

轻度认知障碍患者计算能力的 fMRI 研究

白静 王荫华* 翁旭初 谢晟

[摘要] 目的 探讨早期诊断 Alzheimer 病的方法,以及轻度认知障碍(MCI)患者计算能力损害的脑功能定位。方法 对 8 例 MCI 患者和 9 例正常对照使用神经心理测定和功能磁共振(fMRI)检查相结合的方法,比较两组反应时间、正确率和 fMRI 的脑激活图。结果 患者的反应时间比对照组延长(退位减法 $P > 0.05$,非退位减法 $P < 0.05-0.01$),正确率降低($P < 0.01-0.001$)。脑激活图显示:患者在左侧前额叶外下部、颞叶外侧和顶叶激活减弱($P < 0.05$),而右侧前额叶外下部激活代偿性增强($P < 0.05$)。结论 MCI 患者的计算功能已有损害。计算功能的 fMRI 与认知神经心理学的联合研究能为早期诊断 AD 提供有力的参考依据。

[关键词] Alzheimer 病;轻度认知障碍;算术计算;功能磁共振

Calculation ability in mild cognitive impairment: A functional magnetic resonance imaging study BAI Jing, WANG Yin-hua, WENG Xu-chu, et al. Neurological Department, Beijing University First Hospital, Beijing 100034, China

[Abstract] **Objective** To explore the early diagnosis of Alzheimer's disease (AD), the arithmetic calculation ability in the patients with mild cognitive impairment (MCI) was detected under the functional magnetic resonance imaging (fMRI), combined with the neuropsychological test. **Methods** 8 patients with MCI and 9 controls matched for the age, gender, level of education and handedness performed the subtraction of two digits presented visually while the MR machine was scanning. The raw data of the fMRI were processed with the software AFNI. The reaction time and correct ratio were analyzed with the statistical software Excel. **Results** Compared with the controls, the patients manifested longer reaction time and lower correct ratio. The patients' brain activation showed significant decrease in the inferior frontal lobe, temporal neocortex and inferior parietal area mainly in the left hemisphere. On the contrary, the activation intensity and extension in the right inferior frontal lobe were increased as compensation. **Conclusions** The patients with MCI have the deficit in calculation ability. The examination of the calculation by means of the cognitive neuropsychology and fMRI test can offer a powerful reference for the early diagnosis of AD.

[Keywords] Alzheimer's disease (AD); mild cognitive impairment (MCI); arithmetic calculation; functional magnetic resonance imaging (fMRI)

中图分类号: R749.1 文献标识码: A 文章编号: 1006-9771(2003)05-0303-04

轻度认知障碍(mild cognitive impairment, MCI)是介于正常老年和痴呆之间的一种认知功能损害状态。Petersen 等估计有 10.0%—15.0% 的 MCI 患者在 1 年后发展为 Alzheimer 病(AD),且 2/3 的 AD 患者是由 MCI 转变而来。许多 MCI 病例事实上就是临床前期的 AD 或 AD 的极早期阶段。AD 的早期就可以出现计算能力的损害^[1]。而认知量表检查发现 MCI 患者认知功能损害与早期 AD 十分相似,除记忆外, MCI 患者的视空间功能、语言序列学习和执行功能也

有异常^[2]。因此我们将认知神经心理学和功能磁共振(functional magnetic resonance imaging, fMRI)联合研究,探讨 MCI 患者在算术计算方面的功能状态,希望能对 AD 的早期诊断^[3-4]有所帮助。

1 对象与方法

1.1 对象 8 例 MCI 患者,其中女 4 例,男 4 例,年龄 69—79 岁(72.9 ± 3.4 岁),大学本科文化程度,符合 MCI 诊断标准,词语回忆测验(4 ± 0.8 分)较正常值低 1.5 个标准差以上,MMSE 23—27 分,平均(24.2 ± 0.6)分,CDR 0.5 分,Hachinski 缺血积分(1.2 ± 0.2)分,Zung 量表 < 45 分;正常对照组 9 例,其中女 4 例,男 5 例,年龄 61—80 岁(72.1 ± 6.8 岁),大学本科文化程度,词语回忆测验(11 ± 1.5)分在正常范围内,MMSE 29 分以上,平均(29.6 ± 0.5)分,CDR 0 分,Hachinski 缺血积分(1.8 ± 0.3)分,Zung 量表 < 45 分。两组被试均无脑外伤、脑血管意外及精神病史,无严重的系统疾病史和精神病药物服用史。除 3 例 MCI 患者有可疑痴呆家族史外,其余无痴呆家族史。

1.2 方法

1.2.1 实验任务 实验任务采用组块设计(Block design)。刺激组块与基线组块交替出现,无提示语。基

作者单位:1. 100034 北京市,北京大学第一医院神经内科(白静、王荫华);2. 100034 北京市,北京大学第一医院磁共振室(谢晟);3. 100101 北京市,中国科学院心理所(翁旭初)。作者简介:白静(1973-),女,重庆市人,在读医学博士,主要研究方向:老年痴呆的临床和基础研究。* 通讯作者:王荫华(1942-),女,北京市人,硕士,教授,博士生导师,中国阿尔茨海默病协会副主席,中国老年性痴呆科学家协会理事,中国药理学会抗衰老与老年痴呆专业委员会理事,中国老年学学会医药保健康复委员会副主任。曾获国家教委科技进步一等奖、北京市科技进步二等奖、国家科技进步二等奖。主要研究方向:临床神经心理学,认知神经心理学,老年痴呆的临床和基础研究。

线组块播放位于画面中心的“+”,持续停留21秒。刺激组块由连续播放的10个竖写两位数减法算式(黑白图)组成,减法算式个位和十位分别对齐,每个算式停留3秒,1组刺激共30秒。随机排列的6个刺激组块中有两个刺激组块所给得数为0(低难度任务),剩下4个刺激组块所给得数不为0,其中两组需退位计算(高难度任务),另两组不需退位计算(中难度任务)。每个算式均已给出得数。所给得数有对有错,正确与错误各占50%。被试者要对每个减法算式的得数做出正误判断:正确按右键,错误按左键。任务指令通过1台LCD投影仪投射到位于检查床足侧的白色幕布上。被试通过头线圈上的折射镜可以获知幕布上呈现的任务,分别用左手或右手拇指按键做出相应的反应。此任务耗时5分27秒。

1.2.2 功能磁共振扫描过程和序列参数 在通用电气公司生产的1.5T GEMRTWIN实时成像全身磁共振扫描仪上进行。首先进行轴位T₁解剖像扫描,采用SE序列,扫描参数:TR:1923.5ms,TE:7.4ms,层厚:5mm,间隔:1.5mm,矩阵:256×256,从枕大孔到头顶共16层。然后扫描3D像并重建图像,扫描序列为SPGR,扫描参数:TR:11.3ms,TE:4.2ms,flip angle:15°,层厚:1.6mm,间隔:-0.8mm,矩阵:256×192,重建后为256×256。功能磁共振扫描采用EPI序列,扫描参数:TR:3000ms/层,TE:40ms,flip angle:90°,层厚:5mm,间隔:1.5mm,矩阵:64×64,定位与解剖像一致,从枕大孔到头顶共16层。

1.2.3 数据处理 行为数据:应用Excel统计软件对轻度MCI患者与正常对照的正确反应时间和正确率进行组间双样本的t检验和组内配对t检验。

脑功能成像数据:采用AFNI(Analysis of Functional NeuroImages)软件包对数据进行预处理和统计分析。首先对功能像进行三维头动校正,并与三维像配准,然后进行线性去漂移、时间平滑和空间平滑处理(各向同性高斯平滑,FWHM=8mm),根据实验任务对每个研究对象的数据进行反卷积和多重线性回归分析,得到每个体素的统计值F,统计值用伪彩色显示,并叠加于三维结构像上生成统计参数图(statistical parametric map),域值为:P<1.0×10⁻⁷,激活区体积≥100mm³。然后进行空间标准化,分别在3种难度的任务下进行组间双样本的t检验,找出激活强度有显著性差异(P<0.05)的区域。

2 结果

患者做出正确判断的反应时间比正常对照延长,在高难度任务时差异无显著性,在中难度和低难度任务时,差异有显著性(P<0.05—0.01)。患者和正常对照的反应时间均随任务难度的升高而延长。正常对照

的反应时间在各个难度之间均有非常高度显著性差异(P<0.001);患者在完成高难度任务时的反应时间显著长于低难度任务(P<0.01),而相邻两难度任务间的反应时间无显著性差异(P>0.05)。

患者在各种难度任务下的正确率均显著低于正常对照(P<0.01—0.001)。患者和正常对照的正确率均随任务难度的升高而降低。正常对照完成高难度任务的正确率显著低于另两个难度,而中、低难度间的正确率差异无显著性;患者完成高难度任务的正确率显著低于低难度任务,而相邻两难度任务间的正确率差异无显著性。见表1—4。

表1 3种难度任务下两组反应时间比较(x±s)

任务	正常组(ms)	患者组(ms)	P值
高难度	2168.5±464.6	2250.8±656.1	>0.05
中难度	1888.8±447.6	2048.9±459.4	<0.05
低难度	1690.6±459.1	1910.1±547.1	<0.01

表2 3种难度间的反应时间比较

任务	正常组P值	患者组P值
高难度-中难度	<0.001	>0.05
高难度-低难度	<0.001	<0.01
中难度-低难度	<0.001	>0.05

表3 3种难度下两组正确率比较(x±s)

任务	正常组	患者组	P值
高难度	0.622±0.245	0.156±0.108	<0.001
中难度	0.906±0.110	0.375±0.284	<0.001
低难度	0.939±0.078	0.475±0.323	<0.01

表4 3种难度间的正确率比较

任务	正常组P值	患者组P值
高难度-中难度	<0.01	>0.05
高难度-低难度	<0.001	<0.05
中难度-低难度	>0.05	>0.05

功能磁共振结果(F>32.68,P<1.0×10⁻⁷):患者在双侧额叶、颞枕交界处(梭状回和颞中、下回后部)、顶上区和顶下区以及枕叶有激活。正常人在双侧额叶(主要为左侧额中、下回)、双侧岛叶、左侧颞上回、双侧颞枕交界处(梭状回、颞中回、颞下回)、顶上区和顶下区(左侧为主)以及枕叶有激活。患者在左侧额叶外下部(额中、下回)、左侧颞上回的激活比正常对照显著减弱(P<0.05),而在右侧前额叶外下部则显著增强(P<0.05),范围增加。在高难度任务时,患者左侧顶下叶的激活较对照组减弱。

3 讨论

从正常对照的组内反应时间和正确率可以看出,高、中、低三种难度的任务之间确实存在难度梯度。MCI患者由于计算能力下降,无论是反应时间还是正确率,在相邻两难度的任务之间无明显差异,只是在高难度和低难度任务之间有显著性差异。

两组间相比较,在完成高难度任务时,由于正常对照也较吃力,所以在反应时间与患者没有显著差异,但在各个难度的正确率上仍显著高于患者。

本实验设计的题目非常简单,需要先得出准确的答案再判断得数的正误,因此我们推测被试者应更多地采用以语言为基础的形式提取算术得数^[6]。结果也显示,正常对照在实验中虽然不能说话(避免头动),但在左侧大脑半球组成语音环^[7]的缘上回(顶下小叶内)、岛叶、额叶下部(包括 Broca 区)和与语言理解有关的颞叶上部均有激活,这与有关文献报道的准确计算显示了大片的严格限制在左侧额叶下部的激活^[6]有相同之处。并且在 3 种难度下,患者在左侧额叶下部、颞叶上部激活强度较正常对照减低,说明与简单算术计算有关的语言网络功能受损。虽然脑激活结果提示语言区出现早期的损伤,但本实验中患者的语言障碍不十分明显,仅在病史中偶有言语犹豫的现象,这与文献中轻度 AD 患者计算和语言功能障碍可分离^[8]的报道相一致。

被试利用贮存于语义记忆系统的算术知识^[9]进行解答,因此需要语义呈现的过程。本实验中被试者在左侧颞叶有激活正是因为左侧颞叶是关键的语义呈现部位,而患者在左侧颞叶新皮层(特别是颞下回)的激活减弱说明患者在计算过程中对数字的语义呈现有缺陷,与文献对早期 AD 患者失算的神经心理学^[8]和 PET^[10]研究结果一致,并且和 AD 患者判断词语语义的记忆实验有类似之处。在那个实验中 AD 患者颞叶激活减弱,但他通过激活正常对照激活区周围的部位,或通过募集对侧大脑半球相应区域来代偿。而本实验中 MCI 患者则在右侧前额叶外下部通过增加激活强度和范围来获取代偿。

本实验的两组被试者在前额叶(额中回)也有激活是因为额叶还负责重要的执行和注意功能,参加推理和抽象思维等高级认知功能^[11],并且与工作记忆有关。在计算中额叶的执行-注意系统允许从语义系统中恢复抽象的算术知识和产生数字反应^[8]。已知 AD 患者的执行和注意功能障碍在记忆缺陷出现之后即可发生(早于语言和视空间功能障碍)^[12],因此它对轻度 AD 患者的计算能力下降应起一定的作用(也有文献报道轻度 AD 患者在计算障碍和执行-注意功能减退之间可出现分离)。本实验中 MCI 患者在前额叶的激活减弱可能在一定程度上反应了计算中执行和注意功能的下降。工作记忆用于短暂存储和处理需要推理的信息,在本实验的退位减法中显得尤为重要。正常老年人可出现工作记忆容量减少和信息加工速度减慢的退行性改变,从而影响运算速度和正确率,MCI 病人的此种改变可能更明显。

本实验中两组被试者在双侧顶叶的激活,特别是左侧顶下小叶和双侧顶部皮层(BA7 区)的激活与 AD 患者在 PET 下进行计算时的激活结果一致。在 fMRI 下对正常人的研究认为,近似估计比准确计算在双侧顶叶显示了更强的激活^[6]。本实验的患者仅在做退位减法时有顶下区的激活较正常对照减弱,可能是在退位减法时需要增加与顶叶功能有关的运算步骤,如需要在“十位”和“个位”双重单位系统之间进行“移位”^[9],或近似估计等,说明此种情况下患者比正常对照有更大的困难,在启动更多的与计算有关的神经网络储备时的能力下降。

无论是患者还是正常对照,在做退位减法时需要增加额叶的工作记忆,顶叶的“空间”“移位”功能,所以要比做另两种难度的任务有更大的困难,体现为反应时间显著延长和正确率显著下降,支持行为实验的结果。

我们看到,在进行计算任务时脑区的激活并没有限制在 1 个区域内,这提示计算过程涉及到几个不同皮层区域的协调与合作,这是由计算过程的复杂性决定的。McCloskey 等人提出的算术模型中,从开始时的数字理解机制,实际计算时互相独立的数学事实提取和计算程序操作机制,直到最后的数字输出机制都似乎由不同的脑区完成^[10]。所以我们看到的是整个神经网络的活动。

本实验中的 MCI 患者在 3 种计算难度任务下脑激活强度均比正常对照减低,我们推测其原因可能为:①与病理变化有关的脑灌注减少:有文献报道,AD 患者尸检时均发现原因不明的脑毛细血管变性,电镜下可见毛细血管基底膜增厚,内皮向管腔压迫,管腔迂曲、狭窄,膜周细胞变性,这些变性的毛细血管在海马最为常见,而淀粉样蛋白的沉积则主要在脑小动脉的平滑肌细胞,不累及毛细血管的内皮和血脑屏障^[13]。以上的血管变化导致相应的代谢降低,由此得出脑部的低灌注先于低代谢出现^[13],并且局部低灌注造成的氧合血红蛋白降低可能大于低代谢导致的氧耗降低,使氧合血红蛋白与去氧血红蛋白比值下降,磁共振信号减弱,脑激活强度降低^[14]。此外,因为上述血管变性,血管管腔缓慢闭塞,逐渐导致局部血管分布密度降低,限制了血液动力学反应神经活动精确模式的程度^[14],影响了 fMRI 信号的空间分辨率,致使相应部位的磁共振信号降低,脑激活范围减小。以上的推断虽然是建立在 AD 患者的病理结果上,但在 Davis 等人的回顾性研究中,及在 DeKosky 等人的前瞻性研究中都有将近 60% 的 MCI 患者的尸检有 AD 的病理变化,在 Petersen 和 Morris 的研究中这个比例更高。因此我们认为 MCI 作为极早期的 AD,也可用上述原因解释。②因认知功

能缺陷, MCI 患者不能胜任所给的任务, 无法充分调动神经网络的活动, 神经元电活动减低反馈性引起脑局部供血减少, 同样因供血的减少大于能量的低消耗, 使磁共振信号减弱。本实验不能证明以上的推测, 真正的原因有待进一步研究。综上所述, 计算功能的 fMRI 与认知神经心理学^[15]的联合研究能够较为明确地得出 MCI 患者计算功能损害的结论, 为早期 AD 的诊断提供了有力的参考依据。

致谢: 感谢通用电气华伦医疗设备有限公司 (GE Medical system China) 的李寰中先生 (软件工程师) 编写了实验任务程序。

[参考文献]

[1] 陈晓红, 王荫华. 轻度认知损害—AD 的极早期阶段 [J]? 中华神经科杂志, 2002, 35(6) 374—376.
 [2] Hirono N, Mori E, Ishii K, et al. Regional metabolism: associations with dyscalculia in Alzheimer's disease [J]. J Neurosurg Psychiatry, 1998, 65: 913—916.
 [3] 王荫华. AD 的临床表现与早期识别 [J]. 中国全科医学杂志, 2001, 4(12): 937—939.
 [4] 王荫华. 老年性痴呆的神经心理学 [A]. 见: 盛树力. 老年性痴呆: 从分子生物学到临床诊治 [C]. 北京: 科学技术文献出版社, 1998. 23—43.
 [5] 褚月发, 戴三冬, 高素荣. 痴呆诊疗学 [M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1998. 29—30.
 [6] Dehaene S, Spelke E, Pined P, et al. Sources of mathematical

thinking: behavioral and brain-imaging evidence [J]. Top Magn Reson Imaging, 1999, 10(1) 3—15.
 [7] Gron G, Bittner D, Schmitz B, et al. Hippocampal activations during Repetitive Learning and recall of geometric patterns [J]. Learning Memory, 2001, 8: 336—345.
 [8] Carlomagno S, Iavarone A, Nolfi G, et al. Dyscalculia in the early stages of Alzheimer's disease [J]. Acta Neurol Scand, 1999, 99(3): 166—174.
 [9] 陈海波. 符号(准空间) 综合障碍 [A]. 见: 汤慈美. 神经心理学 [C]. 北京: 人民军医出版社, 2001. 67.
 [10] Rueckert L, Lange N, Partiot A, et al. Visualizing cortical activation during mental calculation with functional MRI [J]. Neuroimage, 1996, 3: 97—103.
 [11] Waxman SG. Correlative Neuroanatomy [M]. 24th ed. 北京: 人民卫生出版社, 2001. 264.
 [12] Richard J, Perry, John R. Attention and executive deficits in Alzheimer's disease—A critical review [J]. Brain, 1999, 122(3) 383—404.
 [13] De la Torre JC. Alzheimer disease as a vascular disorder—nosological evidence [J]. Stroke, 2002, 33: 1152—1162.
 [14] 刘昌, 翁旭初. 人脑功能磁共振成像及其在认知神经科学研究中的应用 [J]. 生理科学进展, 1999, 30(1): 84—90.
 [15] 王荫华. 认知神经心理学—认知研究领域的新生儿 [J]? 中华神经科杂志, 2002, 35(6) 321—323.

(收稿日期 2003-04-04)

· 临床康复 ·

急性脊柱脊髓损伤患者低钠血症的临床表现

郭险峰 关骅

[摘要] 目的 探讨急性脊柱脊髓损伤患者低钠血症的临床发病情况、发生机制和治理措施。方法 对 99 例急性脊柱脊髓损伤后发生低钠血症患者的临床资料做回顾性分析。结果 患者的临床表现可分为 3 类: 第一类胸腰脊髓损伤患者占多数, 平均最低血钠(128.6 ± 6.6) mmol/L, 平均低钠持续时间(8 ± 5.3) 天, 经积极补钠和/或适当限水, 患者的血钠水平多在两周内恢复并稳定在正常水平; 第二类全部为颈脊髓损伤患者, 平均最低血钠(125.1 ± 6.0) mmol/L, 持续时间平均(26.7 ± 17.0) 天, 尿钠 200 mmol/24h, 补钠效果较差; 第三类全部为颈脊髓损伤患者, 平均最低血钠(118.3 ± 9.4) mmol/L, 低钠血症持续时间平均(36.8 ± 5.4) 天, 尿钠 200—400 mmol/24h, 持续 4 周以上尿量超过 4000 ml, 补钠可使血钠进一步下降, 限水治疗有效。结论 应根据脊柱脊髓损伤患者低钠血症的发生机理和临床表现采取不同的治理措施。

[关键词] 脊髓损伤, 低钠血症

Clinical character of hyponatremia after actue spinal cord injury GUO Xian-feng, GUAN Hua. Department of spine and spinal cord surgery, BeiJing Charity Hospital, Beijing 100077, China

[Abstract] **Objective** To define the occurrence rate, time course, potential etiologic factors, treatment and prognosis of hyponatremia in patients with actue spinal cord injury. **Methods** 99 patients who were admitted with hyponatremia after acute spinal cord injury were analysed retrospectively. **Results** All these patients could concluded into three types: type I were mostly the patients with thoracic and lumbar spinal cord injury whose mean lowest serum natrium concentration (MLSNC) were (128.6 ± 6.6) mmol/L, continued (8 ± 5.3) days and it could be recovered after two weeks by accurate supply natrium and/or fluid restriction. Type II

作者单位: 100077 北京市, 北京博爱医院脊柱脊髓外科。作者简介: 郭险峰(1969-) 男, 北京市人, 硕士, 主治医师, 主要研究方向: 脊柱脊髓损伤的治疗与康复。

万方数据

轻度认知障碍患者计算能力的fMRI研究

作者: [白静](#), [王荫华](#), [翁旭初](#), [谢晟](#)
 作者单位: [白静, 王荫华\(100034, 北京市, 北京大学第一医院神经内科\)](#), [翁旭初\(100101, 北京市, 中国科学院心理所\)](#), [谢晟\(100034, 北京市, 北京大学第一医院磁共振室\)](#)
 刊名: [中国康复理论与实践](#) **ISTIC**
 英文刊名: [CHINESE JOURNAL OF REHABILITATION THEORY AND PRACTICE](#)
 年, 卷(期): 2003, 9(5)
 被引用次数: 14次

参考文献(15条)

1. [陈晓红;王荫华](#) [轻度认知功能损害——AD的极早期阶段?](#)[期刊论文]-[中华神经科杂志](#) 2002(06)
2. [Hirono N;Mori E;Ishii K](#) [Regional metabolism: associations with dyscalculia in Alzheimer's disease](#) 1998
3. [王荫华](#) [AD的临床表现与早期识别](#)[期刊论文]-[中国全科医学](#) 2001(12)
4. [王荫华](#) [老年性痴呆的神经心理学](#) 1998
5. [褚月发;戴三冬;高素荣](#) [痴呆诊疗学](#) 1998
6. [Dehaene S;Spelke E;Pine1 P](#) [Sources of mathematical thinking: behavioral and brain-imaging evidence](#)[外文期刊] 1999(01)
7. [Gron G;Bittner D;Schmitz B](#) [Hippocampal activations during Repetitive Learning and recall of geometric patterns](#)[外文期刊] 2001
8. [Car1omagno S;Iavarone A;Nolfe G](#) [Dyscalculia in the early stages of Alzheimer's disease](#)[外文期刊] 1999(03)
9. [陈海波](#) [符号\(准空间\)综合障碍](#) 2001
10. [Rueckert L;Lange N;Partiot A](#) [Visualizing cortical activation during mental calculation with functional MRI](#)[外文期刊] 1996
11. [Waxman SG](#) [Correlative Neuroanatomy 24th ed](#) 2001
12. [Richard J;Perry;John R](#) [Attention and executive deficits in Alzheimer's disease-A critical review](#)[外文期刊] 1999(03)
13. [De la Torre JC](#) [Alzheimer disease as a vascular disorder -nosological evidence](#)[外文期刊] 2002
14. [刘昌;翁旭初](#) [人脑功能磁共振成像及其在认知神经科学研究中的应用](#) 1999(01)
15. [王荫华](#) [认知神经心理学——认知研究领域的新生儿?](#)[期刊论文]-[中华神经科杂志](#) 2002(06)

本文读者也读过(9条)

1. [谢晟. 肖江喜. 蒋学祥](#) [正常老年人计算任务的脑功能磁共振成像研究](#)[期刊论文]-[北京大学学报\(医学版\)](#) 2003, 35(3)
2. [白静. 王荫华. 翁旭初. 谢晟. 黄一宁](#) [轻度认知障碍患者视空间功能的fMRI研究](#)[期刊论文]-[中国神经科学杂志](#) 2003, 19(5)
3. [谢晟. 肖江喜. 白静. 蒋学祥](#) [正常老年人无意义图形记忆任务的fMRI研究](#)[期刊论文]-[中国医学影像技术](#) 2004, 20(4)
4. [闵肖岚](#) [复方孔圣枕中丹治疗围绝经期妇女情绪异常的疗效总结](#)[期刊论文]-[内蒙古中医药](#) 2010, 29(1)
5. [王荫华. 白静. 翁旭初. 谢晟. 肖江喜](#) [轻度认知障碍患者记忆力的功能磁共振研究](#)[期刊论文]-[中国康复理论与实践](#) 2004, 10(3)
6. [杨金升. 于伟玲. 王悦东. YANG Jin-sheng. YU Wei-ling. WANG Yue-dong](#) [帕金森病诊断治疗和康复中的量表应用](#)[期刊论文]-[现代康复](#) 2000, 4(2)
7. [左红香](#) [孔枕益智片的研制](#)[学位论文] 2006
8. [肖江喜. 白静. 谢晟. 蒋学祥](#) [早期Alzheimer病算术计算的功能磁共振研究](#)[会议论文]-2003
9. [李春波. 申远. 吴文源. 杨振燕. 王培军. 翁旭初. 张明园. LI Chun-bo. SHEN Yuan. WU Wen-yuan. YANG Zhen-yan. WANG Pei-jun. WENG Xu-chu. ZHANG Ming-yuan](#) [脑老化的异质性:功能磁共振成像的初步对照研究](#)[期刊论文]-[中华医学杂志](#)

引证文献(16条)

1. 张媛媛, 李秀艳, 李密, 孟庆慧. 轻度认知障碍患者简单加法计算的事件相关电位早成分[期刊论文]-中国老年学杂志 2011(3)
2. 张媛媛, 李秀艳, 李密, 孟庆慧. 轻度认知障碍患者单位数加法的ERP早成分研究[期刊论文]-潍坊医学院学报 2009(2)
3. 张媛媛, 李秀艳, 李密, 孟庆慧. 轻度认知障碍患者简单加法计算的事件相关电位早成分[期刊论文]-中国老年学杂志 2011(3)
4. 尹映丽, 杨小庆, 刘斌, 杨明. 正常老年人与轻度认知功能障碍患者计算任务的功能磁共振研究[期刊论文]-中国CT和MRI杂志 2008(4)
5. 杨晓娜, 王荫华. 阿尔茨海默病患者语言认知研究进展[期刊论文]-中国康复理论与实践 2005(5)
6. 王荫华, 杨晓娜, 周晓林. 轻度阿尔茨海默病及轻度认知障碍患者汉语单字启动命名反应时研究[期刊论文]-中国康复理论与实践 2005(5)
7. 王荫华, 周爱红, 周晓林. 轻度阿尔茨海默病患者的注意功能反应时研究[期刊论文]-中华神经科杂志 2006(2)
8. 薛蕴菁, 周作福, 苏宇征, 段青. 轻度血管性认知障碍患者计算能力的功能MRI研究[期刊论文]-磁共振成像 2012(6)
9. 杨永秀, 蒋正言. 功能磁共振成像在阿尔茨海默病患者认知功能领域的研究进展[期刊论文]-中国老年学杂志 2005(12)
10. 周爱红, 王荫华. 轻度阿尔茨海默病和轻度认知功能障碍患者的注意功能障碍[期刊论文]-中国康复理论与实践 2005(5)
11. 杨永秀. 正常人工作记忆时脑功能磁共振成像研究[学位论文]硕士 2006
12. 刘书芳, 倪朝民. 脑功能定位的相关研究与临床应用[期刊论文]-中国康复理论与实践 2006(10)
13. 李传明, 王健, 周代全, 程琳. 血管性认知损害的影像学研究进展[期刊论文]-中华全科医学 2011(10)
14. 杨延辉, 李坤成. 轻度认知功能损害的MRI研究进展[期刊论文]-临床放射学杂志 2011(5)
15. 闫立平. 基于fMRI的穴位刺激与脑皮层功能兴奋区相关性的研究[学位论文]博士 2005
16. 冯晓源, 刘含秋. 功能磁共振成像在中国的研究现状[期刊论文]-中国医学计算机成像杂志 2004(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgkfllys200305023.aspx