

# CONTRIBUIÇÃO À NEUROPSICOLOGIA DO COMPORTAMENTO EXECUTIVO

## Torre de Londres e teste de Wisconsin em indivíduos normais

*Ricardo de Oliveira Souza<sup>1</sup>, Fátima de Azevedo Ignácio<sup>2</sup>,  
Fernando Cimini R. Cunha<sup>3</sup>, Dayse L. Gusmão de Oliveira<sup>4</sup>, Jorge Moll<sup>4</sup>*

**RESUMO** - O conceito de “desempenho executivo” se refere a uma coleção de habilidades cognitivas essenciais para a organização do funcionamento mental e comportamental. Investigamos o desempenho executivo de 61 adultos normais com dois testes padrão, o Teste de Wisconsin (TW) e a Torre de Londres (TL). Nosso propósito consistiu em testar as hipóteses de que (i) o desempenho executivo é constituído de dimensões múltiplas como ocorre, por exemplo, com a memória e a linguagem; (ii) o desempenho executivo de indivíduos normais está relacionado, ao menos em parte, com o sucesso ocupacional do indivíduo. A ausência de correlação estatística entre o TW e a TL indicou que o desempenho executivo constitui-se de fatores múltiplos, possivelmente estruturados sobre circuitos neurais em larga medida independentes. Em segundo, o desempenho dos homens foi superior ao das mulheres nos problemas mais exigentes (problemas com 4 e 5 ações mínimas) da TL. Finalmente, o grau de ajuste ocupacional se correlacionou significativamente com a parte difícil da TL. Estas verificações ajudam a explicar certas dissociações do comportamento executivo frequentemente observadas na clínica, sendo certas tarefas atingidas seletivamente. Indicam também que apenas certos módulos executivos se relacionam mais diretamente com a capacidade de ajuste à vida cotidiana. Se replicado, este achado poderá ser útil na previsão de sucesso em programas de reabilitação cognitiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** desempenho executivo, lobos frontais, Torre de Londres, Teste de Wisconsin.

The neuropsychology of executive behavior: performance of normal individuals on the Tower of London and Wisconsin Card Sorting tests

**ABSTRACT** - The concept of “executive behavior” encompasses a set of abilities which are critical for the organization of thought and behavior. To test the hypothesis that executive behavior is composed of multiple modules we investigated the performance of 61 normal adults on two widely used executive tasks, the Wisconsin Card Sorting (WCST) and the Tower of London (TOL) tests. We hypothesized that if executive behavior were composed of multiple modules, the main dimensions of each task would be weakly, if at all, statistically related. We also tested the hypothesis that occupational functioning would be related to executive performance. Our results revealed no significant association between the WCST and TOL tasks, favoring the idea that executive behavior is made up of multiple neuropsychological dimensions. Secondly, men fared significantly better than women on the difficult (4 and 5-moves) TOL puzzles. Finally, there was a significant association between performance on the difficult TOL puzzles and level of occupational functioning. These findings may explain certain dissociations in executive behavior commonly observed in patients with focal or diffuse brain damage. If replicated, they might be useful in the prediction of success in cognitive rehabilitation programs.

**KEY WORDS:** executive behavior, frontal lobes, Tower of London, Wisconsin Card Sorting Test.

A expressão “desempenho executivo” denota a capacidade de planejar, organizar e efetuar ações e comportamentos de valor adaptativo<sup>1</sup>. Sua aferição é realizada por tarefas de amplo emprego na prática clínica e constitui parte essencial da avaliação neuropsicológica de indivíduos normais e de pacientes

com alterações cognitivas ou neurocomportamentais de causas diversas. Um dos aspectos relevantes da análise desses indivíduos é a indicação de que o desempenho executivo não é unitário<sup>2</sup>, sendo possível desmembrá-lo em flexibilidade, aquisição de hábitos e habilidades, e planejamento. Evidências clíni-

Clínica Neurológica, Hospital Universitário Gaffrée e Guinle; Grupo de Neuroimagem e Neurologia do Comportamento, Rede D’Or; Psicologia Clínica, Instituto Philippe Pinel – Rio de Janeiro RJ, Brasil: <sup>1</sup>Neurologista; <sup>2</sup>Psicóloga Clínica; <sup>3</sup>Interno em Medicina; <sup>4</sup>Neurologista.

Recebido 15 Janeiro 2001, recebido na forma final 19 Abril 2001. Aceito 27 Abril 2001.

Dr. Ricardo de Oliveira Souza - Rua Conde de Bonfim, 232/405 – 20520-054 Rio de Janeiro RJ – Brasil.

cas e fisiopatológicas indicam que essas dimensões são mediadas por alças prefronto-subcorticiais longas até certo ponto independentes<sup>3</sup>.

Duas dimensões aparecem regularmente na maioria das formulações sobre o comportamento executivo: flexibilidade e planejamento<sup>4</sup>. A *flexibilidade executiva* é aferida por tarefas cujo elemento comum repousa na alternância entre categorias cognitivas. A Parte B do Teste de Trilhas<sup>5</sup> e o Teste (dos Cartões) de Wisconsin (TW) são instrumentos típicos para testar estas propriedades<sup>6</sup>. O TW é considerado complexo por aferir dimensões cognitivas múltiplas<sup>7</sup>. As mais conhecidas compreendem a capacidade de (a) abstração de um princípio geral de categorização (denominado "set" em inglês) dentre outros igualmente plausíveis<sup>8</sup>, (b) manter este princípio em mente face à distração sensorial, e (c) abstrair novos princípios de categorização quando determinadas contingências ambientais variam. No caso do TW, o princípio geral de categorização refere-se a propriedades sensoriais das figuras que compõem os quatro cartões-estímulo: cor, forma e número. O dado crítico é que o princípio de categorização a ser abstraído pelo indivíduo não faz parte do ambiente sensorial do teste, devendo ser inferido a cada nova escolha com base nas respostas "certo" ou "errado" do examinador. Além disso, este princípio muda sem aviso, e escolhas previamente corretas tornam-se incorretas de modo aparentemente casual, exigindo que o sujeito mude o princípio de categorização pelo menos cinco vezes, ou seja, que demonstre flexibilidade executiva. O oposto desta característica — denominada "perseveração" na literatura clássica — representa um dos sinais típicos de comprometimento hemisférico difuso ou pré-frontal<sup>6,9,10</sup>. O desempenho normal no TW se associa à ativação bilateral do córtex orbital e dorsolateral inferior, do lóbulo parietal inferior e do giro temporal médio<sup>11</sup>. Ativações focais e simétricas do sulco frontal inferior e do lóbulo parietal inferior estão diretamente relacionadas à flexibilidade e à abstração dos princípios de categorização<sup>12</sup>, e pouco se modificam por exposições repetidas ao teste no mesmo indivíduo<sup>11,14</sup>.

O *planejamento* constitui um dos alicerces dos comportamentos complexos<sup>14</sup>. Em termos simples, planejar compreende a capacidade de traçar mentalmente um trajeto do ponto A ao ponto B sem que o sujeito precise se 'lançar' no mundo real<sup>15</sup>. O planejamento humano se reporta a um futuro incerto, com trajetórias comportamentais pouco estruturadas e cujas referências de tempo podem ser medidas em horas, meses ou anos<sup>16</sup>. Na prática, a maneira mais utilizada para avaliar a capacidade de pla-

nejamento é o teste da Torre de Londres (TL)<sup>17</sup>. Desempenho anormal na TL se associa a lesão prefrontal esquerda ou bilateral<sup>17-19</sup>. Esta relação, contudo, não guarda especificidade topográfica, sendo também observada em processos patológicos que interrompem as ligações fronto-estriadas sem comprometimento direto do córtex prefrontal<sup>20</sup>.

A presente investigação teve dois propósitos: (i) testar a hipótese de que o desempenho executivo pode ser desmembrado e (ii) determinar possíveis correlações entre desempenho executivo e nível ocupacional. Para isto, aplicamos os TW e da TL a uma amostra de indivíduos normais e computamos os coeficientes de correlação entre os resultados que obtiveram nessas tarefas e o índice de funcionamento ocupacional fornecido pela Escala de Funcionamento Global (EFG).

## MÉTODO

Sessenta e um adultos com idades entre 19 e 70 anos e, pelo menos, 7 anos de instrução foram selecionados com base em seu funcionamento cotidiano normal, conforme definido por pontuação na EFG  $\geq 65$ <sup>21</sup>. Todos forneceram consentimento informado por escrito antes de ingressar no estudo. De proveniência variável, na maioria eram parentes de pacientes e da equipe de investigadores, acompanhantes, alunos de graduação médica, e pessoal do corpo de enfermagem e auxiliares. Os testes foram aplicados em ambiente tranquilo, por profissionais qualificados e treinados na ministração de testes neuropsicológicos. As principais características demográficas encontram-se listadas na Tabela 1.

### 1. Medidas de Desempenho Executivo

#### Teste de Wisconsin (TW)

Empregamos o formato de aplicação e pontuação desenvolvido por Heaton e col.<sup>22</sup>, do qual derivamos (i) o número de categorias finalizadas (sucesso global na tarefa) e (ii) o número de erros perseverativos (como medida de perseveração).

#### Torre de Londres

Utilizamos a montagem em madeira da TL<sup>23</sup>. A TL envolve a transposição de três esferas de cores diferentes (vermelha, azul, e verde), a partir de uma posição fixa, de largada ("start position"), para 12 posições-alvo ("goal states"). As esferas são manipuladas, uma a uma, por três hastes verticais de comprimentos diferentes afixadas à base, de modo que a mais curta sustenta apenas uma esfera e a mais longa até três esferas (Figura). Ao sujeito cabe reproduzir as configurações-alvo com o número mínimo de ações, o que lhe é dito de antemão, movendo uma esfera de cada vez. Para aumentar o elemento prospectivo do planejamento, enfatizamos, nas instruções, que visualize mentalmente cada ação antes de mover as esferas. Os

Tabela 1. Características demográficas, resultados neuropsicológicos (médias  $\pm$  desvios-padrão) e valores normais com base nas pontuações-padroneizadas (z-scores) da amostra\*.

	Média ( $\pm$ dp)		1 dp	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Número de participantes	27	34	—	—
Idade (anos)	42 $\pm$ 14		—	—
Instrução (anos)	14 $\pm$ 3	12 $\pm$ 3	—	—
IB	4 $\pm$ 3	7 $\pm$ 5	$\leq$ 9	
MM	29,0 $\pm$ 1,0		$\geq$ 27	
EEp	6 $\pm$ 4		$\leq$ 10	
Torre de Londres				
2 ações (0 - 6)	5,9 $\pm$ 0,2		—	
3 ações (0 - 6)	6,0 $\pm$ 0,6		—	
TLf (0 - 12)	11,5 $\pm$ 0,6		$\geq$ 11	
4 ações (0 - 12)	10 $\pm$ 1	9 $\pm$ 2	—	
5 ações (0 - 12)	9 $\pm$ 2	8 $\pm$ 2	—	
TLd (0 - 24)	20 $\pm$ 2	17 $\pm$ 3	$\geq$ 18	$\geq$ 14
Total (0 - 36)	31 $\pm$ 3	28 $\pm$ 3	$\geq$ 29	$\geq$ 26
Teste de Wisconsin				
Categorias (0 - 6)	4,9 $\pm$ 2,0		$\geq$ 4	
Erros perseverativos (1- 27)	19 $\pm$ 19		$\leq$ 37	
EFG	90 $\pm$ 1	72 $\pm$ 14	$\geq$ 80	$\geq$ 65

\*MM, Mini-exame do estado mental. IB, Inventário de Beck; EEp, Escala de Epworth; TLf, parte fácil da Torre de Londres; TLd, parte difícil da Torre de Londres; EFG, Escala de Funcionamento Global.

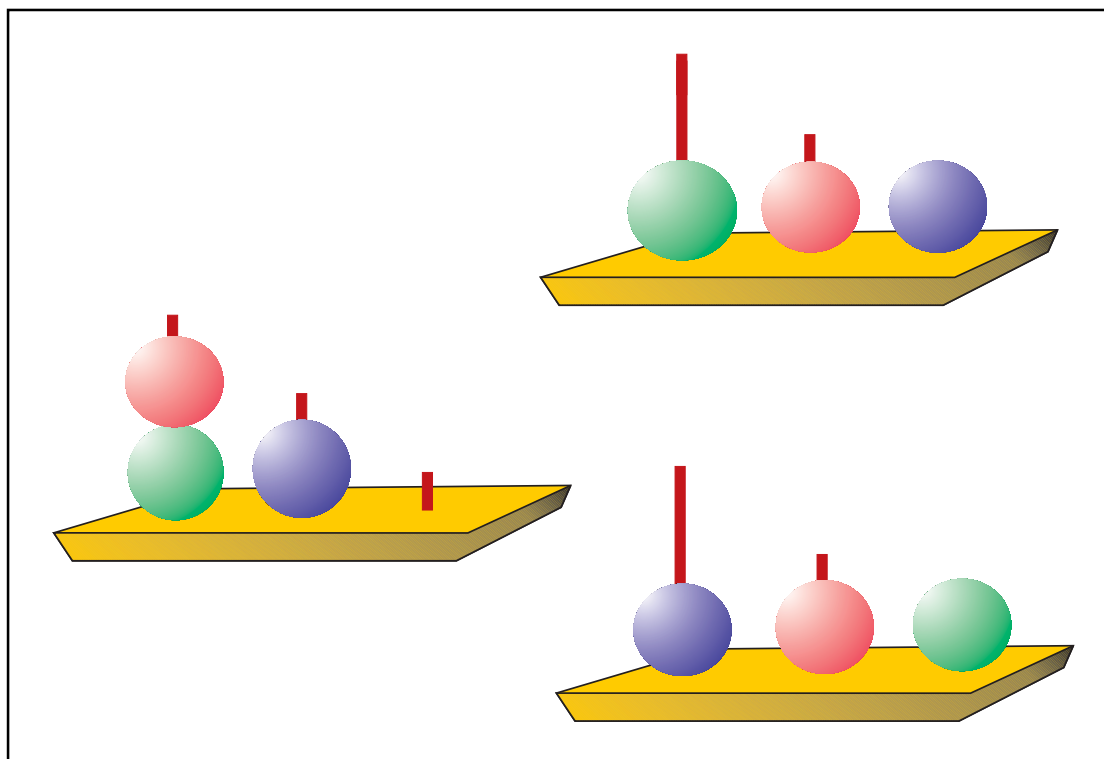


Figura. Torre de Londres (TL). Posição de largada (à esquerda) e exemplo de problema "fácil" (TLf) com 2 ações mínimas (em cima, à direita) e "difícil" (TLd), com 5 ações mínimas.

quatro primeiros problemas exigem duas ou três ações mínimas, e os oito últimos quatro ou cinco ações mínimas. Uma resposta correta significa que a solução foi alcançada com o número mínimo de ações. São permitidas três tentativas para cada problema. Um acerto na primeira tentativa vale 3 pontos, na segunda dois pontos e, na terceira um ponto, o que totaliza um máximo possível de 36 pontos. A complexidade da tarefa aumenta com o número mínimo de ações exigidas para a reprodução das posições-alvo. Os tempos de desempenho não foram considerados neste estudo.

[Os protocolos para construção, ministração, e pontuação da Torre de Londres podem ser obtidos gratuitamente dos autores por solicitação escrita.]

### 2. Estado cognitivo global

O estado cognitivo global foi avaliado pelo Mini-exame do estado mental (MM)<sup>24</sup>.

### 3. Medidas Neuropsiquiátricas

Como a depressão pode modificar de maneira substancial o desempenho neuropsicológico<sup>25</sup>, todos os participantes responderam o Inventário de Beck modificado (IB), instrumento de auto-avaliação voltado para a aferição dimensional de sintomas depressivos<sup>26</sup>. A sonolência diurna e o funcionamento global foram avaliados, respectivamente, pela escala de Epworth (EEp)<sup>27</sup> e pela EFG<sup>21</sup>.

### Análise dos resultados

A associação entre variáveis demográficas, neuropsiquiátricas, e desempenho executivo foi investigada utilizando o coeficiente de correlação de Pearson (*r*). Comparamos as médias dos problemas com 2, 3, 4, e 5 movimentos da TL através de análise de variância para medidas repetidas. Como os resultados dos testes executivos se correlacionaram significativamente com idade e escolaridade e, no caso da TL, com o grau de depressão, esses índices foram covariados em todas as análises. Estipulamos o limiar de significância ( $\alpha$ ) em 0,05, bicaudado, para

Tabela 2. Desempenho de 61 adultos normais na Torre de Londres, de acordo com a complexidade de cada subteste após controle estatístico de idade, escolaridade, e grau de depressão por análise de covariância.

Torre de Londres	Comparações estatísticas*	
2 ações	1 3	g 4, 5
3 ações	1 2	g 4, 5
4 ações		g 2, 3, 5
5 ações		g 2, 3, 4

\*g, diferenças significantes [comparações *post hoc* pelo teste da Menor Diferença Significante:  $F(1,50) = 7,41$ ;  $p < 0,01$ ]. TL; Torre de Londres; TLf; parte fácil da Torre de Londres; TLd; parte difícil da Torre de Londres.

todos os testes estatísticos<sup>28</sup>. Os cálculos foram efetuados no *Statistica for Windows*, v. 5.5 (StatSoft, 1999).

## RESULTADOS

Características demográficas e resultados neuropsicológicos estão apresentados na Tabela 1. Testes de aleatorização (“runs”) revelaram que as principais variáveis genéricas — idade, escolaridade, sonolência diurna e depressão — não sofreram vícios de seleção ( $p \geq 0,13$ ). Não houve diferença na composição de homens e mulheres na amostra ( $\chi^2 = 0,80$ ,  $df = 1$ ,  $p > 0,37$ ).

Como a pontuação total na TL se correlacionou de maneira mais robusta com os problemas de 4 e 5 movimentos ( $r \geq 0,75$ ), colapsamos os problemas com 2-3 e 4-5 movimentos, respectivamente, como Torre de Londres “fácil” (TLf) e “difícil” (TLd)<sup>29</sup>. Esta categorização foi sustentada, também, pelo resultado das comparações entre os quatro graus de complexidade da TL, que não revelou diferenças significantes entre os problemas com 2 e 3 ações mínimas (Tabela 2).

Tabela 3. Correlação entre desempenho executivo e variáveis independentes\*.

Categorias	TW		TL	
		Erros perseverativos	Fácil	Difícil
Idade	- 0,22	0,32	0	- 0,29
Escolaridade	0,32	- 0,37	0,22	0,22
MM	0	- 0,15	0	0,21
IB	0	0	0,21	- 0,32
EEp	0	0	0,30	- 0,23
EFG	- 0,20	0,26	- 0,39	- 0,52

\* valores- $p < 0,05$  em negrito. MM; Mini-exame do estado mental; IB; Inventário de Beck; Eep; Escala de Epworth; EFG; Escala de Funcionamento Global.

### Correlações

Idade, escolaridade, cognição global, grau de depressão, sonolência diurna, e nível ocupacional (Tabela 3).

De modo geral, o desempenho executivo se correlacionou com idade e escolaridade nos sentidos previstos. O grau de depressão exerceu influência adversa apenas sobre o desempenho na TLd. De todos os índices executivos, a TLd foi o único que se correlacionou com o nível ocupacional, associação observada somente para os problemas de 5 ações. Estas correlações mantiveram-se significantes mesmo depois de controlados os efeitos de idade, escolaridade e depressão, tanto para a TLd ( $r = 0,52$ ,  $p < 0,05$ ), quanto para os problemas de 5 ações ( $r = 0,63$ ,  $p < 0,02$ ).

TL e TW - Não houve correlações significantes entre nenhum índice do TW e da TL após controlarmos os efeitos de idade, escolaridade, e depressão.

### Diferenças entre homens e mulheres

O nível de escolaridade ( $t = 2,16$ ,  $p < 0,04$ ) e de funcionamento global ( $t = 2,67$ ,  $p < 0,03$ ) dos homens foi superior ao das mulheres, cujo grau de depressão mostrou-se, por sua vez, maior que o dos homens ( $t = 2,13$ ,  $p < 0,04$ ). O desempenho dos homens foi melhor na TLd ( $t = 3,70$ ;  $p < 0,0001$ ) e na TL total ( $t = 3,81$ ,  $p < 0,0001$ ). Estas diferenças deveram-se ao desempenho masculino nos problemas de 4 ( $t = 3,64$ ,  $p < 0,01$ ) e 5 ( $t = 2,14$ ,  $p < 0,04$ ) ações, que se mantiveram significantes mesmo depois de covariados os efeitos de idade, escolaridade e grau de depressão. Homens e mulheres não diferiram em idade ( $t = 1,62$ ;  $p > 0,10$ ), sonolência diurna excessiva ( $t = 1,31$ ;  $p > 0,19$ ), estado cognitivo global ( $t = 0,20$ ;  $p > 0,84$ ), categorias ( $t = 1,13$ ;  $p > 0,26$ ) e erros perseverativos ( $t = 1,00$ ;  $p > 0,32$ ) do TW, e na Tlf ( $t = 1,10$ ;  $p > 0,27$ ).

As observações acima nos permitiram derivar os pontos de corte listados na Tabela 1, computados pela técnica dos escores padronizados<sup>30</sup>.

## DISCUSSÃO

Os resultados desta investigação favorecem a hipótese de que o comportamento executivo resulta da integração de módulos neuropsicológicos mais simples, como flexibilidade e capacidade de planejamento. Assim, a expressão "comportamento executivo" parece mais adequada para descrever não uma, mas um conjunto de operações neuropsicoló-

gicas, de modo semelhante ao que ocorre, por exemplo, com a memória e a linguagem. Esta conclusão está de acordo com estudos de lesão e imagem funcional que indicam, respectivamente, que o desempenho executivo pode ser comprometido por lesões cerebrais em localizações diferentes e que as áreas ativadas pela execução da TLd e do TW diferem em suas respectivas distribuições espaciais no córtex cerebral<sup>31</sup>.

O desempenho executivo conformou-se à regra de que o funcionamento neuropsicológico tende a declinar com a idade e a ser facilitado pela escolaridade. As diferenças entre gêneros, não tão constantes, tornaram-se evidentes nos problemas mais exigentes da TL, que demandam o exercício do planejamento em forma mais pura. Esta diferença, imprevisível e enigmática, e para a qual não encontramos menção na literatura, merece ser notada para que os pontos de corte sejam corrigidos de acordo com o gênero.

A associação entre desempenho funcional e TLd vem ao encontro da necessidade de sabermos mais sobre as dimensões da vida cotidiana amostrada pelos testes neuropsicológicos. Esta associação assumiu importância adicional por não sofrer influência decisiva de idade, escolaridade, nível de cognição global, sonolência diurna excessiva, e depressão, e por não ter sido observada no TW. No todo, estes resultados indicam que a TLd é capaz de detectar alguma dimensão neurocomportamental diretamente relacionada ao sucesso ocupacional. Embora a EFG forneça uma medida por demais genérica para que possamos identificar que setores específicos da vida cotidiana se relacionam ao desempenho na TLd, a aplicação concomitante de escalas e inventários de resolução de problemas e habilidades sociais deverá fornecer estas respostas<sup>32</sup>. Evidência em apoio da importância da TL como detector de disfunção executiva sutil foi obtida recentemente em pacientes com esquizofrenia residual<sup>33</sup>.

O presente estudo oferece mais uma contribuição para o exame do comportamento executivo na prática clínica. A utilidade dos procedimentos aqui empregados repousa em seu potencial de detecção de disfunções neurocomportamentais sutis, na facilidade de execução, e em seu baixo custo operacional.

Agradecimentos - Os autores agradecem a Jordan Grafman, PhD (National Institutes of Mental Health, EUA), pelas críticas ao manuscrito, e ao sr. Henrique Maniero pela confecção primorosa das Torres de Londres.

## REFERÊNCIAS

1. Lezak MD. The problem of assessing executive functions. *Int J Psychol* 1982;17:281-297.
2. Robbins TW. Dissociating executive functions of the prefrontal cortex. *Phil Trans R Soc Lond B* 1996;351:1463-1471.
3. Masterman DL, Cummings JL. Frontal-subcortical circuits: the anatomic basis of executive, social and motivated behaviors. *J Psychopharmacol* 1997;11:107-114.
4. Tranel D, Anderson SW, Benton AL. Development of the concept of "executive behavior" and its relationship to the frontal lobes. In F Boller, J Grafman (eds). *Handbook of Neuropsychology*, vol. 9. Amsterdam: Elsevier, 1994:125-148.
5. Oliveira-Souza R, Moll J, Passman LJ, Cunha FC, Paes F, Adriano MV, et al. Trail making and cognitive set-shifting. *Arq Neuropsiquiatr* 2000;58:826-829.
6. Anderson SW, Damasio H, Jones RD, Tranel D. Wisconsin Card Sorting Test performance as a measure of frontal lobe damage. *J Clin exp Neuropsychol* 1991;13:909-922.
7. Spreen O, Strauss E. *A Compendium of Neuropsychological Tests. Administration, norms, and commentary*, 2 Ed. New York: Oxford Univ Press, 1998.
8. Gibson JJ. A critical review of the concept of set in contemporary experimental psychology. *Psychol Bull* 1941;38:781-817.
9. Freeman T, Gathercole CE. Perseveration—the clinical symptoms—in chronic schizophrenia and organic dementia. *Brit J Psychiat* 1966;112:27-32.
10. Stuss DT, Levine B, Alexander MP, Hong J, Palumbo C, Hamer L, 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. *Neuropsychologia* 2000; 38:388-402.
11. Berman KF, Ostrem JL, Randolph CR, Gold J, Goldberg TE, Coppola R, et al. Physiological activation of a cortical network during performance of the Wisconsin Card Sorting Test: A positron emission tomography study. *Neuropsychologia* 1995;33:1027-1046.
12. Konishi S, Nakajima K, Uchida I, Kameyama M, Nakahara K, Seikihara K, et al. Transient activation of inferior prefrontal cortex during cognitive set shifting. *Nature Neurosci* 1999;1:80-84.
13. Oliveira DLG, Oliveira-Souza R, Cunha FC, Moll J, Marrocos RP. Dysexecutive amnesia syndrome in neuropsychiatric disorders. The effect of breaking the codes of the Wisconsin Card Sorting Test. *Neurology* 1999;52 (Suppl. 2) A490.
14. Goel V, Grafman J. Role of the right prefrontal cortex in ill-structured planning. *Cog Neuropsychol* 2000;17:415-436.
15. Goel V, Grafman J. Are the frontal lobes implicated in "planning" functions? Interpreting data from the Tower of Hanoi. *Neuropsychologia* 1995;33:623-642.
16. Owen AM. Cognitive planning in humans: neuropsychological, neuroanatomical, and neuropharmacological perspectives. *Prog Neurobiol* 1997;53:431-450.
17. Shallice T. Specific impairments of planning. *Phil Trans R Soc London B* 1982;298:199-209.
18. Levin HS, Fletcher JM, Kufera JA, Harward H, Lilly MA, Mendelsohn D, Bruce D, Eisenberg HM. Dimensions of cognition measured by the Tower of London and other cognitive tasks in head-injured children and adolescents. *Dev Neuropsychol* 1996;12:17-34.
19. Owen AM, Downes JJ, Sahakian BJ, Polkey CE, Robbins TW. Planning and spatial working memory following frontal lobe lesions in man. *Neuropsychologia* 1990;28:1021-1034.
20. Robbins TW, James M, Owen AM, Lange KW, Lees AJ, Leigh PN, et al. Cognitive deficits in progressive supranuclear palsy, Parkinson's disease, and multiple system atrophy in tests sensitive to frontal lobe dysfunction. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1994;57:79-88.
21. American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistic Manual of Mental Disorders*, 4 Ed. (DSM-IV). Washington: American Psychiatric Association 1994: 886.
22. Heaton RK, Chelune GJ, Talley JL, Kay GG, Curtiss G. *Wisconsin Card Sorting Test. Manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources, 1993.
23. Krikorian R, Bartok J, Glay N. Tower of London procedure: A standard method and developmental data. *J Clin Exp Neuropsychol* 1994;16:840-850.
24. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiat Res* 1975;12:189-198.
25. Elliott R. The neuropsychological profile in unipolar depression. *Trends Cog Sci* 1998;11:447-454.
26. Beck AT, Beck RW. Screening for depression in family practice: a rapid technique. *Postgrad Med* 1972;52:81-85.
27. Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep* 1991;14:540-545.
28. Welkowitz J, Ewen RB, Cohen J. *Introductory Statistics for the Behavioral Sciences*, 4 Ed. Philadelphia: Harcourt, Brace, Jovanovich College Publ, 1991.
29. Dagher A, Owen AM, Boecker H, Brooks DJ. Mapping the network for planning: a correlational PET activation study with the Tower of London task. *Brain* 1999;122:1973-1987.
30. Evans JJ, Wilson BA, Emslie H. *Selecting, Administering and Interpreting Cognitive Tests. Guidelines for Clinicians and Therapists*. Bury St. Edmunds: Thames Valley Test Company 1996: 48.
31. Frith C, Dolan R. The role of the prefrontal cortex in higher cognitive functions. *Cog Brain Res* 1996;5:175-181.
32. Dimitrov M, Grafman J, Hollnagel C. The effects of frontal lobe damage on everyday problem solving. *Cortex* 1996;32:357-366.
33. Oliveira DLG, Ignácio FA, Oliveira-Souza R, Cunha FC, Moll J, Marrocos RP. Specific impairments of planning in schizophrenia. Poster. 53 Congress of the American Academy of Neurology. Filadélfia: 2001.