

内源性注意与外源性注意的跨通道比较*

赵晨 张侃

(中国科学院心理研究所, 北京 100101)

杨华海

(School of Information, the University of Michigan, USA)

摘要 该研究利用空间线索技术的实验模式, 考察跨视觉和听觉通道的内源性选择注意与外源性选择性注意的相互关系。实验结果表明: (1) 听觉中央线索在较长的 SOA(至少 500 毫秒) 条件下, 可以引导内源性空间选择性注意; 同时外周线索突现也能自动化地吸引部分注意资源。(2) 听觉和视觉选择注意是分离的加工通道, 但二者之间存在相互联系。

关键词 内源性, 外源性, 跨感觉通道。

分类号 B842.1

1 引言

在空间选择注意领域, 大多数的研究集中在视觉选择注意的自动加工和控制性加工过程, 分别对应于外源性(Exogenous)选择注意和内源性(Endogenous)选择注意。已经有许多研究表明视觉线索可以控制对视觉空间的选择注意: 外周线索突现(Abrupt Onsets)(简称突现)引导具有自动化加工性质的、不受控制的外源性选择注意; 而中央符号线索(出现在注视点位置、指向不同方向的箭头)激活自主性的、受控制的内源性选择注意, 且二者存在相互影响^[1]。然而, 人在日常情形下对信息的加工往往需要跨感觉通道的协同加工。因此, 跨通道的选择注意正引起越来越多的研究者的兴趣。

相对于丰富的视觉选择注意的研究来说, 对于跨感觉通道的空间选择性注意的研究则显得较为单薄。Buchtel 和 Butter 1988 年对此进行了探索。被试对可能出现在注视点两侧(偏心距为 10° 视角)的一个亮点作简单反应, 视觉线索是亮点周围四个开亮 50 毫秒的小点, 听觉线索是位于亮点之后的喇叭发出 50 毫秒的白噪声。结果表明, 听觉线索和视觉线索一样, 其有效和无效会导致/ 利益- 损失 0 效应(相对于中性条件, 有效线索使反应时缩短称为获利, 无效线索使反应时增长称为损失), 说明作为外周线索的听觉线索和视觉线索一样, 能引导视觉选

择性注意^[2]。Spence 和 Driver 1996 年研究了跨视听通道的内源性选择注意, 他们的实验任务是让被试判别听觉或视觉目标的位置(上或下), 结果发现在视觉选择注意和听觉选择注意之间存在很强的空间连接^[3]。Mondor 和 Amirault 1998 年研究了空间线索对听觉目标和视觉目标鉴别的影响。目标和线索可能是同一通道的, 也可能是通道间的。实验结果发现在通道内线索有效性的效度远远明显于通道间的条件。此外, 是否可以观察到跨通道线索的效应依赖于线索和目标关系的可预测性^[4]。Buchtel 和 Mondor 等人的实验结果表明视觉和听觉是独立的通道特异性注意系统, 但它们之间存在连接, 使得听觉朝向在视觉空间引起相应的朝向; 反之, 视觉朝向在听觉空间也能引起相应的朝向, 但是另一些实验和脑损伤病人的研究结果支持超通道(Supersensory)假说, 即存在一个单独的超通道注意系统, 它的功能是跨通道地调整目标知觉, 在空间分配注意而不顾注意目标的通道^[3,4]。因此, 对跨通道选择注意机制的争论是目前该领域的研究重点之一, 仍需要进一步地探索。

在早先的研究中, 我们利用空间线索技术研究了跨视觉和听觉通道的内源性选择注意, 发现视觉中央线索在短至 50 毫秒 SOA 的条件下就能可靠地引导出内源性选择注意, 听觉中央线索在较长的 SOA(至少 500ms) 条件下也能引导出内源性选择性

注意,在较为严格的条件下证实了视觉和听觉中央线索均能引导出内源性视觉选择注意^[5];另外还检验了三种注意模型,发现视觉外周线索突现激活反射性的、自动化加工的外源性选择注意,这时注意转移以注意中心连续移动的方式进行,支持了探照灯模型^[6]。

为了进一步考察跨感觉通道的选择注意,我们对跨通道的内源性和外源性选择注意的相互作用进行了研究。一些前人对内源性和外源性视觉选择注意相互作用的研究结果发现,当注意已提前集中在某一空间区域时,由视觉中央线索引导出的内源性选择注意不能被外周突现打断;但是突现具有自动化吸引注意的属性^[7]。我们在以前研究的基础上设计了本实验,考察作为中央线索的听觉刺激引导的跨通道选择注意,及当外周线索突现作用时,突现对由听觉中央线索引导的内源性选择注意的影响。

2 实验方法

2.1 被试

23名(男21名,女2名,年龄18)22岁)中国农业大学的工科大学生参加了实验,所有被试视力(含矫正视力)及听力正常。自愿参加实验,实验结束后付给报酬。

2.2 仪器

所有实验过程由AST 486DX66微机控制完成,

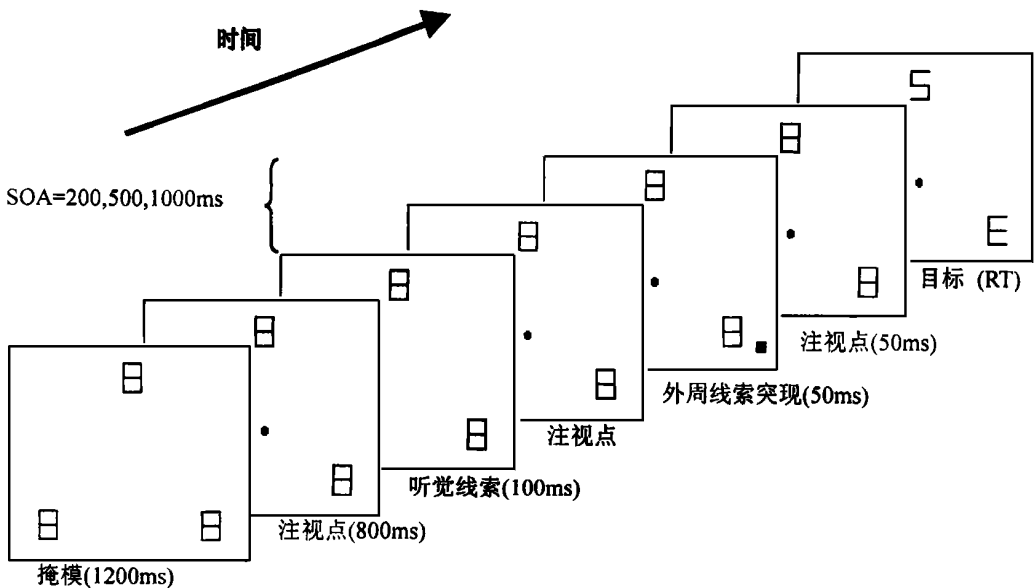


图1 实验刺激呈现序列

2.5 实验程序

每个被试参加两个部分的实验:听觉中央线索

SVGA显示卡驱动一个14英寸彩色显示器。刺激均以VGA640@480图形方式呈现,屏幕刷新频率为72Hz,屏幕背景色为黑色(EGA2BLACK)。实验在昏暗照明的房间中进行。被试眼睛从离屏幕40厘米处进行观察,以下颌架固定头部。

2.3 刺激与任务

在一次试验中先后呈现听觉中央线索和外周线索突现,刺激呈现序列与时间如图1所示。要求被试尽快在三个位于外周的,由/日0形掩模转变成的字母中搜索目标字母:/H0或/S0,二者必居其一,看到/H0,立即用左手食指按/Z0键反应;看到/S0,立即用右手食指按/0键反应。每次实验呈现一个目标刺激(/S0或/H0)和两个非目标字母(/E0,/P0或/U0)。被试按键反应后即开始新的一次试验。

2.4 实验设计

实验是2@3@3的被试内设计,自变量如下:

(1)听觉中央线索(计算机发出一个持续100毫秒的短纯音,频率可能为300Hz,900Hz或1500Hz,分别对应右、左或上的目标位置)的效度:有效(100%,即目标一定出现在线索所指示的位置),无效(0%,即目标一定不出现在线索所指示的位置);(2)外周线索:有效(突现与目标位置一致),无效(突现与目标位置不一致),不呈现突现;(3)呈现听觉中央线索和呈现外周线索之间的SOAs(Stimulus Onset Asynchronies):200毫秒,500毫秒和1000毫秒。

有效和听觉中央线索无效,二者按先后顺序在被试间平均分配。在每个部分之前,通过指导语告诉被

试听觉中央线索和目标之间的效度关系。每个部分包括三个单元: 外周线索有效、无效及不呈现突现刺激, 出现的次序按 3 @3 拉丁方安排。每个单元包括三个不同水平的 SOA。SOA、目标/ S0和/ H0的出现及出现的位置, 均进行平均随机分配。共六个单元, 合 420 次实验尝试。平均实验时间约为 40 分钟。

2.6 指导语与练习

指导语由计算机呈现, 同时呈现刺激示例, 主试对被试疑问进行讲解, 确认被试理解实验要求后开始实验。在有突现刺激的单元之前, 指导语告诉被试, / 下面实验中屏幕上会有亮块闪动, 请尽量忽略它的存在0。要求被试既快又准地对呈现的目标刺激进行反应, 强调眼睛注视屏幕中央的注视点。在每个实验单元之后, 给被试正确率、反应时的反馈和一定的休息时间(被试自定)。鼓励被试不断降低反应时、提高正确率。

在实验之前, 被试进行学习和练习。进行至少 50 次基线实验(Baseline, 只呈现中央线索、不呈现外周线索)的练习, 每次练习都提供正确与否的反馈, 在正式实验时没有反馈。被试在练习后能够连续 20 次正确反应(控制错误率在 5% 以下), 练习结束, 开始正式实验。要求被试在实验过程中保持眼睛的固定。

3 实验结果

错误反应、反应时异常(长于 1500 毫秒和小于 200 毫秒)的数据不作分析。各实验条件下的平均反应时及相应的错误率见表 1。以听觉中央线索有效性、外周线索和 SOA 为因素(2 @3 @3), 分别对反应时和错误率进行重复测量的 MANOVA 分析(使用 SPSS for Windows V7. 5)。

对错误率的分析发现各因素的主效应和交互作用均不显著, 故主要对反应时进行分析。

表 1 不同听觉中央线索效度、外周线索与 SOA 条件下的平均反应时(ms)及错误率(%)

听觉中央线索有效性	200ms			500ms			1000ms		
	有效	无	无效	有效	无	无效	有效	无	无效
有效 RT	546. 01	563. 06	597. 69	501. 40	519. 27	529. 19	467. 80	519. 18	514. 08
错误率	5	8	7	6	8	2	7	7	5
无效 RT	588. 40	575. 89	582. 14	595. 45	590. 76	575. 76	571. 20	564. 17	572. 39
错误率	5	4	4	4	3	6	2	5	6

结果表明, 听觉中央线索有效性的主效应显著, $F(1, 22) = 14. 84, p < 0. 001$ 。听觉中央线索有效时,

除在 SOA200 毫秒、外周线索无效的条件外, 其他各条件下的反应时都比听觉中央线索无效时短。

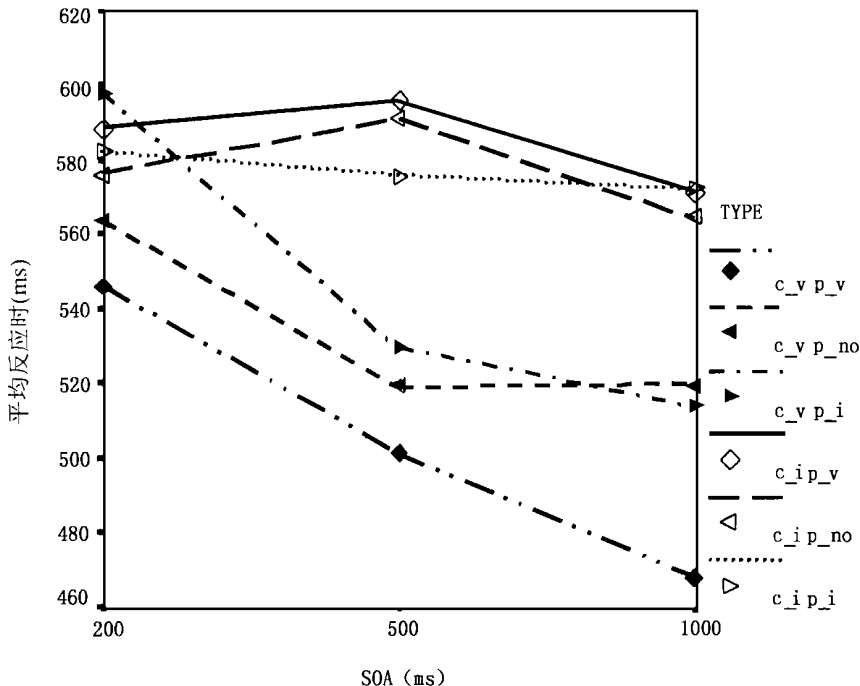


图 2 不同听觉中央线索效度及外周线索条件下的 SOA 曲线图

注: c- 听觉中央线索 p- 视觉外周线索 v- 有效 i- 无效 no- 不呈现突现

外周线索主效应显著, $F_{(2,44)} = 6.56, p < 0.003$ 。SOA 主效应显著, $F_{(2,44)} = 21.75, p < 0.001$ 。不同听觉中央线索效率及外周线索条件下的 SOA 曲线图见图 2。听觉中央线索有效性与外周线索交互作用显著, $F_{(2,44)} = 11.62, p < 0.001$ 。听觉中央线索有效性与 SOA 交互作用显著, $F_{(2,44)} = 12.45, p < 0.001$ 。外周线索与 SOA 交互作用不显著, $F_{(4,88)} = 1.56, p > 0.05$ 。听觉中央线索有效、外周线索与 SOA 三者的交互作用不显著, $F_{(4,88)} = 0.88, p > 0.05$ 。

因听觉中央线索有效性与外周线索和 SOA 的交互作用显著, 故进一步做简单效应分析。在听觉中央线索有效的条件下, 外周突现有效与外周突现无效差异显著, $t_{(22)} = 5.12, p < 0.001$ (有效线索的反应时减去无效线索的反应时获利达 42 毫秒); 外周突现有效与无外周突现差异显著, $t_{(22)} = 3.93, p < 0.001$; 听觉中央线索无效的条件下, 外周突现有效、无效与不呈现突现之间差异均不显著。在 SOA 为 200 毫秒的条件下, 听觉中央线索有效与听觉中央线索无效差异不显著, $t_{(22)} = 1.18, p > 0.05$; 当 SOA 为 500 毫秒时, 听觉中央线索有效与无效差异显著, $t_{(22)} = 4.11, p < 0.001$ (反应时获利达 18 毫秒); 在 SOA 为 1000 毫秒的条件下, 听觉中央线索有效与无效差异显著, $t_{(22)} = 4.16, p < 0.001$ (反应时获利达 69 毫秒)。

4 讨 论

本实验的结果清楚地验证了听觉中央线索引导空间选择注意的能力, 同时显示听觉中央线索引导选择注意与 SOA 有较强的联系。在外周线索突现作用的实验条件下, 听觉中央线索主效应显著, 表明听觉中央线索同视觉中央线索一样, 能可靠地引导出内源性选择注意, 但是, 在短的 SOA 时 (小于 200 毫秒), 听觉中央线索有效和无效差异不显著, 未能证实听觉符号线索能够引导视觉空间选择注意; 随着 SOA 的加长, 有效线索对反应时绩效的促进作用也逐渐增加, 听觉符号刺激最终影响了视觉空间选择注意的分配。这说明听觉中央线索引导选择注意需要较长时间 (至少长于 200 毫秒)。这个结果与 Ward 1994 年的结果截然相反, 他的实验发现视觉空间线索和听觉空间线索影响对听觉目标的定位任务, 而对视觉目标的定位判别只受到视觉空间线索的影响^[8]。本实验却发现听觉中央线索也可以影响

对视觉目标的判别判别, 引导出视觉选择注意。当 SOA 为 500 毫秒时, 有效中央线索使反应时获利达 18 毫秒, 当 SOA 为 1000 毫秒时, 反应时获利达 69 毫秒, 揭示出线索与目标之间的时间间隔越长, 有效线索使反应时缩短的/ 获利 0 效果就越大。Ward 的实验采用的是目标定位任务, 而本实验采用的是选择反应时任务; 此外, 在 Ward 的实验控制条件下, 考察的是由视觉线索突现和声音线索引导的非自主性的、受刺激驱使的外源性选择注意, 在此实验条件下没能发现听觉空间线索对视觉目标的作用, 而在本实验条件下, 有效的听觉中央线索使得对视觉目标判别任务的反应时有明显的获利, 这可能是由于由中央线索引导的内源性选择注意和由外周线索突现引导的外源性选择注意是不同的注意机制所致。

外周线索主效应显著, 且与听觉中央线索效率交互作用显著。当听觉中央线索有效时, 外周突现有效与外周突现无效差异显著, 反应时获利达 42 毫秒。这表明在听觉中央线索已吸引注意资源的条件下, 突现仍可以自动化地吸引部分注意资源, 有效突现使得反应时缩短, 无效突现使得反应时增长, 表明了突现自动化加工的属性。在听觉中央线索无效的条件下, 外周突现有效、无效与不呈现突现之间差异均不显著。我们认为这是由于无效听觉线索干扰视觉辨别选择任务的完成。如果视觉和听觉是由完全分离的注意通道进行特异性加工, 那么当听觉中央线索无效时, 外周线索有效和无效表现出显著差异, 但在本实验的条件下, 未能得出这个结果。

根据本实验的结果, 我们认为听觉和视觉不是完全分离的注意加工通道。从理论上说, 如果空间线索对目标的判别是由完全分离的通道特异系统进行加工, 那么听觉中央线索就不会对视觉目标的判别产生作用, 听觉中央线索不应表现出主效应, 而在本实验中, 听觉中央线索主效应显著, 因此我们推论听觉和视觉的注意加工通道并不是完全分离的。其次, 相互分离的听觉选择注意系统和视觉选择注意系统之间存在相互联系。如果听觉注意加工通道和视觉注意加工通道之间不存在相互联系, 无效的听觉中央线索条件下外周突现吸引注意是非自主的, 具有自动化加工属性的, 反应时应表现出/ 利益- 损失 0 效应, 即有效外周突现使反应时缩短, 无效外周突现使反应时增长。但在本实验中, 无效听觉中央线索的条件下有效和无效外周线索突现对反应时影响差异不显著。我们认为这是因为无效听觉中央线索干扰辨别目标任务, 且由于听觉注意加工通道和

视觉注意加工通道是相互联系的,因此影响了突现自动化地引导选择注意。这个结果支持 Spence 等 1996 年的论点^[3]。Spence 等 1996 年共做了 7 个实验研究跨视觉和听觉通道的内源性选择注意。他们所采用的视觉线索是红色的 LED(light emitting diode),当亮时看上去是指向左或右的箭头;视觉目标是闪亮的小灯,被试左右两侧各分布两盏。听觉目标是扬声器发出的 85 分贝的白噪声,被试的任务是判别目标的位置(上或下)。实验结果发现,当被试被告之目标可能在一侧出现时,即使目标通道不确定对这一侧的判断也更快;当被试期待目标只在一个通道的特定一侧出现时,在其他通道也发生相应的注意转移;分离视觉和听觉注意通道也是有可能的。Spence 等认为这些结果显示了内源性注意虽然不排除是在一个超通道系统内,但是视觉和听觉注意有强的空间连接。但是我们的实验认为并没有一个超通道系统控制听觉和视觉的选择注意加工。如果听觉和视觉选择注意是由一个超通道系统控制,由听觉中央线索和由视觉中央线索引导视觉选择注意应表现出一致的模式,本实验却发现听觉中央线索引导视觉选择注意需要一定的时间,在本实验的条件下至少为 500 毫秒,而根据前人的研究和我们以前的实验结果,视觉中央线索在短至 50 毫秒的条件下就可以引导出视觉选择注意,我们认为正是由于听觉和视觉选择注意加工是相互分离又存在联系的系统,一个通道的线索影响对另一个通道目标的加工需要一定的时间整合,因此使得听觉中央线索引导视觉选择注意较视觉中央线索引导视觉选择注意需要更多的加工时间。这个结果与 Mondor 等的实验所得到的结论是相同的。Mondor 等的实验是呈现一个视觉或听觉线索,接着呈现视觉或听觉目标,线索和目标可能是同一通道,也可能是不同通道^[4]。他们的工作发现线索有效性在通道内的效应比通道间更为显著;鉴别显著的跨通道线索的效应依赖于线索和目标间的关系。他们认为这些结果可以作为证据支持以下结论:(1)听觉和视觉空间注意是分离的机制;(2)对目标的判别可能受另一个通道空间线索的影响,但是主要依赖于内源性注意的机制。我们采用的是空间线索的实验范式,并结合以前的研究结果设计了本实验,发现了听觉线索可

在较长 SOA 条件下引导视觉选择性注意,实验结果可较好地支持视觉和听觉选择注意是分离且相互联系机制的理论。这与 Spence 和 Mondor 等人在实验方法上并不相同,但在结果和结论上有部分相同之处。对于跨通道的选择注意的机制,研究者们采用不同的方法对这一问题进行探讨,目前并没有得到一致性的结论。综上所述,我们推论听觉选择注意和视觉选择注意是相互分离的加工通道,但二者之间存在相互联系。

5 小 结

本实验结果表明 SOA 较短时,听觉中央线索不能引导选择注意,而在较长的 SOA 条件下,听觉中央线索能可靠地引导选择注意,在听觉中央线索已经吸引注意集中到某个空间位置的情况下,突现刺激仍能吸引部分注意资源,表明突现刺激能够自动化地引导外源性选择注意的属性。听觉选择注意和视觉选择注意的加工通道是相互分离的,但二者之间存在相互联系。

参 考 文 献

- 1 杨华海,赵晨,张侃. 外源性视觉选择性注意的时空特征. 心理学报,1998,2:136) 141
- 2 Buchtel H A, Butter C M. Spatial attentional shifts: implications for the role of polysensory mechanisms. *Neuropsychologia*, 1988, 26: 499) 509
- 3 Spence C J, Driver J S. Audiovisual Links in Endogenous Covert Spatial Attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1996, 22: 1005) 1030
- 4 Mondor T A, Amirault J K. Effect of Same and Different Modal Spatial Cues on Auditory and Visual Target Identification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1998, 24: 745) 755
- 5 赵晨,杨华海,张侃. 跨通道的内源性选择注意. 心理学报,1999,31(2):148) 153
- 6 杨华海,赵晨,张侃. 外源性视觉选择性注意的时空特征. 心理学报,1998,2:136) 141
- 7 Yantis S, Jonides J. Abrupt visual onsets and selective attention: Voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 1990, 16: 121) 134
- 8 Ward L M. Supermodal and modality-specific mechanisms for stimulus-driven shifts of auditory and visual attention *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 1994, 48: 242) 259

CROSS-MODAL COMPARISON OF ENDOGENOUS AND EXOGENOUS ATTENTION

Zhao Chen Zhang Kan

(Institute of Psychology, CAS, Beijing 100101)

Yang Huahai

(School of Information, the University of Michigan, USA)

Abstract

Studies of mechanisms underlying orienting of attention in visual space usually provide subjects with advance cues. These cues indicate the probable locations of targets to facilitate localizing and discriminating the targets. Symbolic central cues and direct peripheral cues are believed to activate different endogenous and exogenous modes of orienting. Endogenous attention involves voluntary orienting response to symbolic indicators, such as a central arrow (central cue); and exogenous attention involves reflexive orienting in response to salient stimuli in the visual field, such as a peripheral flash (peripheral cue). Endogenous selective attention can be inferred from performance differences in detecting signals at expected and unexpected spatial locations. For example, a central cue pointing to the likely target location can direct attention to that location. Compared to a neutral and an invalid cue, spatially valid cues result in benefits, measured in shorter latencies and less errors. Alternatively, attention can be controlled by external factors. In everyday life, attentional selection is often accompanied by cross-modal coordination. Many everyday situations require attention available to several sense modalities. Some studies have reported positive effects of spatial cueing on auditory judgements. Spence and Driver(1994) were able to demonstrate unambiguous covert auditory orienting effects. Researches on endogenous and exogenous mechanisms of selective attention operating both auditory and visual cues provoke the question of how they may be linked across modalities. To further investigate the possibility of auditory symbolic cues to activate endogenous visual selective attention, one experiment controlled by an AST DX66 PC was designed to examine the effect of auditory central cues on cross-modal selective attention. The peripheral abrupt onsets were presented following the auditory symbolic cues and a target identification paradigm was used. The results showed that valid auditory cues had a significant facilitation at SOA longer than 200ms and a peripheral abrupt onset could capture attention when attention was focused on one of the space locations. The auditory cue validity was apparent on between-modality trials. In addition, these effects were interpreted as evidence of separate auditory and visual spatial selective attention mechanisms, but with links such that auditory orienting tends to result in visual orienting to corresponding location in visual space.

Key words endogenous, exogenous, cross-modality.