning in patients with right basal ganglia lesions. In patients with left basal ganglia lesions, the learning potential of percent perseverative responses of WCST increased significantly compared with control group and patients with right basal ganglia lesions, and the learning potential of PVF decreased significantly compared with control group. In patients with right basal ganglia lesions, the learning potential of number of Categories Completed decreased significantly compared with control group. **Conclusion:** The basal ganglia stroke may retain certain learning potential in spite of executive functional impairment. The category and extent of learning potential displayed in basal ganglia lesions of left and right are not alike, which suggest that selecting opportune cognitive training programs in accordance with the site of basal ganglia lesions may raise effects of exercises therapy.

Author's address Department of Rehabilitation Medicine, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing, 210029

Key words basal ganglia stroke; executive function; learning potential

执行功能是一组心理控制认知行为能力的总称,包括计划性、注意保持、抗干扰、反馈信息的利用、对同时发生活动的协调整合能力及认知的灵活性和流畅性,往往被描述为“一个人能独立的、有目的的、成功的实施自己行为的能力”,这就使其在日常生活活动中起到很重要的作用^[1]。对于执行功能的研究很广泛,其神经学基础定位于前额叶皮质^[2]。基

底核和前额叶在解剖学上的位置很接近,它们的联

* 基金项目:江苏省卫生厅科技计划资助项目(H200732)

1 南京医科大学第一附属医院康复医学科,南京,210029

2 江苏省省级机关医院(江苏省老年医学研究所)

3 南京医科大学第一附属医院临床心理科

4 通讯作者

作者简介:金景,女,硕士研究生

收稿日期:2009-03-17

系基于局部闭合的皮质-纹状体-苍白球-黑质-丘脑-皮质环路系统,近年来发现基底核损伤的患者也会表现出与额叶损伤类似的执行功能障碍,但研究主要集中于帕金森病或亨廷顿病等基底核退行性病变^[3-4]。由于对局灶性基底核损伤(基底核卒中)的研究较少,因此对此类患者执行功能和学习能力损害情况的认识不甚清楚。基底核部位卒中患者的执行功能和学习能力损害会严重影响患者日常生活活动能力的自立性,同时也是肢体功能运动康复的阻碍因素。为此,本研究的目的在于探讨基底核卒中执行功能损害的特征及学习能力受损的状况,为康复策略的制定提供理论基础。

1 对象与方法

1.1 研究对象

1.1.1 基底核卒中组:选择2008年4—9月因基底核卒中在南京医科大学第一附属医院住院的患者17例,分为左侧基底核损伤组和右侧基底核损伤组。入组条件:①根据临床表现及颅脑CT或MRI扫描,无其他部位脑血管病变及神经系统疾病,符合1995年全国第四届脑血管病的诊断标准^[5],病程 ≤ 12 个月;②简易精神状态检查表(mini mental status examination, MMSE)筛查无明显认知功能障碍(MMSE >23)^[6];③Beck抑郁量表得分 <15 ;④既往无精神性疾病病史;⑤入组的患者均为右利手。

左侧基底核损伤组:8例,男性6例,女性2例;平均年龄为 48.5 ± 9.61 岁;受教育年限为 12.9 ± 2.29 年;病程为 7.25 ± 3.73 个月,MMSE为 27.38 ± 2.26 分;Beck抑郁量表得分为 8.38 ± 4.60 分;左侧基底核出血5例,左侧基底核梗死3例。右侧基底核损伤组:9例,男性7例,女性2例;平均年龄为 59.1 ± 12.66 岁;受教育年限为 11.0 ± 2.12 年;病程为 5.66 ± 4.18 个月;MMSE为 28.78 ± 1.39 分;Beck抑郁量表得分为 7.77 ± 3.19 分;右侧基底核出血4例,右侧基底核梗死5例,两病例组病程之间差异无显著性($P>0.05$)。

1.1.2 对照组:同期住院的无脑部病变的骨关节病患者或无任何疾病的健康者10例,男性6例,女性4例;平均年龄为 54.3 ± 7.72 岁;受教育年限为 12.1 ± 2.18 年;MMSE 29.30 ± 1.06 分;Beck抑郁量表得分为 3.60 ± 3.37 分。入组条件:①头颅CT显示正常,无神经系统疾病及症状;②MMSE筛查无明显认知功能障碍;③Beck抑郁量表筛查无抑郁;④既往无心脑血管、内分泌疾病和精神性疾病病史;⑤所有受试者均为右利手。

上述各病例组与对照组在年龄、受教育年限、

MMSE中基本一致,差异无显著性($P>0.05$)。

1.2 神经心理学检查项目

1.2.1 汉诺塔测试(tower of Hanoi, TOH)^[7-8]:评估执行功能中的计划能力、顺序能力和问题解决能力。测量的指标为完成测试所耗费的时间和步数。完成时间是反映计划能力和问题解决能力的最敏感指标。

1.2.2 威斯康星卡片分类测试(Wisconsin card sorting test, WCST)^[9]:评估执行功能中的概念形成与思维定式的转换能力。测量的指标为保持性反应率、错误率和完成分类数,前两项主要反映被试分类标准的转换能力,完成分类数表示被试的概念形成能力。

1.2.3 连线测试(trail making tests, TMT)^[10]:包括连线测验A(TMT-A)和连线测验B(TMT-B),前者主要测试注意力的集中度;后者主要测试认知灵活性和注意力的转换、分配及控制^[11]。

1.2.4 音素言语流畅度测试(phonemic verbal fluency, PVF):用于评估言语材料的产生和思维的流畅度,是评估额叶执行功能的组成部分。

1.3 实验流程

1.3.1 学习能力训练程序:受试者在连续的3d内接受3次测试的训练,每一天的任务都是同样的,按照TOH-WCST-TMT-PVF的固定顺序进行,每日的训练时间为40—60min。

1.3.2 学习能力(learning potential, LP)计算方法:根据测试得分的不同特性,TOH时间、TOH步数、WCST保持反应率、错误率、TMT-A和TMT-B使用第三次测试成绩除以基线水平作为学习能力的测量方法。如果分值 <1.0 ,分值从0.3到1.0表示学习能力的进步从70%逐渐降低,直至没有进步。如果分值 >1.0 ,表示没有学习发生^[7,12]。WCST完成分类数和PVF的学习能力计算采用公式:学习能力=(学习后成绩-学习前成绩)/(最佳成绩-学习前成绩),最佳成绩是指各测试项目中内设得分值。分值从0到1,表示学习进步的程度,即从没有发生学习到获得最佳学习进步。如果分值为负数,可作为0处理,表示学习后的成绩反而低于学习前,没有学习发生^[13]。这两种学习能力测量方法的主要优点是考虑到了个人基线水平不一致,并根据学习前后测试得分的高低趋势变化进行相应转换,能够客观地量化受试者的学习能力。

1.4 头颅CT和MRI检查

1.4.1 头颅CT检查:采用螺旋多排CT,由颅底向颅顶扫描12个层面,25cm的扫描视野,层厚

10mm, 间隔 10mm, 256×256 或 320×320 矩阵, 扫描时间为 2s, 部分病例于病灶处行 5mm 层厚和层距扫描。基底核区梗死、出血选第三脑室前部与后部层面基底核区病灶^[4]。

1.4.2 头颅 MRI 检查: 采用快速梯度自旋回波 (turbo gradient spin echo, TGSE) 序列, 通过 T1WI、T2WI 和 PdWI 明确病灶性质, 定位同 CT 相似^[4]。

1.5 统计学分析

采用 SPSS16.0 软件, 计量资料采用均数±标准差进行统计描述。使用独立样本 *t* 检验和单因素方差分析, 经方差齐性检验后, 方差齐时采用最小显著差数法 (least significant difference, LSD), 方差不齐时采用秩和检验, 相关分析采用 Pearson 相关性检验, 统计推断以 *P*<0.05 有显著性意义。

2 结果

2.1 对照组和基底核损伤患者 MMSE 各项指标的比较

在 MMSE 测试项目中, 基底核损伤组和对照组在定向力、记忆力、回忆能力、言语能力和总分方面差异无显著性; 左侧基底核损伤组在计算力测试中得分显著低于对照组 (*P*<0.05), 左、右侧基底核损伤组之间 MMSE 各项指标比较无显著差异 (表 1)。

2.2 对照组和基底核损伤患者执行功能基线各项指标的比较

TOH 反应时间在基底核损伤组显著长于对照组。在 WCST 测试中, 基底核损伤组的错误率显著高于对照组, 完成分类数显著低于对照组。TMT-A 和

TMT-B 测试时间在基底核损伤组明显延长 (表 2)。

2.3 左、右基底核损伤患者执行功能学习前后各项指标的比较

学习前右侧基底核损伤组在 TOH 时间和 WCST 保持性反应率显著大于左侧基底核损伤组。左侧基底核组学习后的 WCST 错误率和 TMT-A 测试时间较学习前显著降低; 学习后的 WCST 完成分类数和 PVF 的得分较学习前显著提高。右侧基底核损伤组学习后 PVF 的得分较学习前显著提高, 而 TOH 时间、步数、WCST 保持反应率、错误率和 TMT-A 的测试时间较学习前显著减少。两组间学习后各项指标比较无显著差异 (表 3)。

表 1 左、右侧基底核组与正常组

MMSE 各项指标比较 (分, $\bar{x}\pm s$)

MMSE	对照组	左侧基底核损伤组	右侧基底核损伤组
定向力	9.80±0.42	9.50±0.76	10.00±0.00
记忆力	3.00±0.00	3.00±0.00	3.00±0.00
计算力	5.00±0.00	3.88±1.36 ^①	4.67±0.50
回忆能力	2.60±0.52	2.63±0.52	2.67±0.71
言语能力	8.90±0.32	8.38±0.52	8.44±0.726
总分	29.30±1.06	27.38±2.26	28.78±1.39

注: ① *P*<0.05 与对照组比较。

表 2 基底核组与对照组执行功能基线各项指标比较 ($\bar{x}\pm s$)

	正常对照组 (n=10)	基底核损伤组 (n=17)
TOH 时间 (s)	79.10±25.04	138.47±68.29 ^①
TOH 步数	16.50±4.06	18.94±4.19
WCST 保持反应率	0.212±0.089	0.296±0.018
WCST 错误率	0.314±0.161	0.490±0.145 ^①
WCST 完成分类数	4.60±1.51	3.18±1.01 ^①
TMT-A (s)	49.00±25.13	107.71±64.68 ^①
TMT-B (s)	116.70±52.49	268.12±137.11 ^①
PVF	4.60±1.71	3.06±2.01

注: ①与对照组比较 *P*<0.05

表 3 左、右侧基底核组执行功能学习前后各项指标比较

($\bar{x}\pm s$)

	左侧基底核组损伤组 (n=8)		右侧基底核组损伤组 (n=9)	
	学习前	学习后	学习前	学习后
TOH 时间 (s)	102.38±57.85	82±67.89	170.56±62.76 ^①	112.78±52.65 ^②
TOH 步数	18.63±5.37	15.13±6.38	19.22±3.11	13.67±2.12 ^②
WCST 保持反应率	0.200±0.110	0.179±0.067	0.381±0.196 ^①	0.229±0.107 ^②
WCS 错误率	0.433±0.092	0.340±0.130 ^②	0.541±0.168	0.374±0.140 ^②
WCST 完成分类数	3.00±0.76	4.5±1.69 ^②	3.33±1.22	3.89±1.69
TMT-A (s)	118.50±76.08	98.25±68.51 ^②	98.11±55.53	78.33±46.76 ^②
TMT-B (s)	287.50±165.18	201.00±94.31	250.89±114.09	231.78±100.77
PVF	2.38±1.92	3.50±2.14 ^②	3.67±2.00	5.44±2.30 ^②

注: ① *P*<0.05, 与左侧基底核损伤组学习前比较; ② *P*<0.05, 与自身学习前比较。

2.4 对照组和左、右基底核损伤患者执行功能学习能力各项指标的比较

在左侧基底核损伤组中, WCST 保持反应率的学习能力显著差于对照组和右侧基底核损伤组, PVF 学习能力差于对照组。在右侧基底核损伤组中 WCST 完成分类数的学习能力显著受损。其他各项指标组间无显著差异 (表 4)。

3 讨论

基底核由尾状核、豆状核 (壳核和苍白球)、黑质和丘脑底核等结构组成, 以往的观点认为它接收广泛皮质的信息, 并通过输出核 (苍白球、丘脑底核、黑质网状结构) 经腹外侧丘脑传送信息至运动皮质, 在运动控制中发挥重要作用。由于基底核与前额叶在解剖位置上很接近, 参与前额叶相关的皮质-纹状体-苍白球-黑质-丘脑-皮质环路系统, 完成一般躯

表4 对照组和左、右侧基底核组执行功能学习能力
各项指标比较

	正常对照组 (n=10)	左侧基底核 损伤组(n=8)	右侧基底核 损伤组(n=9)
MMSE			
TOH 时间(s)	0.619±0.226	0.721±0.244	0.644±0.247
TOH 步数	0.694±0.133	0.793±0.192	0.723±0.134
WCST 保持反应率	0.559±0.177	0.858±0.168 ^①	0.635±0.174 ^②
WCST 错误率	0.630±0.191	0.753±0.177	0.693±0.173
WCST 完成分类数	0.628±0.350	0.394±0.370	0.207±0.217 ^①
TMT-A(s)	0.818±0.126	0.809±0.133	0.799±0.108
TMT-B(s)	0.789±0.169	0.756±0.211	0.897±0.080
PVF	0.486±0.261	0.157±0.138 ^①	0.310±0.255

①与正常对照组学习能力比较 $P<0.05$; ②与左侧基底核损伤组学习能力比较 $P<0.05$ 。此外, Beck 抑郁量表总分在正常组与左、右侧基底核损伤组均 <15 分, 不属于抑郁范围。

体调控、动眼调控、边缘调控和前额叶调控等功能, 因此损伤后会表现出类似额叶损伤的特点^[15-16]。本研究显示基底核卒中组在 TOH 时间、WCST 错误率、完成分类数、TMT 的测试成绩均明显差于对照组, 提示存在执行功能的明显受损, 主要影响计划能力、问题解决能力、概念形成、思维定式的转换能力、注意力的集中度、认知灵活性和注意力的转换、分配及控制能力。由于基底核损伤阻碍了传至额叶的神经通路, 表现出与额叶损伤类似的执行功能障碍, 说明基底核在执行功能中起着重要的连接作用。

左、右脑在认知任务的处理过程中承担着不同的任务, 传统意义上认为左脑半球是言语活动的优势半球, 而右脑半球则是各种知觉功能(图像的感知和记忆、空间知觉和操作、音乐的感知和记忆及情绪活动等)的优势半球。现在越来越多的研究发现右脑在计划性、问题解决能力等方面起着重要作用。Stuss 等人^[17]在一项 WCST 的研究中发现右侧额叶损伤引起的执行功能障碍比左侧的严重。Dagher 等人^[18]在受试者进行伦敦塔测试时用 PET 检查这些受试者的脑部激活状态, 发现在执行这项任务时激活涉及背外侧前额叶和右侧尾状核。本研究也显示 TOH 时间和 WCST 维持反应率在右侧基底核损伤患者显著差于左侧基底核损伤组, 右侧基底核的损伤在执行功能的计划能力和思维定式的转换方面表现出偏侧化的缺陷。在概念形成能力、注意力的集中、认知灵活性和注意力的转换、分配及控制方面左、右侧基底核损伤组没有表现出差异, 这与我们前期研究的结果一致^[19]。同时本研究显示左侧基底核与对照组比较在 MMSE 中的计算力方面出现障碍, 这与左侧大脑损伤后计算力减退的半球偏侧化理论是一致的^[20]。

学习能力(learning potential)的评估也称为动态评估, 与以往使用的单一或静态的神经心理学评估不同, 已经证实该方法能更好地预测康复效果^[13, 21]。由于本实验中的有些项目在基线水平与对

照组相比较已出现显著差异, 因此不能使用简单的差值对比的方式, 这是由于数量上相同的进步的意义相对于不同的基线水平表现有很大的差异, 而且临床病例组是不可能完全同质的。另外本实验中的每一项任务对照组前后都发生了明显的进步, 基线和第三次测试的成绩表现出一种密集的线性关系, 这表示个人在训练前和训练后的表现呈紧密的正比关系, 符合学习能力计算公式的要求。由于 TOH 时间、步数、WCST 保持反应率、错误率、TMT-A 和 TMT-B 的得分逐渐减少, 因此使用第三次测试的成绩除以基线水平作为学习能力的测量方法。WCST 完成分类数和 PVF 的得分逐渐增加, 学习能力计算采用公式: 学习能力=(学习后成绩-学习前成绩)/(最佳成绩-学习前成绩), 这一测量方法的主要优点是其与个人的基线水平表现相独立, 能够客观的反映学习能力的水平^[7, 12-13]。结果显示左侧基底核损伤组在思维定式转换方面的学习能力低于右侧基底核损伤组和对照组, 在言语的产生和流畅性学习能力方面也比对照组差; 右侧基底核损伤组在概念的形成能力学习方面比对照组差, 其余各项的学习能力左、右基底核损伤组与对照组相比无明显差异。即单侧基底核卒中患者的学习能力虽然在执行功能的某些特定方面表现出缺陷, 但在计划性、注意力集中度、认知的灵活性及注意力分配方面的学习能力还是保留的, 也就是他们学习前后的成绩都可能比对照组差, 但学习能力还是存在的。提示基底核卒中患者仍然保留多项执行功能的学习能力, 只要加强合理的训练和引导, 还是能够提高患者的日常生活活动能力, 恢复职业活动。

音素言语流畅度测试是对额叶损伤较为敏感的流畅度测试^[22], 在本实验中左侧基底核损伤组的学习能力低于对照组, 这与左脑是言语活动的优势半球相符, 说明左侧基底核在言语材料的产生以及灵活性的学习方面存在缺陷。而在基线水平上左、右侧基底核与对照组的得分没有产生差异, 这可能是由于在入组时排除了明显言语障碍的患者。虽然 MMSE 不能替代言语评定, 但表 1 显示患者的言语功能无明显受损, 排除了因言语功能障碍影响本实验结果的可能性。

众多研究都已证实抑郁会影响执行功能^[23], 而脑卒中患者常易伴发抑郁状态。本实验在患者入组前已采用 Beck 抑郁量表进行筛查, 排除了伴有抑郁的患者, 以保证实验数据能客观地反映基底核损伤患者执行功能的缺陷。相关分析也没有发现对照组和基底核损伤组在各测验项目之间存在显著性相

关, 提示本研究所选择的检测项目能够代表执行功能的不同侧面, 相互间没有重叠和交叉, 可以认为是评价相应执行功能的合适指标。

总之, 由于基底核与额叶存在着广泛的神经纤维联系, 因此也表现出与额叶相似的多项执行功能障碍, 但由于大脑半球功能的偏侧化, 左、右侧基底核损伤表现也各有其特征。本研究最重要的发现是基底核损伤保留一定的学习能力, 且这种学习能力保留的类型和程度在左、右侧基底核之间也有所不同, 提示根据基底核卒中部位的不同实施有针对性的认知康复训练项目, 可以恢复受损的执行功能, 提高运动疗法的康复效果。

参考文献

- [1] John R, Crawford JR. Introduction to the Assessment of Attention and Executive Functioning [J]. *Neuropsychological Rehabilitation*, 1998, 8(3): 209—211.
- [2] Stuss DT, Alexander MP. Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view [J]. *Psychol Res*, 2000, 63 (3—4): 289—298.
- [3] Muslimovic D, Post B, Speelman JD, et al. Cognitive profile of patients with newly diagnosed Parkinson disease [J]. *Neurology*, 2005, 65(8): 1239—1245.
- [4] Lemiere J, Decruyenaere M. Cognitive changes in patients with Huntington's disease (HD) and asymptomatic carriers of the HD mutation—a longitudinal follow-up study [J]. *J Neurol*, 2004, 251 (8): 935—942.
- [5] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点 [J]. *中华神经科杂志*, 1996, 29(6): 379—380.
- [6] Su CY, Chen HM, Kwan AL, et al. Neuropsychological impairment after hemorrhagic stroke in basal ganglia [J]. *Arch of Clin Neuropsychol*, 2007, 22(4): 465—474.
- [7] Schmidtke K, Manner H, Kaufmann R, et al. Cognitive procedural learning in patients with fronto-striatal lesions [J]. *Learn Mem*, 2002, 9(6): 419—429.
- [8] Goel V, Grafman J. Are the frontal lobes implicated in “planning” functions? Interpreting data from the Tower of Hanoi [J]. *Neuropsychologia*, 1995, 33(5): 623—642.
- [9] Nelson HE. A modified card sorting test sensitive to frontal lobe defects [J]. *Cortex*, 1976, 12(4): 313—324.
- [10] Reitan M, Wolfson D. The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery [M]. Tucson: Neuropsychology Press, 1985.
- [11] Lezak MD. Neuropsychological Assessment. 3rd ed [M]. New York: Oxford University Press, 1995.
- [12] Schmidtke K, Handschu R, Vollmer H. Cognitive procedural learning in amnesia [J]. *Brain Cogn*, 1996, 32(3): 441—467.
- [13] Sergi MJ, Kern RS, Mintz J, et al. Learning potential and the prediction of work skill acquisition in schizophrenia [J]. *Schizophr Bull*, 2005, 31(1): 67—72.
- [14] 吴恩惠. 医学影像学 [M]. 第 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2001. 335—350.
- [15] Cummings JF. Frontal-subcortical circuits and human behavior [J]. *Arch Neurol*, 1993, 50: 873—880.
- [16] Alexander GE, Crutcher MD, DeLong MR. Basal ganglia-thalamocortical circuits: parallel substrates for motor, oculomotor, “prefrontal” and “limbic” functions [J]. *Prog Brain Res*, 1990, 85: 119—146.
- [17] Stuss DT, Levine B, Alexander MP, et al. Wisconsin Card Sorting Test performance in patients with focal frontal and posterior brain damage: Effects of lesion location and test structure on separable cognitive processes [J]. *Neuropsychologia*, 2000, 38(4): 388—402.
- [18] Dagher A, Owen AM, Boecker H, et al. Mapping the network for planning: a correlational PET activation study with the Tower of London task [J]. *Brain*, 1999, 122 (Pt 10): 1973—1987.
- [19] 季俊霞, 江钟立, 贺丹军, 等. 基底核损伤与额叶损伤对注意力和短时记忆的影响 [J]. *中国康复医学杂志*, 2008, 23 (4): 301—304.
- [20] Chang C, Crottaz-Herbette S, Menon V. Temporal dynamics of basal ganglia response and connectivity during verbal working memory [J]. *Neuroimage*, 2007, 34(3): 1253—1269.
- [21] Wiedl KH, Schoettke H, Garcia MDC. Dynamic assessment of cognitive rehabilitation potential in schizophrenic persons and in elders with and without dementia [J]. *European Journal of Psychological Assessment*, 2001, 17: 112—119.
- [22] Lezak M, Howieson D, Loring D. Neuropsychological assessment (4th Edition) [M]. New York: Oxford University Press, 2004.
- [23] Elderkin-Thompson V, Mintz J, Haroon E, et al. Executive dysfunction and memory in older patients with major and minor depression [J]. *Arch Clin Neuropsychol*, 2007, 22(2): 261—270.