

内源性注意和外源性注意条件下 SOA 变化对数字距离效应的影响*

潘 运^{1,2} 白学军^{**1} 沈德立¹

(¹天津师范大学心理与行为研究院, 天津, 300074)(²贵州师范大学教育科学学院, 贵阳, 550001)

摘 要 采用内源性注意和外源性注意实验范式, 材料为小数(1~4)和大数(6~9)的阿拉伯数字, 以判断数字是否大于 5 为任务, 考察内源性和外源性线索不同注意条件下 SOA 对数字距离效应的影响。结果发现: (1) 内源性线索条件下, 随着 SOAs 增加, 大小数的距离效应逐渐增大, 当 SOA 为 900ms 时, 大小数的距离效应最明显; (2) 外源性线索条件下, 当 SOA 为 300ms 时, 大小数的距离效应最显著, 随着 SOAs 增加, 大小数的距离效应逐渐减小。

关键词 内源性注意 外源性注意 SOA 数字加工 数字距离效应

1 引言

数字距离效应(number distance effect)指对两个数字大小进行比较时, 反应时和错误率会随着两个数字间距离的增加而下降^[1]。关于数字距离效应的解释: (1) Buckley 等认为数字的解码类似一条心理数字线, 产生距离效应是因为较小的距离影响了数字线上目标位置的提取^[2]; (2) Gallistel 等认为具体数量首先会被转化为一种抽象的数字基线表征方式, 然后再进行比较, 如果数字离基线的距离较近, 则比较的难度就会增大, 相反会减小^[1,3]; (3) Dehaene 等提出数字距离效应产生于数字与所要求的固定标准数字进行比较并选择合适的反应阶段^[4]。

已有研究发现注意对数字加工有重要影响。如 Fischer 等发现当小数字(1 和 2)出现在注视点位置时, 对其加工能自动激活左侧空间注意, 而当大数字(8 和 9)出现在注视点位置时, 对其加工能自动激活右侧空间注意^[5]。Piazza 等的研究也发现, 对 3 个以内白色方块的识别加工, 无需注意参与, 识别这几个方块时脑的激活量与控制条件下识别颜色时脑的激活量没有差异; 但当刺激数量超过 4 时, 与注意密切有关的后顶叶皮层开始出现激活量的突然增加, 且这种激活量会随着刺激数目的递增不断增加^[6]。有研究者把对 1、2 和 3 个数目加工时出现的这种现象称为感数, 感数加工依赖于前注意, 而对 4 个以上数目的加工称为计数, 计数加工需要空间注意的调控^[7]。刘超等也探讨了不同注意条件对数字加工的影响, 结果发现在注意条件下大小数都出现距离效应, 而在非注意条件下只有小数出现距离效应^[8]。

视觉注意可分为内源性注意和外源性注意^[9~12]。研究者发现内源性注意和外源性注意是两种能够引起独立定向效应的注意系统, 它们之间的一个重要差异表现在时间关系发展上^[13]。外源性注意能够自动引起注意, 在较短的 SOAs 下产生最大的线索效应^[14~15], 而内源性注意引起一种注意转移的随意行为, 在较长的 SOAs 下产生最佳的线索效应^[11,14~15]。内源性注意的发展是渐进性的, 一开始是宽泛的注意, 之后是狭窄的集中^[12~13], 外源性注意引起的是快速狭窄的集中, 当外源性线索与目标之间的 SOA 为 50ms 时, 能够达到最大程度易化^[16]。此外, 外源性注意的作用是两阶段的, 在线索启动以后, 最初的易化会被 200 到 300ms 的抑制所取代, 这种现象被称为返回抑制^[13,17]。对于内源性注意, 通常不会产生返回抑制^[18]。可见, 两种注意在时间关系发展及对认知加工影响上有着明显差别。

有研究者通过改变 SOA 探讨数字距离效应发生的时间过程, 结果发现距离效应随着 SOA 减少而减弱, 但 SOA 最短(50ms)时距离效应仍然存在^[19]。也有研究者使用不同的 SOA 探讨内源性与外源性注意对数字距离效应的影响。如刘超等的研究中, 内源性注意条件下使用 800~900ms SOAs, 外源性注意条件下使用 300~350ms SOAs, 结果发现外源性注意对数字距离效应产生了影响, 但内源性注意几乎没有影响^[9]。隋光远等的研究中, 内源性与外源性注意条件下均使用 600ms SOAs, 结果发现内源性与外源性注意对 6 年级数学正常组的数字距离效应都有显著影响, 但对 3 年级正常组, 只有内源性注意对数字距离效应有明显影响^[20]。这些研究结果的不

* 基金项目: 本研究获得国家社科基金“十一五”规划国家重点项目(ABA060004), 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(08JJDXXL266), 天津师大服务滨海新区专题项目和贵州师范大学博士科研启动项目资助。

** 通讯作者: 白学军。Email: psy-bxj@mail.tjnu.edu.cn

一致是否由于使用不同 SOA 造成的,目前还不清楚。那么在内源性注意与外源性注意条件下,SOA 变化是否会对数字距离效应产生影响呢?这是本研究关注的核心问题。

本研究采用 Posner 的内源性注意与外源性注意实验范式^[10],目的是考察在内源性线索与外源性线索不同注意条件下 SOA 的变化对数字距离效应的影响。

2 实验一

2.1 被试

26 名视力或矫正视力正常的天津某高校在校本科生和研究生,12 名男生。平均年龄为 22.4 岁。所有被试均未参加过类似实验。

2.2 材料和仪器

实验是个别进行的。被试坐在距离计算机屏幕 47cm 处,实验材料为计算机屏幕上呈现的黑色圆盘上的白色数字,共 1 组 8 种(见图 1)。圆盘直径 6mm,距离 47cm 时的视角为 0.7 度;白色数字直径 5mm 左右,距离 47cm 时的视角为 0.6 度左右。两个内径 12mm(1.3 度),外径 15mm(1.6 度)的黑色圆环在距离屏幕中心左右 3 度视角处作为刺激出现位置范围。整个实验用华硕笔记本电脑完成,显示器 14 英寸,刷新频率 60Hz,分辨率 1024×768,实验程序用 DMDX 编制。

2.3 设计

采用 2(注意水平:注意、非注意)×2(数字大小:小数为 1~4、大数为 6~9)×4(数字距离即数字与 5 的差值:1 为数字 4 和 6、2 为数字 3 和 7、3 为数字 2 和 8、4 为数字 1 和 9)×5(SOAs:100、300、500、700、900ms)的 4 因素被试内实验设计。因变量为反应时。

2.4 程序

被试按空格键开始试验。单次试验流程如图 1 所示:

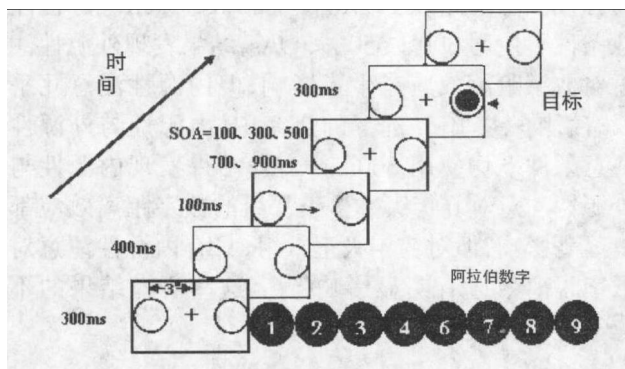


图 1 单次试验流程图

(1)在白色屏幕正中呈现一个视角为 0.4 度的黑色“十”字注视点 300ms;(2)随后间隔 400ms;(3)在屏幕正中注视点处出现一个红色箭头(1.0×0.6 度视角)100ms 作为方向线索提示;(4)0~800ms 有“十”字的间隔;(5)在两侧圆环中的一个(80%与提示线索一致侧,20%与提示线索不一致侧;比率实验前在指导语中告知被试)里随机呈现 8 个目标刺激中的一个刺激 300ms;(6)刺激消失后出现间隔,等待被试做出反应。目标刺激一出现,被试需立即做出反应,在被试反应后空屏 500ms,然后进入下一次试验。

在整个实验过程中,要求被试将注视点始终保持在屏幕中心的“十”字上。被试任务是判断目标刺激中的数字比“5”大还是比“5”小。一半被试按“F”键对“比 5 大”做反应,按“J”键对“比 5 小”做反应;另一半被试则反过来。

被试进行 40 次练习试验,正确率达到 95%后才进行正式实验。正式实验中,每个刺激在各 SOA 水平上呈现 10 次(两侧各 5 次;8 次出现在与提示线索一致侧,2 次出现在与提示线索不一致侧);8 个刺激共出现 400 次。被试每完成 80 次试验,可控制休息时间。整个实验约需 30 分钟完成。

2.5 结果

首先剔除错误反应和反应时小于 300ms 或大于 1200ms 的数据^[21],删除数据占全部数据的 2.68%。数字距离效应的考察参考 Koechlin 等^[22]的方法,对不同注意条件下的反应时数据进行 2(数字大小)×4(数字距离)方差分析,分别对数字距离主效应显著性和线性拟合显著性进行考察。数字距离主效应显著说明不同距离数字之间存在差异,线性拟合显著说明这种差异是线性变化的。

在注意条件下,SOA 为 100ms 时:小数距离主效应显著, $F(3,75) = 4.41, p < 0.01$,线性拟合显著, $F(1,25) = 15.54, p < 0.001$;大数距离主效应不显著, $F(3,75) = 1.99, p > 0.05$,线性拟合不显著, $F(1,25) = 3.96, p > 0.05$ 。SOA 为 300ms 时:小数距离主效应显著, $F(3,75) = 4.37, p < 0.01$,线性拟合显著, $F(1,25) = 11.11, p < 0.01$;大数距离主效应显著, $F(3,75) = 3.02, p < 0.05$,线性拟合显著, $F(1,25) = 7.71, p < 0.01$ 。SOA 为 500ms 时:小数距离主效应显著, $F(3,75) = 9.44, p < 0.001$,线性拟合显著, $F(1,25) = 17.32, p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3,75) = 11.61, p < 0.001$,线性拟合显著, $F(1,25) = 38.36, p < 0.001$ 。SOA 为 700ms 时:小数距离主效应显著, $F(3,75) = 32.13, p < 0.001$,线性拟合显著, $F(1,25) = 89.60, p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3,75) =$

14.54, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 25) = 34.28$, $p < 0.001$ 。SOA 为 900ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 75) = 75.79$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 25) = 199.92$, $p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3, 75) = 52.06$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 25) = 109.25$, $p < 0.001$ 。

在非注意条件下, SOA 为 100ms 时:小数距离主效应不显著, $F(3, 75) = 0.38$, $p > 0.05$, 线性拟合不显著, $F(1, 25) = 0.11$, $p > 0.05$;大数距离主效应不显著, $F(3, 75) = 0.57$, $p > 0.05$, 线性拟合不显著, $F(1, 25) = 0.15$, $p > 0.05$ 。SOA 为 300ms 时:小数距离主效应不显著, $F(3, 75) = 1.19$, $p > 0.05$, 线性拟合不显著, $F(1, 25) = 2.29$, $p > 0.05$;大数距离主效应不显著, $F(3, 75) = 1.71$, $p > 0.05$, 线性拟合显著, $F(1, 25) = 5.04$, $p < 0.05$ 。SOA 为 500ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 75) = 4.47$, $p < 0.01$, 线性拟合显著, $F(1, 25) = 9.07$, $p < 0.01$;大数距离主效应显著, $F(3, 75) = 3.90$, $p < 0.05$, 线性拟合显著, $F(1, 25) = 6.12$, $p < 0.05$ 。SOA 为 700ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 75) = 23.05$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 25) = 57.67$, $p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3, 75) = 8.22$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 25) = 20.70$, $p < 0.001$ 。SOA 为 900ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 75) = 58.07$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 25) = 83.39$, $p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3, 75) = 43.33$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 25) = 62.61$, $p < 0.001$ 。

3 实验二

3.1 被试

30 名视力或矫正视力正常的天津某高校在校本科生, 14 名男生。平均年龄为 20.1 岁。所有被试均未参加过类似实验。

3.2 材料和仪器 同实验一。

3.3 设计 除采用外源性提示控制注意水平, 其它同实验一。

3.4 程序 单次试验流程如图 2 所示。

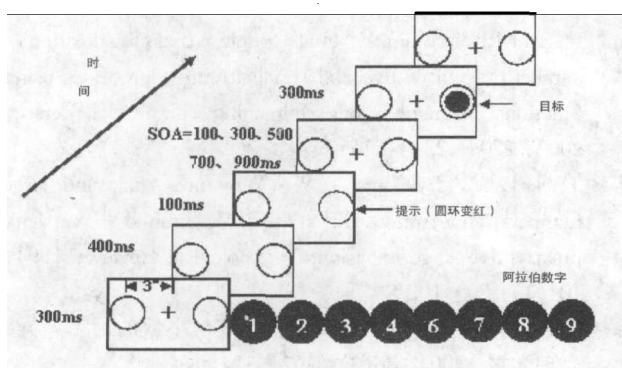


图 2 单次试验流程图

实验刺激和流程与实验一基本相同, 只将屏幕正中注视点处出现的红色箭头变为屏幕两侧圆环中有一个变红作为位置提示。被试的实验任务同实验一。

3.5 结果

剔除错误反应和反应时小于 300ms 或大于 1200ms 的数据^[21], 删除数据占全部数据的 2.06%。数字距离效应的考察同实验一。

在注意条件下, SOA 为 100ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 87) = 30.68$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 51.97$, $p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3, 87) = 24.02$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 61.46$, $p < 0.001$ 。SOA 为 300ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 87) = 53.51$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 70.51$, $p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3, 87) = 44.76$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 52.89$, $p < 0.001$ 。SOA 为 500ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 87) = 20.16$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 45.74$, $p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3, 87) = 14.53$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 29.09$, $p < 0.001$ 。SOA 为 700ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 87) = 12.32$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 32.39$, $p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3, 87) = 10.59$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 17.04$, $p < 0.001$ 。SOA 为 900ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 87) = 5.93$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 10.91$, $p < 0.01$;大数距离主效应显著, $F(3, 87) = 3.96$, $p < 0.05$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 8.11$, $p < 0.01$ 。

在非注意条件下, SOA 为 100ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 87) = 26.14$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 52.73$, $p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3, 87) = 18.03$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 31.17$, $p < 0.001$ 。SOA 为 300ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 87) = 41.83$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 52.12$, $p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3, 87) = 36.53$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 41.06$, $p < 0.001$ 。SOA 为 500ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 87) = 14.03$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 17.56$, $p < 0.001$;大数距离主效应显著, $F(3, 87) = 13.25$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 35.36$, $p < 0.001$ 。SOA 为 700ms 时:小数距离主效应显著, $F(3, 87) = 9.44$, $p < 0.001$, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 11.55$, $p < 0.01$;大数距离主效应显著, $F(3, 87) = 5.19$, $p < 0.01$ 。

0.01, 线性拟合显著, $F(1, 29) = 5.77, p < 0.05$ 。SOA 为 900ms 时: 小数距离主效应不显著, $F(3, 87) = 1.11, p > 0.05$, 线性拟合不显著, $F(1, 29) = 2.87, p > 0.05$; 大数距离主效应不显著, $F(3, 87) = 2.37, p > 0.05$, 线性拟合不显著, $F(1, 29) = 0.06, p > 0.05$ 。

4 讨论

实验一结果发现, 在内源性线索条件下, 随着 SOAs 增加, 大小数的距离效应逐渐增大, 当 SOA 为 900ms 时, 大小数的距离效应最明显, 表明内源性线索条件下, SOA 对数字距离效应产生了影响。其原因可能是内源性线索在时间进程发展上所表现出来的差异性造成的。内源性注意引起的是一种随意注意转移, 它能够在较长 SOAs 下产生最大程度的线索效应^[11, 14~15], 且内源性注意在时间进程的发展上是渐进和持续的^[12~13]。Shepherd 等研究发现, 当线索与目标之间的 SOA 为 150ms 时, 内源性注意能够达到最宽泛集中, 而当 SOA 为 500ms 时, 内源性注意能达到最狭窄集中^[16]。可以认为, 内源性注意在时间进程发展上所表现出来的这一特性影响了数字加工, 并反映在距离效应上。当 SOA 为 900ms 时, 距离效应达到最大, 说明该 SOA 下中央线索能够引起最大的自发注意转移, 对中央线索启动刺激的处理结果能够最大程度影响对数字目标刺激的加工。

在内源性线索注意条件下, SOA 为 100ms 时只有小数出现明显距离效应, 而大数的距离效应明显消失, 表明该 SOA 对距离效应产生了影响, 且这种影响主要发生在大数上。根据数字比较过程理论^[4]和注意理论^[7], 距离效应发生在数字比较过程中的后期比较阶段^[8], 由于小数字加工主要依靠前注意, 因此对其加工是自动化的, 且不易受影响; 而对大数字的加工主要依赖空间注意, 当 SOA(100ms) 较短时, 内源性线索所能够提供的空间注意转移的信息量相对较少, 此时对大数字加工较容易受空间注意转移的影响, 因此在该 SOA 下没有出现距离效应。

实验二结果发现, 在外源性线索条件下, 当 SOA 为 300ms 时, 大小数的距离效应最明显, 随着 SOAs 的增加, 数字距离效应逐渐减小, 表明外源性线索条件下, SOA 对数字加工距离效应产生了影响。这可能是外源性注意引发的是一种快速而自动的注意转移, 较少受认知负荷影响, 并能在较短的 SOAs 下产生最佳线索效应^[14~15]。具体来看, 当 SOA 为 300ms 时, 数字距离效应最显著, 说明该 SOA 下对外源性线索的处理结果能够最大程度地影响对数字刺激的加工。这可能是因为线索呈现之后, SOA 为

300ms 时, 由外源性线索引起的自动注意吸引能够最大程度地提高对数字目标刺激的加工, 因此对数字加工的影响是最大的。但随着 SOAs 逐渐增加, 外源性线索引起的自动注意吸引逐渐减少, 对数字加工的影响也随之减弱, 表现为数字距离效应逐渐减弱。此外, 实验二结果中, 在外源性线索非注意条件下, 当 SOA 为 900ms 时, 大小数均未表现出明显距离效应。这一方面可能是外源性线索非注意条件下, 由于线索与目标出现位置的不一致, 这将导致对非线索位置上目标刺激的加工需要较多的认知资源; 另一方面可能是由于当 SOA(900ms) 过长时, 由外源性线索引起的自动注意吸引相对较少, 而较少的自动注意吸引不能够对数字目标刺激的加工产生较大的影响, 因此没有出现明显的数字距离效应。

5 结论

本研究条件下, 可得出如下主要结论:

5.1 内源性线索不同注意条件下, 随着 SOAs 的增加, 大小数的距离效应逐渐增大, 当 SOA 为 900ms 时, 数字距离效应最明显。

5.2 外源性线索不同注意条件下, 随着 SOAs 的增加, 大小数的距离效应逐渐减小, 当 SOA 为 300ms 时, 数字距离效应最明显。

6 参考文献

- 1 Moyer R S, Landauer T K. Time required for judgments of numerical inequality. *Nature*, 1967, 215: 1519 - 1520
- 2 Buckley P B, Hill D K. Comparison of digits and dot patterns. *Journal of Experimental Psychology*, 1974, 103: 1131 - 1136
- 3 Gallistel C R, Gelman R. Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 1992, 44(1 - 2): 43 - 74
- 4 Dehaene S, Akhavan R. Attention, automaticity and the levels of representation in number processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 1995, 21(2): 314 - 326
- 5 Fischer M H, Castel A D, et al. Perceiving numbers causes spatial shifts of attention. *Nature Neuroscience*, 2003, 6(6): 555 - 556
- 6 Piazza M, Giacomini E, et al. Single - trial classification of parallel pre - attentive and serial attentive processes using functional magnetic resonance imaging. *The Royal Society*, 2003, 270: 1237 - 1245
- 7 Trick L M, Pylyshyn Z W. Why are small and large numbers enumerated differently? A limited - capacity preattentive stage in vision. *Psychological Review*, 1994, 101(1): 80 - 102
- 8 刘超, 傅小兰. 不同注意条件下大数与小数的加工差异. *心理学报*, 2004, 36(3): 307 - 314

- 9 刘超,买晓琴,傅小兰.内源性注意与外源性注意对数字加工的不同影响.心理学报,2005,37(2):167-177
- 10 Posner M I. Orienting of attention. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1980, 32(1): 3-25
- 11 Jonides J. Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement. In: Long J B & Baddeley A D (Eds.), Attention and performance IX. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1981, 187-203
- 12 吴燕,隋光远,曹晓华.内源性注意和外源性注意的 ERP 研究.心理科学进展,2007,15(1):71-77
- 13 Berger A, Henik A, Rafal R. Competition between endogenous and exogenous orienting of visual attention. Journal of Experimental Psychology: General, 2005, 134(2): 207-221
- 14 Yantis Y, Jonides J. Abrupt visual onsets and selective attention: Voluntary versus automatic allocation. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1990, 16(1): 121-134
- 15 Müller H J, Rabbitt P M. Reflexive and voluntary orienting of visual attention: Time course of activation and resistance to inhibition. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1989, 15(2): 315-330
- 16 Shepherd M, Müller H J. Movement versus focusing of visual attention. Perception & Psychophysics, 1989, 46(2): 146-154
- 17 Ponser M I, Cohen Y. Components of visual orienting. In: Bouma H & Bouwhuis D G. (Eds.), Attention and Performance X: Control of language processes. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1984, 531-556
- 18 Chastain G. Multiple - element line segment precues: Orientation and location effects on attention. Perception & Psychophysics, 1996, 58(7): 1015-1025
- 19 Oriet C, Tombu M, Jolicoeur P. Symbolic distance affects two processing loci in the number comparison task. Memory & Cognition, 2005, 33(5): 913-926
- 20 隋光远,吴燕,曹晓华.数困儿童在内源和外源注意条件下数字比较的眼动研究.心理科学,2006,29(3):583-587
- 21 Pinel P, Dehaene S, et al. Modulation of parietal activation by semantic distance in a number comparison task. Neuroimage, 2001, 14(5): 1013-1026
- 22 Koechlin E, Naccache L, et al. Primed numbers: Exploring the modularity of numerical representations with masked and unmasked semantic priming. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1999, 25(6): 1182-1905

The Influence of Varying SOA on the Number Distance Effect Under the Conditions of Endogenous and Exogenous Attention

Pan Yun^{1,2}, Bai Xuejun¹, Shen Deli¹

(¹ Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin, 300074)

(² School of Educational Science, Guizhou Normal University, Guiyang, 550001)

Abstract In the present study, endogenous and exogenous experimental paradigms were used to investigate the number distance effect in attended or unattended conditions when SOAs were different. The stimuli were small numbers (1~4) and large Arabic numbers (6~9). The subjects' task was to decide whether the presented number was larger or smaller than 5. The results showed that (1) in the endogenous cue, with SOAs increasing, the distance effects of large and small numbers gradually increased. When SOA was 900ms, the distance effect of large or small numbers was most significant; (2) in the exogenous cue, when SOA was 300ms, the distance effect of large or small numbers was most significant. With the increasing of SOAs, however, the distance effect of large and small numbers gradually decreased.

Key words endogenous attention, exogenous attention, SOA, number processing, number distance effect

(上接第 533 页) and clarified the compensation view by using fMRI. Both an easy location recall task and a difficult one were administered to a group of older adults ($n=13$) and younger adults ($n=15$). The behavioral results revealed a significant main effect of both age and task difficulty. The brain imaging results showed that: compared to a baseline, older adults showed a bilateralized activation pattern in the easy task while a lateralized activation pattern was found in the difficult task. When compared with their younger counterparts, the older adults showed more areas activated in the right inferior frontal gyrus in both tasks. No significant correlations were found between additional activation and older adult's behavioral performance, which might not support the compensation view. The findings that older adults only show a bilateralized activation in the easy task suggest that the Frail model is not a universal model.

Key words source memory, aging, HAROLD, compensation hypothesis