

· 临床研究 ·

维吾尔语和汉语两种语言任务激活脑区差异性的 fMRI 研究

席艳玲 姜春晖 张俊然 库尔班乃木·卡合曼 张小宁

【摘要】目的 探索母语为维吾尔语(维语)和汉语健康人在执行语义辨别和动词产生两种语言任务时的脑激活差异区,并初步探讨维语脑加工处理机制。**方法** 采用血氧水平依赖性功能磁共振成像(BOLD-fMRI)技术,采集 15 例维吾尔语健康志愿者(维语组)和 15 例汉语健康志愿者(汉语组)执行语义辨别和动词产生两种语言任务时的 fMRI 数据,并进行 2 组数据统计学比较。**结果** 语义辨别任务时,维语组左侧扣带回(BA23)和中线处楔前叶等局部脑区可见明显的正激活,与汉语组相比,差异有统计学意义($P < 0.05$)。动词产生任务时,维语组左侧颞下回(BA37)、顶下小叶、梭状回和海马旁回等局部脑区可见明显激活,与汉语组相比,差异有统计学意义($P < 0.05$);汉语组则在右侧颞上回(BA38)可见明显的激活,与维语组相比,差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 维语和汉语语义辨别和动词产生激活脑区不完全相同,左侧扣带回在维语语义加工中可能更多参与语音加工;汉字加工处理可能比维文加工有更多的右半球参与。

【关键词】 维吾尔语; 汉语; 语义辨别; 动词产生; 功能磁共振成像

The cortical organization in language tasks of Mandarin and Uyghur speakers XI Yan-ling*, JIANG Chunhui, ZHANG Jun-ran, Kurbanam KAHIRMAN, ZHANG Xiao-ning. *Department of Rehabilitation Medicine, The First Affiliated Hospital of Xingjiang Medical University, Urumuqi 830054, China

Corresponding author: ZHANG Xiao-ning, Email: zxn-1960@163.com

【Abstract】 Objective To observe the difference in activated brain regions when speaking Mandarin and Uyghur. **Methods** Blood oxygenation level dependent magnetic resonance imaging (BOLD-fMRI) was used to scan the brains of 30 healthy, right handed volunteers-15 native Uyghur speakers and 15 native Mandarin speakers-while they performed semantic identification and verb generation tasks. The fMRI data were used to generate statistical parametric maps of the brain areas activated by each task. **Results** In the semantic identification task the left anterior cingulate gyrus (BA23) and the midline mesophyll wedge were activated significantly more strongly in the Uyghur group compared with the Mandarin speakers. In the verb generation task the left inferior temporal gyrus (BA37), the inferior parietal lobule, the fusiform gyrus and the parahippocampal gyrus in the Uyghur group were all significantly more active. The right superior temporal gyrus (BA38) in the Mandarin group was significantly more active during verb generation than among the Uyghur speakers. **Conclusions** The brain regions activated during semantic processing and verb generation differ when speaking Uyghur and Mandarin. The cingulate gyrus and the praecuneus are more involved in Uyghur-language semantic processing, especially the left anterior cingulate gyrus. The right hemisphere is more important in Mandarin processing than in Uyghur.

【Key words】 Uyghur; Mandarin; Semantic identification; Verb generation; Functional magnetic resonance imaging

脑语言加工机制研究成为近年来多学科关注的热点之一,但国内目前主要集中于汉语,鲜见少数民族语言加工机制的研究,如维吾尔语(简称维语)。目前仅见姜梅等^[1,2]报道的维语语义加工脑区 2 篇文献,未见维、

汉语言功能区差异性方面的报道。研究母语为维语和汉语的健康人脑语言功能区,不仅有助于探索语言理解和产生的神经机制,而且在临床上对于了解脑损伤后语言障碍及其康复机制有极其重要的意义,也为揭示语言加工脑机制的普遍性和特殊性提供重要资料。本研究采用血氧水平依赖性功能磁共振成像(blood oxygen level dependent-functional magnetic resonance imaging, BOLD-fMRI)技术探索母语为维语和汉语的健康人在执行语义辨别和动词产生两种语言任务时脑激活区的差异,旨在探讨维语大脑语言加工的处理机制。

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.11.004

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81260181);新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(2010211B18)

作者单位:830054 乌鲁木齐,新疆医科大学第一附属医院康复医学科(席艳玲、库尔班乃木·卡合曼),影像中心(姜春晖),神经内科(张小宁);四川大学医学信息系(张俊然)

通信作者:张小宁,Email:zxn-1960@163.com

对象与方法

一、研究对象及分组

选取 30 例非语言专业在校健康大学生志愿者参与本研究,其中维吾尔组(母语为维吾尔语)15 例,为新疆医科大学临床医学本科一年级维吾尔族大学生;汉语组(母语为汉语)15 例,为新疆医科大学临床医学本科三年级汉族大学生。所有研究对象(被试)裸视或矫正视力均正常,排除精神障碍病史者,无脑及全身器质性疾病。实验前,先进行详细的语言功能检查,包括语言流利度、自发口语表达、听理解、命名、复述、阅读及理解等,全部被试均为右利手,并签署知情同意书。

2 组被试在言语流利性和阅读项目的数字经统计学分析比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),不具有可比性;但 2 组性别、年龄、受教育年限等一般资料以及其他语言功能检查指标经统计学分析比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性,详见表 1。

二、研究方法

1. 实验任务:实验任务采用视觉呈现的方式。刺激模式采用组块设计模式(block design paradigm),功能扫描流程:刺激态与静息态交替,扫描初始的 18 s 是采集信号数据作为基线,数据并不列入统计,后进入 9 次的组块序列,即语义辨别任务刺激态要求被试在最短的时间内判断呈现在屏幕中央的 3 个不同维吾尔或汉语词组中,下行 2 个词组中哪一个与上行的词组在语义上联系更紧密,每组词呈现 3 s,共呈现 10 次,然后进入静息态持续 30 s;动词产生任务首先在屏幕中央呈现一个单字名词,时间为 2 s,然后注视屏幕中央的“+”号,与此同时要求被试想象该名词相关的二字动词,时间为 3 s,在刺激态 30 s 内,2 种状态交替呈现 6 次,然后进入静息态 30 s。2 种语言任务均反复循环 9 次,每组块 60 s 序列,共扫描 9 min 18 s。维吾尔被试采用维吾尔语,汉语被试采用汉语,内容完全相同。实验开始前对被试进行模拟训练,使其熟悉整个实验过程,减少由于可能存在的紧张、焦虑等情绪对实验造成的影响。被试取仰卧位,用海绵填塞头部和线圈之间的空隙,嘱被试在实验过程中保持身体静止不动,均匀呼吸,注视显示屏中央并保持头部不动。

2. MR 图像采集:采用 GE Signa 3.0T 超导磁共振仪扫描系统采集图像,用 8 通道头线圈接收信号。首

先用 3D 薄层扫描序列,获取颅脑横轴面 T_1WI ,扫描参数:TR 550 ms,TE 67 ms,层厚 1.0 mm,无间隔,视野 240 mm × 240 mm,矩阵 320 mm × 192 mm,从颅底到顶叶共 136 层;再用梯度回波平面成像 (gradient-echo echo planar imaging, GRE-EPI) 序列,进行 BOLD 信号的数据采集,扫描参数:TR 2000 ms,TE 30 ms,层厚 5.0 mm,无间隔,翻转角 90°,视野 240 mm × 240 mm,矩阵 960 mm × 960 mm,从颅底到顶叶共 25 层,每层采 279 帧,共采集 6975 帧图像,采集时间为 558 s。

3. 数据处理:图像预处理和分析使用统计参数图 (statistical parametric mapping 5, SPM5),去除最初 9 个时间点的数据,经时间对齐、头动校正,再标准化到 SPM5 蒙特利尔神经病学研究所 (Montreal Neurological Institute, MNI) 标准模板上,每个像素被重新采样为 3 mm × 3 mm × 3 mm。采用一般线性模型 (general linear model, GLM) 对功能图像的时间序列进行参数估计,然后通过随机效应分析,获得统计参数图。以经血流动力学函数卷积后的刺激模式函数作为设计矩阵,通过设计矩阵进行参数估计,然后对参数进行统计学检验,具体得出每个体素的 t 值。将大于选定阈值的激活参数图叠加于 MNI 标准脑的 T_1 模板,获得激活的二维图。采用 SPM 的插件获得每一个激活区的空间坐标,对应 MNI 标准脑功能定位和激活体素的大小。

三、统计学分析

所得数据由 SPSS 17.0 版统计学软件处理分析。首先对每组数据分别进行正态性检验,在满足正态分布的前提下,组内数据采用双样本 t 检验。影像分析使用 SPM5 进行个体分析和组分析,个体分析时首先去掉了头动校正时产生的头动数据影响,组分析时去掉 2 组之间的年龄、性别、全脑信号均值等影响因素;统计阈值设为校正的 $P \leq 0.05$,阳性发现错误率 (false discovery rate, FDR) 校正之后, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、语义辨别任务行为学差异比较

实验时,所有被试对测试均做出快速按键判断,记录反应时间 (reaction time, RT) 438.5 ~ 862.0 ms,平均 658.0 ms。其中维吾尔组 RT 469.5 ~ 862.0 ms,平均 674.5 ms,汉语组 RT 438.5 ~ 798.0 ms,平均 641.5 ms,2 组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 1 2 组被试的一般资料和语言功能检查

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	受教育 年限(年)	言语流利性 (字/分, $\bar{x} \pm s$)	语言功能检查($\bar{x} \pm s$)				
		男	女				听理解(%)	命名(%)	复述(%)	阅读(字/分)	阅读理解(%)
维吾尔组	15	7	8	18.3 ± 0.5	13	175.1 ± 8.7	97.6 ± 2.2	99.7 ± 0.9	96.1 ± 1.2	161.3 ± 8.1	99.0 ± 2.1
汉语组	15	8	7	21.4 ± 0.7	15	265.5 ± 16.0 ^a	98.9 ± 1.5	99.8 ± 0.6	99.2 ± 1.6	245.1 ± 14.6 ^a	99.3 ± 1.8

注:与维吾尔组比较, ^a $P < 0.05$

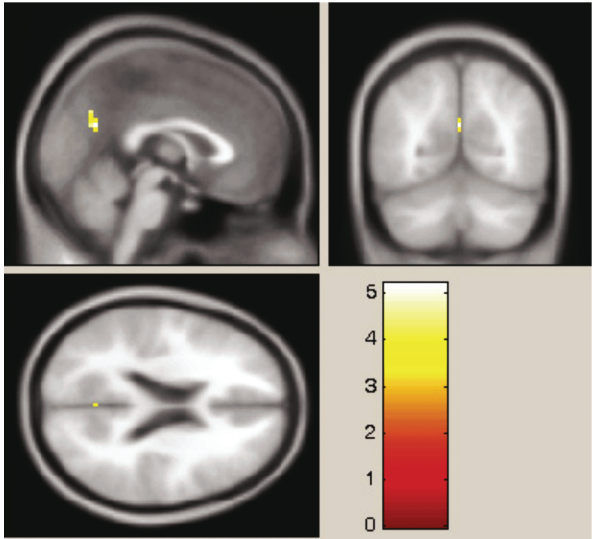
表 2 维语组与汉语组语义辨别任务脑激活差异区比较

差异脑区 (维 > 汉)	激活范围 <i>P</i> (校正)	激活范围	激活范围 <i>P</i> (未校正)	体素 <i>P</i> (FDR 多重比较校正)	体素 <i>T</i>	体素 <i>P</i> (校正)	MNI 坐标(mm) x y z
左扣带回	0.004	7	0	0.000	5.21	0	0 -63 24
楔前叶	-	-	-	0.000	4.46	0	0 -66 33

注:统计水平 $P < 0.05$ (PDR 校正),体素 > 6 ; - 表示无数据

二、维语组与汉语组语义辨别任务脑激活差异区

维语组中 4 例因头动影像模糊被剔除,11 例获得满意 fMRI 激活信号;汉语组中也有 3 例被剔除,12 例获得满意 fMRI 激活信号,显示脑激活区。单样本 t 检验和两样本 t 检验分析结果如表 2 所示。在语义辨别任务中,与汉语组相比,维语组左侧扣带回(BA23)和中线处楔前叶等局部脑区可见明显的正激活(图 1),2 组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。

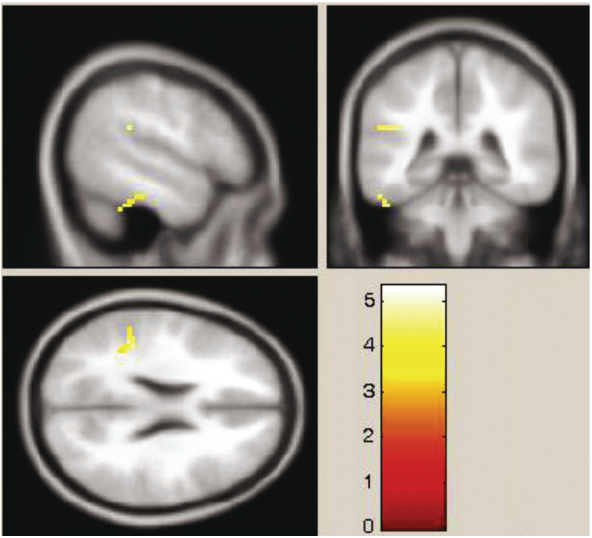


注:维语组左侧扣带回(BA23)和中线处楔前叶明显激活

图 1 2 组语义辨别任务脑激活差异影像图

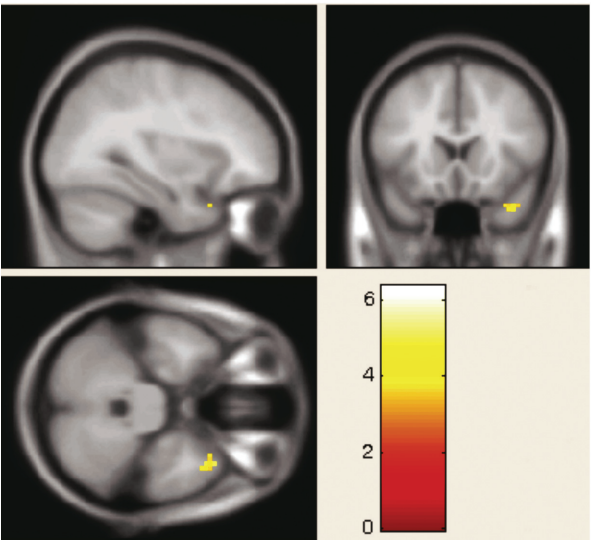
三、维语组与汉语组动词产生任务脑激活差异区

单样本 t 检验和两样本 t 检验分析结果如表 3 所示。在执行动词产生任务时,维语组左颞下回(BA37)、顶下小叶、梭状回和海马旁回等局部脑区可见明显激活(图 2),而汉语组激活不明显,且 2 组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。汉语组右颞上回(BA38)可见明显激活(图 3),而维语组激活不明显,且 2 组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。详见表 3。



注:维语组左顶下小叶、左颞下回(BA37)激活

图 2 2 组动词产生任务脑激活差异影像图



注:汉语组右颞上回(BA38)明显激活

图 3 2 组动词产生任务脑激活差异影像图

表 3 维语组与汉语组动词产生任务脑激活差异区比较

差异脑区	激活范围 <i>P</i> (校正)	激活范围	激活范围 <i>P</i> (未校正)	体素 <i>P</i> (FDR 多重比较校正)	体素 <i>T</i>	体素 <i>P</i> (校正)	MNI 坐标(mm) x y z
左顶下小叶(维 > 汉)	0.147	10	0.001	0.000	5.33	0.000	-54 -36 -24
左颞下回(BA37)(维 > 汉)	0.098	11	0.001	0.001	4.59	0.000	-45 -39 24
左梭状回(维 > 汉)	0.098	11	0.001	0.001	3.83	0.000	-27 -30 -12
左侧海马旁回(维 > 汉)	-	-	-	0.001	3.65	0.001	-30 -21 -15
右颞上回(BA38)(汉 > 维)	0.014	16	0.000	0.000	6.37	0.000	39 15 -33

注:统计水平 $P < 0.05$ (PDR 校正),体素 > 9 ; - 表示无数据

讨 论

一、语义辨别任务

词语的语义加工处理是人脑语言处理的一项基本活动,与音韵和字形相关功能区相比,语义加工激活的范围最广泛,与前两者之间有相当大的重叠^[3]。单保慈等^[4]通过听觉和视觉刺激的 fMRI 研究发现,左侧大脑半球的额下回、颞下回、梭状回以及右侧大脑半球的颞中回、缘上回和双侧的小脑、枕叶参与了汉字的语义处理过程。Chee 等^[5]报道,存在一个常规的英语单词、图片和汉字的语义加工网络,包括左侧额下回、额中回、梭状回和颞下极,当受试者判断哪两个物体或汉字在语义上更接近时这一神经网络会出现激活。本研究结果显示,维、汉语语义辨别任务时多脑区不同程度激活,与以往报道^[1,4]结果相似,但二者激活的差异脑区主要在左侧扣带回(BA23)和楔前叶,维语组在这两个区域表现出明显的正激活,而汉语组在该区激活相对较弱。正激活脑区为直接参与任务完成的脑区,说明扣带回和楔前叶在维语语义加工中可能具有一定的语言功能。那么这两个区域是不是维语特异性的语言中枢,还是反映了一般性的加工过程呢?它们在维语语义加工中的具体作用是什么?有待于后续作大样本进一步研究。

Gazzaniga 等^[6]研究认为,扣带回前部是注意力调控的重要中枢,具有应对新异刺激克服定式反应等加工冲突的功能,因此其在语言任务中的激活可能是控制注意力的结果。但也有研究认为,扣带回后部与语音有关^[7]。因维语文字是线性拼音文字,区别于象形表意文字的汉字,从感知水平上来说,汉字形、义联系可能要比形、音联系强,难以从其字形中直接提取语音,因此中文刺激倾向于自动激活语义加工直接提取语义信息。而在拼音文字的识别中,根据亚词汇单元就可以直接拼出单词的读音,语音在书面词汇识别中比语义激活得要早,在理解单词的意义时,往往要借助于单词的读音来完成,语音系统自动激活、提取,协助进行语义判断,因此维文刺激倾向于自动激活语音或在语义加工中较多依赖语音加工。此外,汉语是自左向右拼写的文字,而维语是自右向左拼写的拼音文字,故本研究推测在维文语义加工过程中,左侧扣带回可能更多的参与语音加工。

本研究显示,除扣带回外,维语组在中线处楔前叶也显著激活,且与汉语组相比,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。关于楔前叶的神经影像学以及神经心理学文献报道相对较少,但近期的脑功能成像^[8]研究发现,楔前叶与许多高水平的认知功能有关,如情景记忆、自我相关的信息处理以及意识的各个方面。但该

激活区域在中线处楔前叶并不是大脑皮质区,该区激活是否与语言有关?是否与维语语义辨别有关?或是由于两组研究对象的配合程度或其它差异性导致?有待于进一步研究。

二、动词产生任务

本研究结果表明,维语组和汉语组在执行动词产生任务时均出现多个脑区明显激活,与以往动词产生激活脑区大部分重合。但维、汉语各个脑区的表现不尽一致,这些不一致可能与汉语和维语语言特点上的差异有关。维语组左侧颞下回(BA37)、顶下小叶、梭状回和海马旁回等局部脑区可见明显激活,而汉语组在该区激活相对较弱,两者差异均有统计学意义($P < 0.05$)。

近年的 fMRI 研究表明,词汇语音代表区很可能存在于左上颞叶,语义代表区存在于左颞中回和颞下回,左颞区域后部相当于 BA37 区可能在单词产生时涉及语义和语音代表区之间的连接^[9]。目前对左侧梭状回的认识是,认为该区域存在视觉词形功能区,此脑区在词汇和图片语义任务中可被共同激活,其激活机制主要与视知觉的语义处理过程相关^[10]。一项 Meta 分析发现,大脑中可能存在一个包括角回、梭状回、颞前部和眶额在内的颞额语义网络^[9]。也有学者提出,左颞下回、梭状回、海马旁回等区域及右侧半球的镜像区域与语义呈现及词汇检索有关^[11],海马旁回可能更多地参与动词产生任务的概念表征及记忆。本研究还发现,左侧顶下小叶激活,因动词产生任务要求被试对呈现的名词进行深度的语义分析,并对相关的动词进行语义比较,会激活更多的语义信息并在许多可能的相关信息中做选择,考虑与此任务难度相对较大,需要更多语义整合区域参与有关。

本研究显示,汉语组则在右侧颞上回(BA38)可见明显激活,而维语组在该区没有激活。这与 Tan 等^[12]的词义联想任务实验激活右侧 BA38 区研究报道一致,进一步证实了汉字加工处理时有更多的右半球参与。以往有人认为,汉字是由各种不同的笔画构成,在阅读汉字时主要是空间工作记忆被激活,同时还需要对汉字的笔画进行空间位置感知和笔画连接处理,而右侧大脑半球具有阶段性记忆和视觉-空间位置感知的功能^[13-14],故阅读汉字时,特别是在单个汉字的阅读中,主要是以右侧大脑半球激活为主。笔者认为,此结论过分强调了汉字的视觉-拼写的特征,而忽略了其它特征。汉字是表义文字,在进行汉字的识别时,不仅视觉-拼写处理被激活,语音和语义处理也很快被激活^[15]。而左侧大脑半球通常参与逻辑分析、语音和语义的处理,谭向杰等^[16]在研究出声阅读条件下不规则汉字频率效应时也发现,左侧额中回参与汉字视空间分析、语音和语义分析强度的协调和整合过程,右侧大

脑半球则以视觉空间的处理为主。因此,在汉字处理时,大脑皮质有较大范围的神经活动区域。有研究认为,颞叶上部,尤其是左颞上回后部与语音特征的提取有关^[11],右侧颞上回可能与汉字特有的音调及音高的识别有关^[17]。

我国拥有近千万维吾尔族人口,绝大多数分布在新疆,为探索维语语言理解和产生的认知科学提供了有利条件。但是目前关于维语语言加工机制的研究仍是一块处女地,维语语言加工中究竟有哪些脑区参与?维语生成的神经通路是怎样构建和重组的?这一通路是如何被有意选择的?维吾尔族多语者脑功能定位以及双语、多语者语言转换机制等,都需要进一步阐明。随着影像空间分辨力和时间分辨力的提高及电生理技术的改进,将有助于更为精细地在分子水平上的探索和阐明语言产生的网络机制,为新疆各民族群众学习维、汉、英多语种提供科学依据。

参 考 文 献

- [1] 姜梅,杨丽霞,贾文霄,等. 维吾尔语语义加工脑功能定位的磁共振成像研究. 中华神经外科杂志,2010,26:1030-1033.
- [2] 姜梅,贾文霄,杨利霞,等. 维吾尔族熟练维-中双语者语言活动区功能磁共振成像. 临床放射学杂志,2010,12:1688-1692.
- [3] Poldrack RA, Wagner AD, Prull MW, et al. Functional specialization for semantic and phonological processing in the left inferior prefrontal cortex. *Neuroimage*, 1999, 10:15-35.
- [4] 单保慈,张武田,马林,等. 汉语语义加工的相关脑区. 科学通报, 2003, 48:2257-2260.
- [5] Chee MW, Hon N, Lee HL, et al. Relative language proficiency modulates BOLD signal change when bilinguals perform semantic judgments. *Blood oxygen level dependent. Neuroimage*, 2001, 13:1155-1163.
- [6] Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR. *Cognitive neuroscience: the biology of the mind*. 2ed. New York: WW Norton & Company, 2002:530-535.
- [7] Gandour J, Wong D, Hsieh L, et al. A crosslinguistic PET study of tone perception. *J Cognitive Neurosci*, 2000, 12:207-222.
- [8] Margulies DS, Vincent JL, Kellye C, et al. Precuneus shares intrinsic functional architecture in humans and monkeys. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2009, 106:20069-20074.
- [9] Vigneau M, Beaucousin V, Hervé PY, et al. Meta-analyzing left hemisphere language areas: phonology, semantics, and sentence processing. *Neuroimage*, 2006, 30:1414-1432.
- [10] Murtha S, Chertkow H, Beauregard M, et al. The neural substrate of picture naming. *Cogn Neurosci*, 1999, 11:399-423.
- [11] Karbe H, Kessler J, Herholz K, et al. Long-term prognosis of poststroke aphasia studied with positron emission tomography. *Arch Neurol*, 1995, 52:186-190.
- [12] Tan LH, Spinks JA, Gao JH, et al. Brain activation in the processing of Chinese characters and words: a functional MRI study. *Hum Brain Mapp*, 2000, 10:16-27.
- [13] Kosslyn SM, Alpert NM, Thompson WL, et al. Visual mental imagery activates topographically organized visual cortex: PET investigations. *J Cogn Neurosci*, 1993, 5:263-287.
- [14] McCathy G, Blamire AM, Puce A, et al. Functional MR imaging of human prefrontal cortex activation during a spatial working memory task. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1994, 91:8690-8694.
- [15] Ziegler J, Tan LH, Perry C. Phonology matters: the phonological frequency effect in written Chinese. *Psychol Sci*, 2000, 11:234-238.
- [16] 谭向杰, 马力飞, 于薇, 等. 出声阅读条件下不规则汉字频率效应的功能磁共振成像研究. 中国医学影像技术, 2004, 20:1639-1641.
- [17] Zatorre RJ, Evans AC, Meyer E, et al. Lateralization of phonetic and pitch processing in speech perception. *Science*, 1992, 256:846-849.

(修回日期:2013-09-28)

(本文编辑:汪 玲)

· 外刊摘英 ·

Glucose levels and risk of dementia

BACKGROUND AND OBJECTIVE Findings of studies assessing the association between obesity or diabetes and the risk of dementia have been mixed. This investigation further evaluated the association between glucose levels and the risk of dementia in the elderly population.

METHODS The Adult Changes in Thought (ACT) study initially included randomly selected, dementia free members of a healthcare system in Washington State. Participants were 65 years of age or older at enrollment and were invited to return at two-year intervals for cognitive testing with the Cognitive Abilities Screening Instrument. Clinical data included measurements of fasting glucose. Random measurements of glucose and glycated hemoglobin were captured from 1988 onward. The latter values were used to calculate average daily glucose, and then the association between glucose levels and new onset dementia.

RESULTS The 2,067 participants completing the study averaged 76 years of age and were followed over a median of 6.8 years. Dementia developed in 524 of those 2,067 participants, including 26.1% of those without diabetes and 21.6% of those who did have diabetes at the conclusion of follow-up. The risk of dementia increased with increasing glucose levels, averaged over the previous five years, for both those with diabetes ($P=0.002$) and those without diabetes ($P=0.01$).

CONCLUSION This study of elderly individuals found that elevated glucose levels may be a risk factor for dementia, even among patients without diabetes.

【摘自:Crane P, Walker R, Hubbard RA, et al. Glucose levels and risk of dementia. *N Eng J Med*, 2013, 369: 540-548.】