心 理 学 报 2006, 38 (1): 7～14
Acta Psychologica Sinica

关于条件推理的 ERP研究*

邱 江[1] 张庆林[1] 陈安涛[1] 杨红升[1] 罗跃嘉[1,2]
([1]西南大学心理学院,重庆 400715) ([2]中国科学院心理研究所,北京 100101)

摘 要 以抽象的条件命题作为实验材料,测定 13名大学生在完成 MP、AC、DA、MT推理 (推测判断任务)和基线任务 (记忆判断任务)时的事件相关电位 (ERP),初步探讨不同推理类型的脑内时程动态变化。这是使用 ERP技术来研究条件推理脑机制的初步尝试。结果发现,五种任务所诱发的 ERP早成分均不存在显著差异,在头皮前部的左外侧额区和左颞区,MP与 DA推理与基线任务相比,均诱发一个更明显的晚期正成分 (450～1100ms),在右外侧额区则诱发一个更明显的晚期负成分 (450～1100ms);与之相反,MT与 AC推理与基线任务相比,在左侧诱发一个更明显的晚期负成分 (450～1100ms),在右侧诱发一个更明显的晚期正成分 (450～1100ms),这一结果可能是由于左右脑在推理中的认知功能以及四种推理类型之间存在的差异所致,同时也表明推测过程主要激活了左右侧的前额部、颞叶等区域,基本支持 Goel等人的双加工理论。

关键词 条件推理,规则理论,模型理论,事件相关电位。
分类号 B842

1 引 言

条件推理是一种最简单的演绎推理形式,它首先呈现给被试一个"如果 P,那么 Q"的条件规则 (大前提),接着给出四种不同的小前提 (P、Q、not-P、not-Q)。逻辑上,如果给出条件 P,那么被试应得出结论 Q;给出条件非 Q,那么应得出结论非 P,它们都是有效的推理形式:肯定前件式 (modus ponens—MP)和否定后件式 (modus tollens—MT)。另外,如果给出条件非 P,得出结论非 Q;给出条件 Q,得出结论 P,这两种推理形式分别称为否定前件式 (denying the antecedent—DA)和肯定后件式 (affirming the consequent—AC),就形式逻辑而言,在否定前件和肯定后件的情况下均不能得出有效的结论。

一系列研究[1～3]表明,MP推理会比 MT推理要容易些;而对于逻辑上无效的推理形式 DA与 AC,在实际的推理过程中也往往会被认可。当前针对这一现象主要有三种不同的理论观点:(1)规则理论 (rule theory)认为推理规则本身有难易之分,如 MP推理规则比 MT推理规则就容易掌握;至于人们也会作出无效的逻辑推理,如 AC、DA,则可能是因为这两个规则比较难于掌握,以及人们对具体内容的条件命题会作出各种假设,使他们可能会错误地理解或表征推理任务[4]。(2)模型理论 (model theory)认为推理过程就是对心理模型的表征和操作[3,5]。MP推理个体只需要建构一个外显模型 (P Q),就可以得出正确的结论;对于 MT、AC和 DA推理,个体必须在外显模型的基础上,继续建构一个或两个内隐模型 (非 P非 Q、非 P Q)才能得出正确的结论,但由于工作记忆容量的限制,在推理过程中,个体常常不能同时建构其他的内隐模型,因此 MT、AC和 DA推理会时常犯错。(3)双加工理论 (dual-process reasoning)认为人类有两套不同的推理加工系统,而且有相应的神经生理基础,其中系统 I是快速、平行、自动的加工过程,主要与额颞通路 (frontal-temporal pathway)有关;系统 II是缓慢、系列、需要工作记忆参与和控制的加工过程,主要集中在顶枕区域 (parietal-occipito pathway)[6,7]。

传统的行为研究一般采用让被试进行抽象命题或是具体命题的条件推断,考察四种推理 (MP,MT,DA,AC)规则的使用情况,从而对不同的理论观点作出检验。而新近发展起来的脑成像技术 (如

收稿日期:2005-05-09
*国家自然科学基金 (30325026)、中国科学院重要方向项目 (KSCX2-SW-221)、国家重点学科西南大学基础心理学资助项目。
通讯作者:罗跃嘉,E-mail: luoyj@psych.ac.cn;张庆林,E-mail: zhangql@swnu.edu.cn

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

fMRI, PET等)使得研究者能够以毫米水平的精确程度记录大脑在一个瞬间的活动状况,为研究高级认知过程,如推理、决策等的大脑机制提供了适合的技术手段。按照不同的理论观点,可以预测人们在进行条件推理时的大脑活动区域应当存在明显的差异。如模型理论预测推理时主要激活右半球,特别是顶叶等区域;规则理论预测推理时主要激活左侧额叶和颞叶区域。双加工理论预测推理时主要激活额叶、颞叶以及顶叶等区域[7]。Goel等人[8]采用抽象的条件命题,如"如果有一个黑色的三角形,那么有一个红色的正方形",使用fMRI技术测查了条件推理的脑成像情况,结果发现MP推理主要激活左侧顶叶、颞叶以及言语加工区;MT推理主要激活左侧顶叶、额叶和前额叶部分区域;MT-MP推理主要激活左侧下顶叶、背外侧前额叶以及左侧扣带回等区域。这一结果支持双加工理论,而与规则理论或模型理论的预测不一致。

综上所述,目前关于条件推理认知加工机制的行为研究,其结论缺乏一致性,不能很好的解释和预测人们的推理行为;关于条件推理的fMRI研究,获得了许多重要的发现,基本证实了人类有两套不同的推理系统,但是由于fMRI研究的时间定位不够精确,不能很好地揭示条件推理的实时加工过程和脑电活动情况。因此,本研究试图利用ERP技术,采用经典的条件推理研究范式,通过记录不同规则的推理类型所诱发的事件相关电位,初步分析不同推理规则的ERP成分差异,进一步检验推理过程的脑区激活情况,从而整合当前的不同理论观点,深入揭示条件推理的认知机制和脑机制。

2 研究方法

2.1 被试

选取中国农业大学的青年被试15名,年龄21～26岁,皆为右利手,接受的教育年限均超过15年,没有精神病或是神经症史,视力或矫正视力正常,实验完成后有一定报酬。其中有两人不能掌握DA和AC推理的逻辑规则,因此将其剔除。有效被试为13人,男7名,女6名,平均为24.6岁。

2.2 刺激材料

选取抽象的命题作为推理的大前提,其前后件分别由形状(颜色)和颜色(形状)词所组成,形状词主要有正方形,圆柱形,箭头形,十字形,长方形,椭圆形,六边形,三角形,月牙形,八边形,螺旋形,五边形,正菱形,蒲扇形,七边形,盾牌形,波浪形,九边形;颜色词主要有红色,蓝色,绿色,黄色,黑色,白色,橙色,紫色,青色,褐色,灰色,茶色,银色,金色,栗色,米色,蜜色,桃色;如"如果这是正方形,那么它是红色的",针对每一种条件规则(均为14个汉字),随机给出一种肯定或否定的小前提(P、Q、not-P、not-Q),分别构造了80个不同内容的MP、AC、DA和MT推理;另外选择80个作为基线任务(BS),所谓基线任务是指给出的小前提为图形的大小属性,与条件规则(形状颜色规则)之间没有任何的逻辑联系,被试只知道这是一个大的(小的)的图形,如"如果这是正方形,那么它是红色的。这是大的图形,因此它是大的图形"。

2.3 实验程序与任务

在进行正式实验之前,首先通过指导语让被试想象一个盒子里装着若干的彩色图形,现在每次从盒子里面拿出一个图形(被试看不见这一图形的具体情况),并得知这一图形的形状和颜色所遵循的一个规则(这个规则肯定是正确的),如"如果这是正方形,那么它是黑色的",然后给出一个事实,"这是黑色的",被试的任务是根据这一事实和规则推断图形的相关属性。如果被试表示已经明白题目的要求,立即采用纸笔测试的方式(事先准备好的材料),测查他们对四种推理类型的掌握情况(待被试做完以后,无论是否符合逻辑都肯定他们的选择是正确的),最后讲解基线任务。

表1 五种任务类型及其结论呈现情况

任务类型	条件命题	事实	结论	正确与否
MP	如果P,那么Q.	这是P,	因此这(不)是Q,	T(F)
AC	如果P,那么Q.	这是Q,	因此这(不)是P,	I(I)
DA	如果P,那么Q.	这不是P,	因此这(不)是Q,	I(I)
MT	如果P,那么Q.	这不是Q,	因此这(不)是P,	F(T)
BS	如果P,那么Q.	这是大的图形,	因此这是大(小)的图形,	T(F)

注:P与Q均代表一种颜色或形状,T表示结论正确,F表示结论错误,I表示结论不确定。

接着告诉被试为了测查他们的推测和反应速度,刚才的推理内容将由电脑程序依次呈现,具体的刺激呈现流程如图1所示。被试需要在规则(S1)和事实(S2)出现以后立即推测相应的结论。为了减轻被试的记忆负荷,事实出现后,规则仍然会同时

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

出现在屏幕的中央。被试的任务是对随后给出的结论(S3)作出判断,“正确”按“1”键,“错误”按“2”键,“不确定”按“3”键(右手的食指、中指和无名指依次放在数字 1、2、3键上),所设置的结论为肯定或否定的描述,具体情况见表 1。为了克服练习效应,每一被试均首先进行练习,达到 80%以上的正确率以后,才开始进行正式测试和脑电记录。五种任务总共 400道题目,分成 10个 Block进行测试,每个 Block的完成时间约为 6分钟,期间被试可作短暂休息,正式实验持续 1个小时左右。

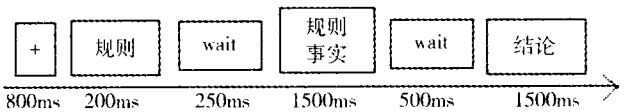

图 1　条件推理的刺激呈现流程

2.4　脑电记录

采用 NeuroscanERP记录与分析系统,按国际 10 - 20系统扩展的 64导电极帽记录 EEG。双侧乳突连线为参考电极,双眼外侧安置电极记录水平眼电(HEOG),左眼上下安置电极记录垂直眼电(VEOG)。滤波带通为 DC - 100Hz,采样频率为 500 Hz/导,头皮阻抗 <5kΩ。

2.5　ERP的分析与统计

完成连续记录 EEG后离线(off line)处理数据,用 Neuroscan软件校正 VEOG和 HEOG,并充分排除其他伪迹。本研究打算对事实出现后的脑电数据进行分析,根据反应阶段的结果,只对推测正确的 EEG进行叠加,各种任务类型的平均叠加次数均在 65次以上。波幅大于 ±80μV者被视为伪迹而自动剔除。分析时程(epoch)为刺激(S2)后 1200ms,基线为刺激出现前 200ms。根据本研究目的和总平均图,选取 20个电极点,以 CPz为界把电极分为头皮前部和后部记录点,分别进行二因素重复测量方差分析,二个因素分别为任务类型(MP、AC、MT、DA和 BS)和记录点(头皮前部为 AF7、AF8、F7、F8、F3、F4、FC3、FC4、FT7、FT8、T7、T8、C3、C4;后部为 TP7、TP8、P3、P4、O1、O2)。方差分析的 P值采用 Greenhouse Geisser法校正,脑电地形图由 64导数据得出。

3　结　果

3.1　行为数据分析

本研究记录了被试对四种推理任务和基线任务的结论作出判断的正确率和反应时,13名被试的平均结果详见表 2,可以看出五种任务的正确率均在 90%以上;AC与 DA的平均反应时显著快于 MP、MT、BS($p < 0.001$),这可能是由于 AC与 DA所呈现的结论(S3),无论是肯定还是否定的情况,被试的正确反应都为不确定,因此不需要再根据所呈现的结论作进一步的认知判断。

表 2　13名被试五种任务的平均正确率与反应时

任务类型	平均正确率(%)	平均反应时(ms)
MP	96.4	718 ±112
AC	96.4	433 ±122
DA	93.5	457 ±127
MT	90.6	811 ±180
BS	97.3	730 ±91

3.2　推测过程的 ERP波形分析

3.2.1　波形特征　四种推理类型和基线任务所诱发的 ERP详见图 2。早期成分包括一个早期正波(P60),其波峰位于约 60ms处,主要位于顶,枕叶;接着是一个负波(N170),其波峰位于约 170ms处,主要位于顶,枕叶。随后是一个稍晚的正波(P230),其波峰位于约 230ms处,主要位于中央,顶,枕叶。这些成分没有因任务类型的不同而有差异。

除了这些成分外,在头皮前部还诱发出一些明显的晚成分,四种推理任务与基线任务相比,可以看出左侧额叶从 300～1200ms出现波形分离,而且不同推理类型之间表现出明显的差异,具体而言:MT与 AC的波形基本一致,表现为快速的负走向,在 600ms左右其极性由正向负转变,在 800ms左右达到峰值;MP与 DA的波形基本一致,有一个明显的晚正成分。右侧额叶从 300～1200ms也出现了波形的分离,MT与 AC的波形基本一致,但是却表现为快速的正走向,约在 550ms左右极性由负向正转变,在 800ms左右达到峰值;MP与 DA的波形基本一致,却表现为一个晚负成分。另外,在头皮后部五种任务均诱发出类似的晚正成分。根据总平均图(见图 2)和地形图(见图 5)情况,确定 300～600ms和 600～1100ms作为晚成分的分析时窗,采用平均振幅法进行统计分析。

3.2.2　时窗 300～600ms的平均波幅　对时窗 300～600ms的平均波幅进行二因素重复测量的方差分析,结果表明在头皮前部,任务类型的主效应不显著;记录点的主效应显著,$F(13, 156) = 35.02$, $p < 0.001$,主要表现为左侧记录点的平均波幅均显著高

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

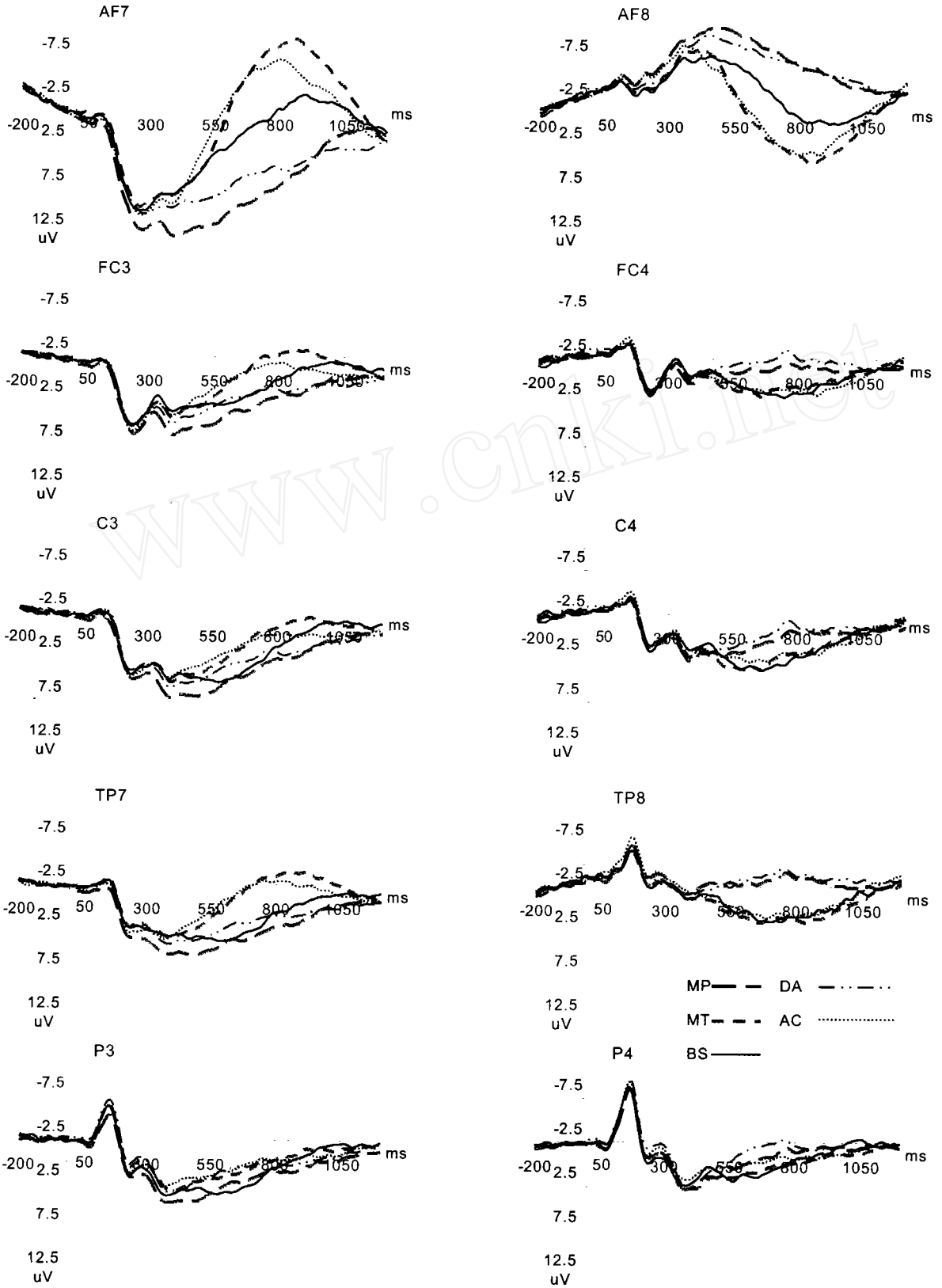

图 2 不同任务类型的 ERPs

于右侧,如 AF7平均波幅为 9.38 ±1.37μV, F7为 9.78 ±1.37μV,而右侧的 AF8波幅为 - 4.84 ± 1.35μV, F8为 - 5.27 ±1.17μV。任务类型 ×记录点的交互作用显著, $F(52, 624) = 8.07$, $p < 0.001$,

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

进一步的简单效应检验表明,左侧各记录点任务类型的差异均非常显著,主要表现为 MP与 DA推理的平均波幅显著高于 MT与 AC推理,如 F7, $F(4, 48) = 5.58$, $p < 0.001$, MP平均波幅为 13.57 ±1.35μV,而 MT为 8.02 ±1.63μV;右侧 AF8、F8、FT8、T8记录点任务类型的差异也非常显著,但是却表现为 MP与 DA推理的平均波幅均低于 MT与 AC推理,如 F8, $F(4, 48) = 7.45$, $p < 0.001$, MP平均波幅为 - 7.97 ±1.46μV,而 MT为 - 3.52 ±1.23μV。在头皮后部,任务类型的主效应不显著,记录点的主效应显著, $F(5, 60) = 27.07$, $p < 0.001$,主要表现为 TP7(5.06 ±1.01μV)与 P3(5.05 ±0.99μV)的平均波幅显著大于 TP8、P4等记录点。任务类型 ×记录点的交互作用显著, $F(20, 240) = 6.35$, $p < 0.001$,简单效应检验表明,左侧 TP7, $F(4, 48) = 29.43$, $p < 0.001$,表现为 MP(6.52 ±1.11μV)的平均波幅显著高于 MT(4.29 ±1.18μV);右侧 TP8, $F(4, 48) = 10.15$, $p < 0.001$,表现为 MT(1.26 ±0.56μV)的平均波幅显著高于 MP,其他各点也表现出这种变化趋势。

3.2.3　时窗 600～1100ms的平均波幅　对时窗 600～1100ms的平均波幅进行重复测量的方差分析,结果表明在头皮前部,任务类型与记录点的主效应均不显著,但任务类型 ×记录点的交互作用显著, $F(52, 624) = 20.98$, $p < 0.001$,进一步的简单效应检验表明,左侧各记录点任务类型的差异均非常显著,主要表现为 MP与 DA推理的平均波幅显著高于 MT与 AC推理,如 F7, $F(4, 48) = 22.67$, $p < 0.001$;右侧各记录点任务类型的差异也非常显著,但是却表现为 MP与 DA推理的平均波幅均低于 MT与 AC推理,如 F8, $F(4, 48) = 23.14$, $p < 0.001$。在头皮后部,任务类型的主效应不显著,记录点的主效应显著, $F(5, 60) = 15.62$, $p < 0.001$,主要表现为 P3(2.57 ±0.53μV)的平均波幅显著大于 O1、O2等记录点。任务类型 ×记录点的交互作用显著, $F(20, 240) = 18.05$, $p < 0.001$,进一步的简单效应检验表明,左侧 TP7, $F(4, 48) = 18.78$, $p < 0.001$,表现为 MP(3.78 ±0.50μV)的平均波幅显著高于 MT;右侧 TP8, $F(4, 48) = 7.65$, $p < 0.001$,表现为 MT(2.21 ±0.50μV)的平均波幅显著高于 MP。

3.2.4　MP、MT推理与 BS任务间的差异波与地形图　通过总平均图和以上的统计分析,可以看出 MP与 DA任务以及 MT与 AC任务所诱发的 ERP波形基本一致,因此仅分别选择 MP与 MT任务与 BS任务进行差异波分析。

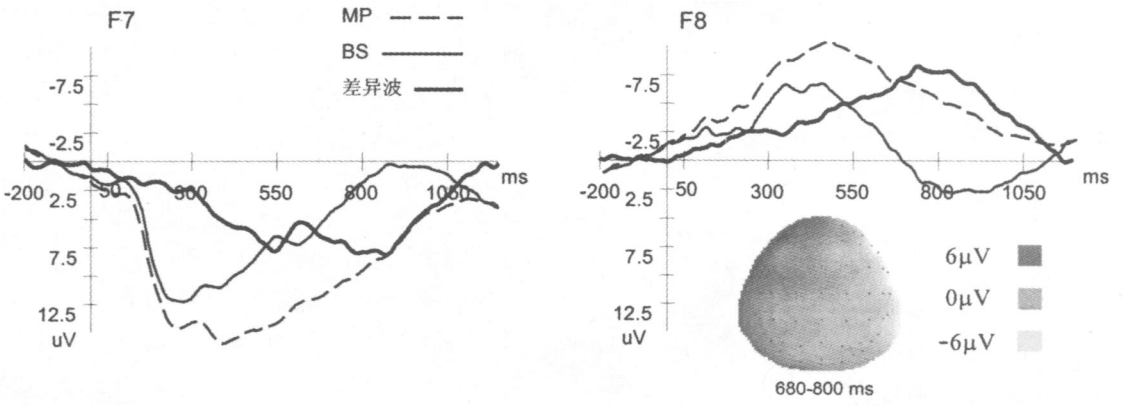

图 3　MP与 BS的差异波及地形图

从图 3可以看出,从 300～1100ms,在左侧前额叶、颞叶的部分电极上 MP任务比 BS任务诱发一个更大的正波,差异波表现为晚正成分,平均波幅值为 5.40μV(F7);在右侧前额叶、颞叶的部分电极上 MP任务比 BS任务诱发一个更大的负波,差异波表现为晚负成分,平均波幅值为 - 5.37μV(F8)。

从图 4可以看出,从 500～1100ms,在左侧前额叶、颞叶的部分电极上 MT任务比 BS任务则诱发一个更大的负波,差异波表现为晚负成分,平均波幅值为 - 4.48μV(F7);在右侧前额叶、颞叶的部分电极上 MT任务比 BS任务诱发一个更大的正波,差异波表现为晚正成分,平均波幅值为 3.82μV(F8)。

间隔 200ms,分析三类任务从 300～900ms的地形图。从图 5可以看出,推理任务与记忆任务激活了顶叶、颞叶的大部份区域以及额叶的外侧区域,结合图 3、图 4的差异波地形图,可以进一步发现推理任务与记忆任务相比主要激活的是前额叶、颞叶外侧等区域。另外,从图 5可以看出,在 300～500ms

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

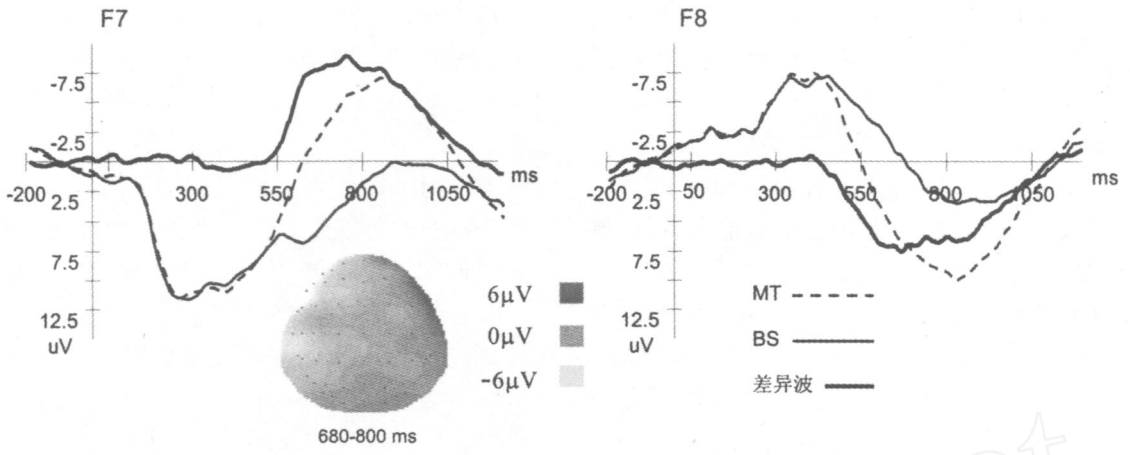

图 4 MP与 BS的差异波及地形图

内,MP,MT以及 BS任务的激活脑区基本没有差异,但是从 500ms开始,MP与 MT推理在左右侧的极性却发生相反的变化趋势。

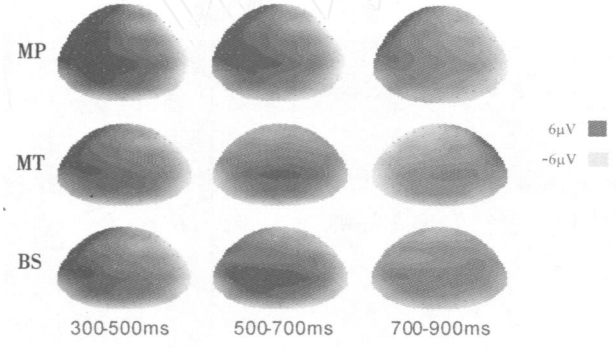

图 5 MP、MT和 BS的地形图比较

4 讨 论

本研究主要探讨条件推理的认知神经机制,为此记录了四种不同类型的条件推理任务(推测判断任务)和一种基线任务(记忆判断任务)的 ERP成分。通过对总平均图、推理 基线任务的差异波以及地形图的分析,发现推测过程主要激活前额叶和颞叶等区域,MP与 DA、MT与 AC的 ERP波形基本一致,两者在激活脑区的 ERP波形均表现出左右半球极性相反的变化趋势,具体而言:在 300～1200ms时窗内,MP与 DA推理在左侧前部均为正成分,而在右侧却表现为负成分;MT与 AC推理在左侧前部首先表现为正成分,在 550ms左右转变为负成分,而在右侧则先表现为负成分,在 600ms左右转变为正成分。

4.1 对三种推理理论的检验

在基线任务(记忆判断任务)中,被试只需要识别并记忆“这是大(小)图形”,然后对出现的结论做出简单判断即可;而对于推测判断任务,被试首先要识别“这是红色的(正方形)”,然后根据大小前提判断这一推理的类型并自动激活相应的规则作出推断,随后将结果暂时保存在工作记忆里面,以便对给出的结论作出快速而准确的判断。可见,通过推测任务与基线任务的比较,可以得到较为“纯粹”的推测波。根据推理 基线任务的差异波地形图,可以发现推测过程主要激活了额叶和颞叶的外侧区域。这一结果表明个体在完成演绎推理的时候不仅激活了左半球,同时也激活了右半球。显然不管是规则理论(仅左半球激活),还是模型理论(仅右半球激活)都不能很好地解释人类推理的认知神经机制。因为如果规则理论是完全正确的,那么右半球就不应当激活;如果模型理论是正确的,那么左半球就不应当得到激活。左右半球的同时激活基本支持 Evans(2003)和 Goel(2004)提出的双加工理论,他们认为演绎推理可能涉及两种不同的加工系统,而且有着不同的认知神经基础(额颞通路和顶枕区),两者还能不断地进行协调和转化[6,7]。但是本研究的结果也表明,在推理过程中,顶枕部的激活似乎并不是推测过程所独有的,因为记忆判断任务同样也激活了这些脑区。

4.2 不同推测过程的 ERP成分

根据四种推理规则的 ERP激活情况,可以发现 MP与 DA推理的 ERP波形基本保持一致,而 MT与 AC推理的 ERP波形也基本一致。就 MP与 BS的差异波而言,在 300～1100ms的时窗内,在头皮前部左侧,表现出明显的晚期正成分;在右侧则表现出明显的晚期负成分;就 MT与 BS的差异波而言,在 500

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

～1100ms的时窗内,在头皮前部左侧表现为晚期负成分,在右侧则表现为明显的晚期正成分。由于本研究的视觉刺激均呈现在屏幕中央,因此可以认为导致这一结果的原因并非是由于刺激来自不同视野(左或右)。通过对相关研究的分析,我们推测原因很可能有两个:

首先,左右半球在推理中的认知功能可能并不相同。Deglin[9]的研究表明,左半球主要执行形式逻辑操作,很少受知识经验的影响;右半球主要激活与推理内容相关的知识经验,并在一定程度上决定着个体对结论的推断。Wharton 和 Grafman (1998)[10]的研究也表明,右半球损伤病人进行逻辑推理时一般没有困难,而左半球损伤病人则很难理解简单的逻辑语句。Goel等人[11～14,8]的一系列研究表明额叶对于逻辑推理而言是必不可少的,而且左侧额叶在逻辑推理中的重要性显著高于右侧额叶。Knauff等人[15]在研究中进一步指出,顶枕区可能只涉及视觉空间信息的初级表征,而前额叶皮层(以右侧前额叶为主)则主要负责对空间表征信息进行高级加工和整合。Ruff认为,背外侧前额叶(DLPFC)主要负责对工作记忆中的信息进行认知操作,比如在形成若干心理模型的空间表征以后,进一步通过搜索反例来检验最初的推断是否正确(心理模型的观点)[16]。可见,左右半球(特别是外侧的额颞联合区)在推理过程中的认知功能可能并不相同,具体表现为左侧主要负责对抽象逻辑规则的激活和应用,而右侧主要涉及对心理模型(空间信息表征)的加工和整合。因此,相同的推理类型在左右半球的 ERP波形表现出不对称性。

其次,MP、DA推理与 MT、AC推理的认知加工过程可能存在差异。就推理规则而言,MP(PQ)与 DA(-P-Q)推理均属于正向推理,即均由前件推测相应的后件;MT(-Q-P)与 AC(QP)推理均属于逆向推理,即均由后件推测相应的前件。就模型表征而言,个体完成 MP与 DA推理,需要对心理模型(按照模型理论的观点,个体需建构三个心理模型:PQ; -PQ; -P-Q)进行从左向右的心理加工,而 MT与 AC推理,则需要对心理模型进行从右向左的心理加工。不同推理类型激活的推理规则不同,在工作记忆中对心理表征的操作方向也不同,因此,不同的推理类型在左右半球的 ERP波形均表现出明显的差异。

综上所述,与基线任务相比,正向推理在大脑左侧额颞区的部分记录电极产生一个明显的晚正成分,可能主要与正向推理规则的激活和自动加工有关;在大脑右侧额颞区的部分记录电极则产生一个明显的晚负成分,可能与对心理模型进行从左向右的认知操作有关。逆向推理在大脑左侧额颞区的部分记录电极产生一个明显的晚负成分,可能主要与逆向推理规则的激活和自动加工有关;在大脑右侧额颞区的部分记录电极则产生一个明显的晚正成分,可能主要与对心理模型进行从右向左的认知操作有关。

将 ERP技术应用于推理研究在国内外可能是第一次尝试,因此本研究不可避免的存在一些问题。首先,尽管实验任务要求被试在事实(小前提)出现以后,立即推测相应的结论,但也很难保证被试的认知加工速度完全相同。其次,采用抽象的条件命题作为实验材料,通过练习让被试达到相当的熟练程度,虽然这样的任务还具有推理的认知特点,但是却显得较为简单和自动化了。另外,对于本研究所得到的结论,由于缺乏相关的文献参考,所做的讨论也就显得较为单薄。因此在以后的研究中,有必要将 ERP技术应用于其他的演绎推理任务,如三段论推理、三项式推理等,深入探讨不同推测过程的 ERP成分,不断揭示人类推理的认知神经机制。

5 结　论

本研究以抽象的条件命题作为实验材料,测定了大学生被试在完成 MP、AC、DA、MT推理(推测判断任务)和基线任务(记忆判断任务)时的事件相关电位,结果发现与基线任务相比,四种推理类型所诱发的早成分均不存在显著差异,在头皮前部的左外侧额区和左颞区,MP与 DA推理与基线任务相比,均诱发一个更明显的晚期正成分(450～1100ms),在右外侧额区则诱发一个更明显的晚期负成分(450～1100ms);与之相反,MT与 AC推理与基线任务相比,在左侧诱发一个更明显的晚期负成分(450～1100ms),在右侧诱发一个更明显的晚期正成分(450～1100ms),这一结果可能是由于左右脑在推理中的认知功能以及四种推理类型之间存在的差异所致,同时也表明推测过程主要激活了左右侧的前额部、颞叶等区域,基本支持 Goel等人的双加工理论。

致谢:感谢中国科学院心理研究所心理健康重点实验室魏景汉研究员,以及其他研究人员对该研究所给予的指导和建议,谨致谢意!

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参 考 文 献

1 Braine M D S. On the relation between the natural logic of reasoning and standard logic. Psychological Review, 1978, 85(1): 1～21

2 Johnson-Laird P N, Byrne M J. Conditionals: a theory of meaning, pragmatics, and inference. Psychological Review, 2002, 109(4): 646～678

3 Evans B T, Simon J H. Conditionals and conditional probability. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, Cognition, 2003, 29(2): 321～335

4 Evans B T. Logic and human reasoning: an assessment of the deduction paradigm. Psychological Bulletin, 2002, 128(6): 978～996

5 Johnson-Laird P N. Mental models. Cambridge, England: University Press, 1983

6 Evans B T. In two minds: dual-process accounts of reasoning. Trends in cognitive science, 2003, 7(10): 454～459

7 Goel V. Evidence for dual neural pathways for syllogistic reasoning. Psychologia, 2003, 32: 301～309

8 Noveck IA, Goel V, Smith KW. The neural basis of conditional reasoning with arbitrary content. Cortex, 2004, 40: 613～622

9 Deglin V L, Kinsbourne M. Divergent thinking styles of the hemispheres: how syllogisms are solved during transitory hemisphere suppression. Brain cognition, 1996, 31: 285～307

10 Wharton C M, Grafman J. Deductive reasoning and the brain. Trends of cognitive sciences, 1998, 2(2): 54～59

11 Goel V, Buchel C, Frith C, Dolan R J. Dissociation of mechanisms underlying syllogistic reasoning. NeuroImage, 2000, 12(5): 504～514

12 Goel V, Dolan R J. Functional neuroanatomy of three-term relational reasoning. Neuropsychologia, 2001, 39(9): 901～909

13 Goel V, Dolan R J. Explaining modulation of reasoning by belief. Cognition, 2003, 87: B11～B22

14 Goel V, Shuren J, Sheesley L, Grafman J. Asymmetrical involvement of frontal lobes in social reasoning. Brain, 2004, 127: 783～790

15 Ruff C, Knauff M, Spreer J. Reasoning and working memory: common and distinct neuronal processes. Neuropsychologia, 2003, 41: 1241～1253

16 Knauff M, Mulack T, Greenlee M W. Spatial imagery in deductive reasoning: a functional MRI study. Cognitive Brain Research, 2002, 13: 203～212

An ERP Study on Conditional Reasoning

Qiu Jiang[1], Zhang Qinglin[1], Chen Antao[1], Yang Hongsheng[1], Luo Yuejia[1,2]

([1] *School of Psychology Southwest University, Chongqing* 400715, *China*)

([2] *Institute of Psychology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100101, *China*)

Abstract

Event-related brain potentials were measured when 13 normal young participants finished four kinds of conditional reasoning (MP, AC, DA, MT) tasks and one kind of baseline task (BS). Results showed that there were no amplitude modulations of early components. However MP and DA elicited a more positive EPR deflection on the left and a more negative EPR deflection on the right hemisphere than did BS task in the time window from 450～1100 msec after onset of the stimuli 2. On the contrary MT and AC elicited a more negative EPR deflection on the left and a more positive EPR deflection on the right hemisphere than did BS task in the time window form 450～1100 msec. These ERP components elicited by five different tasks might reflect that right and left hemisphere have different ability of cognitive process in reasoning. In additional Voltage map of the difference wave between reasoning tasks and baseline task showed strong activity in frontal-temporal pathway, Our result support dual-process theory (Goel).

Key words conditional reasoning, rule theory, model theory, event-related brain potentials.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net