

# 两亚型注意缺陷多动障碍 (ADHD) 儿童的内隐注意定向

徐 岩<sup>1,2</sup> 周晓林<sup>2</sup> 王玉凤<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>香港城市大学应用社会科学系,香港) (<sup>2</sup>北京大学心理学系,北京 100871) (<sup>3</sup>北京大学精神卫生研究所,北京 100083)

**摘 要** 研究探讨了注意缺陷障碍儿童与正常儿童之间,混合型与注意缺陷型 ADHD 儿童之间内源与外源注意定向功能的差异。ADHD 儿童及与之匹配的正常儿童对照组分别参与了两个实验,实验一采用了内源性内隐注意定向任务,实验二采用了外源性内隐注意定向任务。研究表明:(1) ADHD 儿童与正常儿童相比,在注意定向过程(注意解除、转移与施加)上有一定缺陷。(2) ADHD 儿童注意定向网络功能有缺陷,与反应水平上动作准备有关的注意功能可能受损。(3) 两种亚类型儿童注意定向功能缺陷模式不同。在内源定向上,混合型与注意缺陷型相比较,混合型 ADHD 儿童表现为有较强的反应冲动性;注意缺陷型儿童,主要表现为注意加工过程比较缓慢,注意更易涣散。在外源定向上,混合型儿童在反应的运动准备及运动控制方面的缺陷要大于注意缺陷型儿童。

**关键词** ADHD,亚类型,注意,注意网络,注意定向。

**分类号** B842

## 1 引言

注意定向是指把注意选择性地分配到视野的特定部分。我们把注意朝向某个位置而不需要眼动,这种注意定向就称为内隐定向 (covert orienting)。Posner的内隐注意定向范式 (COVAT) 提供给我们一个有效的手段去测查被试在无眼动的情况下,把注意指向 (direct) 不同视野区域的能力。从线索呈现到靶子出现,有一个注意的解除、转移和施加过程<sup>[1]</sup>。反应时,尤其线索效应 (validity effect) (无效线索下的反应时减去有效线索下的反应时的差值) 能很好地反映注意解除、转移和施加过程<sup>[2]</sup>。

注意定向有两种主要的模式,分别为主动定向和自动定向<sup>[3]</sup>。主动定向由大脑的前注意系统负责,是一个主动的、自上而下和目标驱动的过程,比如内源性定向。自动定向则是主要由后注意系统负责,是一个被动的、自下而上和刺激驱动的过程,比如外周刺激所引起的外源定向<sup>[3,4]</sup>。内源定向任务通常是在中央注视点位置呈现线索提示,之后在外周视野出现靶子,要求被试对出现在左视野或右视野的靶子作出反应。外源性定向是在外周出现线索提示,然后出现靶子。无论内源或是外源,线索通常分为有效,无效和中性三种条件。Posner提出的注

意定向网络,和内隐的注意定向 (covert orienting) 有关<sup>[5]</sup>。现在普遍认为,视空间的注意定向依赖于大脑右前额叶和右顶叶区域活动,而左顶叶可能与肢体运动准备有关的运动注意 (motor attention)、与时间进程有关的定向以及对突出刺激的注意定向作用更大<sup>[6,7]</sup>。

注意缺损多动障碍 (Attention deficit hyperactivity disorder, ADHD) 是一种在儿童中比较常见的发展性精神障碍。ADHD 主要症状为不能集中注意、多动和冲动。美国《精神障碍诊断与统计手册》第四版 (DSM - IV) 启用了 ADHD 这一名词,主要从症状上对该病进行了描述。并且从两个维度 (注意涣散、多动冲动) 将 ADHD 分为三个亚类型: 注意缺陷主导型 (ADHD - I), 多动/冲动主导型 (ADHD - HI), 和混合型 (ADHD - C)。ADHD 注意以混合型与注意缺陷型为主, 多动冲动型非常的稀少。

关于 ADHD 儿童的注意定向研究目前并不算多,基本参照 Posner 的内隐定向范式,且多针对内源注意定向,结果也存在一定争议。一些研究已经表明, ADHD 儿童的内源注意定向能力比较低; ADHD 儿童存在右/左视野反应时的不对称性。而对于正常儿童,则没有表现出左右视野之间反应时的显著差别<sup>[8-10]</sup>。比如, Perchet 等人 (2001) 采用

ERP技术,研究了 ADHD 注意定向任务中的注意、决策、动作加工阶段的表现。结果发现,ADHD 儿童有比正常儿童短的反应时和高的错误率;P1/CNV 波异于正常儿童<sup>[8]</sup>。Nigg 等人(1997)对 ADHD 男孩的内源注意定向实验发现,与正常儿童相比,ADHD 儿童有较长的反应时;在没有线索提示时,ADHD 儿童对出现在左视野的靶子反应更慢;反应时上表现出了偏侧化现象<sup>[9]</sup>。McDonald 等人(1999)对 20 名 ADHD 儿童的内源定向实验表明,当线索一致时,ADHD 儿童会更快地把注意指向靶子;当线索无效时,ADHD 儿童却很难准确地把注意施加到靶子上<sup>[10]</sup>。目前对外源定向的研究很少,其中 Carter 等人<sup>[11,12]</sup>对 ADHD 儿童外源性内隐注意定向进行了实验研究,发现 ADHD 儿童在外源定向任务上有较长的反应时,并且表现出偏侧化现象,反映右半球注意机制受损。Huang - Pilbck 等人(2003)的研究对 14 个有关注意定向的研究进行了分析<sup>[3]</sup>。这些研究中有学者发现 ADHD 儿童的运动冲动性,警觉功能弱于正常儿童。虽然不同学者获得的研究结果不尽相同,但都表明,ADHD 儿童与正常儿童有明显的差异,ADHD 的注意定向功能受损。

目前,ADHD 不同亚类型之间的比较研究刚刚开始,且多是从临床或电生理的角度出发。Chhabildas 等人(2001)对 67 名注意缺陷型、33 名混合型以及 14 名多动冲动型 ADHD 儿童进行了多项神经心理任务(反应抑制、警觉、速度加工方面)的实验研究发现,注意缺陷型和混合型在这几项实验任务中的表现相似<sup>[13]</sup>。国内也有学者对 ADHD 儿童亚型进行了比较研究。徐岩、周晓林等人(2003)在对 ADHD 儿童的一项维持注意研究中,没有发现注意缺陷型儿童和混合型儿童在注意维持上的差异<sup>[14]</sup>。王勇慧、周晓林等人(2003)采用 stroop 任务和 go/no-go 任务的结合,对两亚类型 ADHD 的反应抑制进行了研究;结果发现混合型儿童与注意缺陷儿童在停止对 no-go 反应上的错误率差异边缘显著,提示混合型儿童的反应停止能力弱于注意缺陷型儿童<sup>[15]</sup>。这些研究成果都告诉我们需要对不同亚类型 ADHD 儿童进行比较研究。

无论结果如何,其中许多研究并没有控制好以下问题,比如,ADHD 诊断的问题;不同组别儿童智商匹配的问题;被试用药史的问题等。Oades(2000)在对 ADHD 维持注意的一项研究中,被试是采用 DSM - IIR 的标准进行诊断的,与 DSM - MD

的诊断标准不尽相同,无法再细分亚类型进行研究<sup>[16]</sup>。并且,实验对被试的用药史没有进行良好的控制,有的被试实验前有用药史,有的被试实验前无用药史。Van Leenen 等人(1998)采用 CPT 范式进行的 ERP 研究也存在类似问题,研究被试采用非 DSM - IV 标准进行筛选,在实验前 28 小时内未使用过药物,但是这之前每个被试的有无用药史并无说明<sup>[17]</sup>。Leung 等人(2000)在对 ADHD 儿童进行的一项 CPT 任务研究中,被试的筛选是通过教师和父母报告问卷来进行的,诊断与匹配都不严格<sup>[18]</sup>。McDonald 等人(1999)的注意定向实验也没有控制好被试的用药情况<sup>[10]</sup>。Nigg 等人(1997)对 ADHD 男孩进行的注意定向实验也没有控制好被试用药情况;并且,ADHD 被试是通过 DSM - IIR 进行选取的,且 ADHD 被试的智商低于正常被试<sup>[9]</sup>。Jonkman 等人(1999)对 ADHD 进行的侧抑制实验,也没有匹配好两组被试的智商<sup>[19]</sup>。另外,经典的定向实验有效线索和无效线索的比例是 80:20,这就存在一个被试预期的问题。这些因素都可能降低结论的可靠性。此外,关于 ADHD 亚类型的争议很多;Barkley 认为,注意缺陷型似乎应被排除在 ADHD 的抑制不能理论之外<sup>[20]</sup>。注意缺陷型和混合型的注意缺陷究竟有什么样的差别?现有的 ADHD 注意研究还不能够很好地澄清这些问题。

本研究旨在:(1)考察 ADHD 儿童与正常儿童在内源内隐注意定向和外源内隐注意定向功能上的异同。(2)进一步考察注意缺陷型和混合型 ADHD 儿童在上述认知过程中的异同,探讨两亚类型 ADHD 儿童注意定向功能缺损情况。

研究采用群组研究(group study),由两个行为实验组成:内源性内隐注意定向任务(实验一)和外源性内隐注意定向任务(实验二)。与 Ponser 经典定向范式不同的是,本研究对于不同线索条件下的实验项目采用了相同的数量比例,以减少被试的预期。实验采用了短的刺激呈现时间(线索呈现 200ms 后靶子呈现 300ms)来防止眼动。一般来说,成人在刺激呈现 200ms 内无眼动,儿童在刺激呈现 350ms 内无眼动<sup>[9]</sup>。

## 2 实验一内源性注意定向实验

### 2.1 方法

2.1.1 被试 ADHD 儿童:来源于北京大学精神卫生研究所门诊,小学 2~6 年级儿童共 55 名(20 女,35 男),平均年龄 9.62 ± 1.46 周岁;平均韦氏智商

103.21 ± 16.65。入组儿童均由精神科医师根据《美国精神障碍诊断与统计手册》第四版(DSM-IV)确诊,其中混合型儿童28人(8女,20男),平均年龄9.57 ± 1.69周岁,平均韦氏智商103.87 ± 16.06;注意缺陷型儿童25人(12女,13男),平均年龄9.65 ± 1.23周岁,平均韦氏智商102.44 ± 17.27。入组被试均已排除了神经系统器质性疾病,广泛发育障碍,精神发育迟滞,精神病性障碍和其他原发性精神障碍如品行障碍等。本研究实验前,所有ADHD儿童不存在任何药物治疗史,也未采用其它手段进行过干预。

正常儿童:北京市某小学2~6年级儿童经过儿童心理问卷筛查、瑞文标准推理测验筛查后,又对近100名儿童进行了韦氏智商测验,最后筛选出与ADHD儿童在性别、年龄、受教育程度、智商各方面匹配的正常儿童共59人(21女,38男),平均年龄9.84 ± 1.35周岁,平均韦氏智商106 ± 11.96。所有被试均为右利手。

在实验具体实施时,由于被试的主观意愿、病假或实施周期问题等,最后有ADHD儿童52名(18女,34男),正常儿童54名(19女,35男)参加了实验一。ADHD儿童中,混合型25人,注意缺陷型25人,2名多动冲动型数据在分类型讨论中舍去。混合型与注意缺陷型儿童年龄、智商、年级差异均不显著, $p > 0.1$ 。

**2.1.2 实验设计** 本实验为3(线索) × 2(靶子位置) × 2(儿童类别或亚类型)的混合设计,其中线索和靶子位置为组内变量,组间变量在对ADHD总体与正常对照组的分析中为儿童类别,在对ADHD儿童的两个亚类型(混合型与注意缺陷型)的比较分析中为亚类型。线索有三个水平,有效线索、无效线索和中性线索。靶子位置为靶刺激出现的位置,有两个水平,左视野和右视野。有效线索为线索提示(在中央注视点上方单侧指向箭头)与靶刺激呈现位置相一致的情况。无效线索为线索提示与靶刺激呈现位置相反的情况。中性线索为线索无提示(中央注视点上方为双侧指向箭头)。靶刺激出现的位置有两个,左视野或右视野。被试在观察到靶刺激出现后做出相应的按左或右键反应。靶刺激与中心注视点的距离为2度视角。实验共有120个有效项目,每种条件有20个项目。

**2.1.3 实验程序** 实验程序由DMDX软件运行,双屏呈现,显示分辨率为640 × 480。被试坐在计算机主屏(17寸显示器)前,所有刺激均采用黑底白字

呈现。被试按键反应采用游戏杆左右手各一键,反应时记录精确到毫秒。所有的刺激呈现和记录均由DMDX软件按照事先编制好的控制文件自动运行与记录。

实验任务为被试按键进行判断反应。每一个实验项目都是先在屏幕中间呈现中心注视点“+”200ms之后,在注视点之上呈现箭头线索200ms,间隔50ms后(即线索SOA = 250ms),在左视野或右视野出现靶刺激“\*号”300ms,允许被试的最长反应时间为1200ms。实验用时约5min。被试在正式实验开始之前先进行20个项目的练习,充分休息后,再继续正式实验。

## 2.2 结果

### 2.2.1 ADHD儿童总体与正常儿童对照组比较

考虑到儿童数据的标准差比较大,我们在以下反应时和错误率的分析中,采用了中数来进行方差分析。

#### (1)平均反应时

表1 实验一 ADHD儿童总体与正常儿童对照组的反应时中数均值(标准差)(单位:ms)

儿童类别	有效		无效		中性	
	左	右	左	右	左	右
ADHD总体	571 (91)	564 (88)	630 (91)	613 (87)	615 (98)	595 (86)
正常儿童	585 (122)	581 (105)	650 (127)	662 (119)	617 (122)	628 (117)

对反应时数据进行3(线索) × 2(靶子位置) × 2(儿童类别)三因素的方差分析(ANOVA)。结果发现,儿童类别的主效应不显著, $F(1, 104) = 1.33$ ,  $p > 0.1$ , ADHD儿童的反应时比正常儿童稍短,但是差异不显著。线索主效应显著, $F(2, 208) = 175.197$ ,  $p < 0.001$ ,不同线索条件下的反应时存在差别,线索无效时反应时最长,线索有效时反应时最短。靶子位置主效应不显著, $F(1, 104) = 1.07$ ,  $p > 0.1$ ,靶子出现在左或右视野时的反应时差别不大。线索和儿童类别的交互作用显著, $F(2, 208) = 4.678$ ,  $p = 0.01$ 。靶子位置与儿童类别的交互作用显著, $F(1, 104) = 6.947$ ,  $p = 0.01$ 。线索和靶子位置和儿童类别的三重交互作用显著, $F(2, 208) = 4.120$ ,  $p < 0.05$ 。

对反应时线索效应(无效线索下的反应时减有效线索下的反应时)进行的2(左右视野) × 2(儿童类别)方差分析发现,儿童类别的主效应显著, $F(1, 104) = 5.43$ ,  $p < 0.05$ , ADHD儿童的线索效应比正常儿童的线索效应小。左右视野的主效应不显著,

$F < 1$ ,说明左视野与右视野的效应量差异不大。儿童类别和左右视野的交互作用显著,  $F(1, 104) = 4.62, p < 0.05$ 。进一步的简单效应表明,在左视野,儿童类别之间的差异不显著,  $F(1, 104) = 0.47, p > 0.1$ 。在右视野,儿童类别之间的差异显著,  $F(1, 104) = 9.78, p < 0.01$ ,ADHD儿童的效应量显著小于正常儿童的效应量。

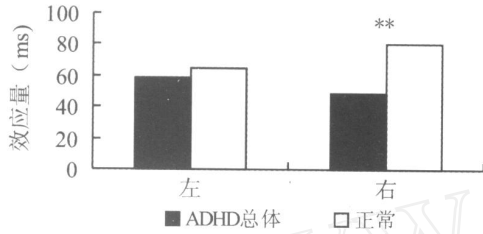


图1 ADHD儿童总体与正常儿童线索效应  
注: \*\*  $p < 0.01$

(2)错误率

表2 实验一 ADHD儿童总体与正常儿童对照组的反应错误率% (标准差)

儿童类别	有效		无效		中性	
	左	右	左	右	左	右
ADHD总体	3.7 (4.8)	4.5 (6.2)	11.9 (11.3)	14.0 (12.6)	5.1 (7.1)	8.1 (8.0)
正常儿童	0.6 (1.6)	0.8 (1.9)	4.5 (6.7)	7.2 (7.5)	1.5 (2.5)	4.3 (4.9)

对错误率数据,进行3(线索)  $\times$ 2(靶子位置)  $\times$ 2(儿童类别)三因素的方差分析(ANOVA)。结果发现,儿童类别的主效应显著,  $F(1, 104) = 29.429, p < 0.001$ ,ADHD儿童的错误率显著高于正常儿童的错误率。线索主效应显著,  $F(2, 208) = 70.166, p < 0.001$ ,说明不同线索条件下的错误率存在差别。靶子位置主效应显著,  $F(1, 104) = 14.958, p < 0.001$ ,靶子出现在右视野时的错误率高于靶子出现在左视野时的错误率。线索和儿童类别的交互作用显著,  $F(2, 208) = 5.758, p < 0.01$ 。进一步的简单效应分析表明,在有效线索条件下,儿童类别之间差异显著,  $F(1, 104) = 29.68, p < 0.001$ 。在无效线索条件下,儿童类别之间的差异显著,  $F(1, 104) = 20.61, p < 0.001$ 。在中性线索条件下,儿童类别之间的差异显著,  $F(1, 104) = 15.04, p < 0.001$ 。

2.2.2 混合型 ADHD 儿童与注意缺陷型 ADHD 儿童比较

(1)平均反应时

表3 实验一混合型儿童与注意缺陷型儿童的反应时中数均值(标准差)(单位:ms)

儿童类别	有效		无效		中性	
	左	右	左	右	左	右
混合型	560 (104)	561 (99)	621 (101)	593 (95)	598 (103)	584 (99)
注意缺陷型	582 (80)	567 (81)	640 (85)	634 (78)	632 (95)	607 (75)

对反应时数据,进行3(线索)  $\times$ 2(靶子位置)  $\times$ 2(亚类型)三因素的方差分析(ANOVA)。结果发现,亚类型的主效应不显著,  $F < 1$ ,混合型儿童的反应时略短于注意缺陷型儿童,但差别不显著。线索主效应显著,  $F(2, 96) = 52.332, p < 0.001$ ,不同线索条件下的反应时存在差异,无效线索时反应时最长,有效线索时反应时最短。靶子位置的主效应显著,  $F(1, 48) = 9.212, p < 0.01$ 。两重交互作用均不显著。线索和靶子位置和亚类型的三重交互作用显著,  $F(2, 96) = 3.604, p < 0.05$ 。

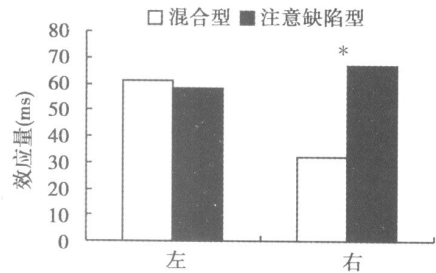


图2 混合型儿童与注意缺陷型儿童线索效应  
注: \*  $p < 0.05$

表4 实验一混合型儿童与注意缺陷型儿童的反应错误率% (标准差)

儿童类别	有效		无效		中性	
	左	右	左	右	左	右
混合型	4.8 (5.7)	5.0 (6.9)	13.2 (10.5)	17.2 (13.6)	5.6 (7.7)	8.4 (8.3)
注意缺陷型	2.8 (3.6)	4.4 (5.6)	11.6 (12.1)	11.6 (11.2)	4.8 (6.8)	8.2 (8.0)

对反应时线索效应进行的2(左右视野)  $\times$ 2(儿童类别)方差分析发现,亚类型的主效应不显著,  $F(1, 48) = 1.54, p > 0.1$ ,混合型儿童与注意缺陷型儿童在线索效应量上基本一致。左右视野的主效应不显著,  $F(1, 48) = 1.48, p > 0.1$ ,左视野与右视野上的线索效应差别不大。亚类型与左右视野的交互作用显著,  $F(1, 48) = 5.46, p < 0.05$ 。进一步的简

单效应分析表明,在左视野,亚类型之间的差别不显著,  $F(1, 48) = 0.02, p > 0.1$ 。在右视野,亚类型之间的差别显著,  $F(1, 48) = 6.44, p < 0.05$ 。混合型的反应时效应量明显小于注意缺陷型儿童的效应量。

### (2) 错误率

3(线索)  $\times$  2(靶子位置)  $\times$  2(亚类型)的三因素方差分析发现,亚类型的主效应不显著,  $F(1, 48) = 1.54, p > 0.1$ 。混合型儿童与注意缺陷型儿童在反应错误率上的差别不大,混合型的错误率稍高一些。线索主效应显著,  $F(2, 96) = 40.724, p < 0.001$ ,不同线索条件下的反应错误率存在差别,无效线索时的错误率最高,有效线索时的错误率最低。靶子位置的主效应显著,  $F(1, 48) = 4.500, p < 0.05$ ,右视野的反应错误率比左视野的反应错误率高。交互作用均不显著。

## 2.2.3 讨论

### 2.2.3.1 ADHD总体与正常儿童

正常儿童右视野的线索效应显著大于 ADHD 儿童的线索效应,而 ADHD 儿童的反应错误率高于正常儿童的反应错误率。反应时线索效应的分析与 Perchet 等人的 ERP 研究的行为结果相符<sup>[8]</sup>。Perchet 等人认为,ADHD 儿童在从认知到动作的传递过程中,有不正常的促进现象。ADHD 反应时的促进可能源于 ADHD 儿童的反应选择阶段较短。结合 ERP 结果,他们发现,ADHD 儿童的反应决策是在刺激特征加工过程还没有充分完成的情况下就被激活的。我们的行为实验结果提示 ADHD 儿童反应选择阶段短和反应决策早,说明了 ADHD 儿童具有较强的反应冲动性。同时,反应时效应量上表现出了偏侧化现象。右脑半球功能缺陷,会导致对右视野呈现刺激的加工更加自动化<sup>[21, 22]</sup>。因此,ADHD 儿童右侧视野的反应时与左侧视野反应时相比,相对正常被试来说,反而更短。

把反应时与错误率结合起来,我们看到,ADHD 儿童的反应时虽然比正常儿童的短,但是错误率明显高于正常儿童,这就更加肯定 ADHD 儿童具有较强的动作冲动性。ADHD 儿童反应选择阶段的加工并不充分;并且可能在刺激没有进行充分加工前就较早地进行了反应。ADHD 儿童较高的反应错误率,更加证明了 ADHD 儿童的注意解除、转移和施加过程并没有充分地展开和有效地完成。

### 2.2.3.2 混合型与注意缺陷型

混合型儿童与注意缺陷型儿童比较发现,在左视野,亚类型之间的线索效应差别不显著。在右视

野,混合型的反应时线索效应量明显小于注意缺陷型儿童的线索效应量。混合型儿童与注意缺陷型儿童在反应错误率上的差别不大。

混合型与注意缺陷型效应量的差异表现在右视野的效应量上。此外,与注意缺陷型儿童相比,混合型儿童把注意从左视野解除,转移到右视野,再次施加注意的过程花费的时间比从右视野解除,最后施加到左视野的时间短,但是混合型儿童的反应错误率稍高于注意缺陷型儿童(差异不显著)。混合型儿童与注意缺陷型儿童的注意定向功能缺陷模式似乎不同。混合型儿童是加工时间短,错误率高;注意缺陷型儿童是加工时间长,但错误率并没有实质性的降低。

## 3 实验二 外源性内隐注意定向实验

### 3.1 方法

3.1.1 被试 与实验一来源于同一样本,只是在具体实验实施中,ADHD 儿童 53 名(19 女,34 男),正常儿童 55 名(19 女,36 男)参加了实验二。ADHD 儿童中,混合型 25 人,注意缺陷型 26 人,2 名多动冲动型儿童数据在分类型讨论中舍弃。混合型与注意缺陷型儿童的年龄、智商、年级差异均不显著,  $p > 0.1$ 。

3.1.2 实验设计 有效线索为线索提示(在中央注视点外围单侧闪动的虚线方框)与靶刺激呈现位置相一致的情况。无效线索为线索提示与靶刺激呈现位置相反的情况。中性线索为线索无提示(中央注视点双侧闪动虚线方框)。其它与实验一相同。

3.1.3 实验程序 同实验一。

### 3.2 结果

#### 3.2.1 ADHD 儿童总体与正常儿童对照组比较

##### (1) 平均反应时

同前述实验,我们采用了反应时中数来进行统计分析。对反应时间数据进行 3(线索)  $\times$  2(靶子位置)  $\times$  2(儿童类别)三因素的方差分析(ANOVA)。结果发现,儿童类别的主效应不显著,  $F(1, 106) = 1.26, p > 0.1$ ,ADHD 儿童的反应时稍长于正常儿童的反应时,但差异不显著。线索主效应显著,  $F(2, 212) = 24.310, p < 0.001$ ,不同线索条件下的反应时存在差别。靶子位置的主效应边缘显著,  $F(1, 106) = 3.35, p = 0.07$ 。线索和靶子位置的交互作用显著,  $F(2, 212) = 3.815, p < 0.05$ 。

进一步对反应时线索效应进行的 2(左右视野)  $\times$  2(儿童类别)方差分析发现,儿童类别的主效应

不显著,  $F < 1$ , ADHD 儿童与正常儿童的反应时线索效应差别不大。左右视野的主效应显著,  $F(1, 106) = 6.23, p < 0.05$ , 右视野的线索效应量大于左视野的线索效应量。儿童类别和左右视野的交互作用不显著,  $F(1, 106) = 0.69, p > 0.1$ , 两类儿童的效应量变化模式一致。

表 5 实验二 ADHD 儿童总体与正常儿童对照组反应时中数均值 (标准差) (单位: ms)

儿童类别	有效		无效		中性	
	左	右	左	右	左	右
ADHD 总体	599 (100)	589 (113)	614 (105)	614 (98)	594 (98)	599 (84)
正常儿童	576 (146)	556 (135)	590 (141)	589 (141)	577 (139)	568 (134)

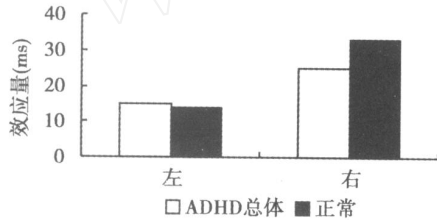


图 3 ADHD 儿童总体与正常儿童线索效应

(2) 错误率

3(线索)  $\times$  2(靶子位置)  $\times$  2(儿童类别) 的三因素方差分析发现, 儿童类别的主效应显著,  $F(1, 106) = 33.106, p < 0.001$ , ADHD 儿童的反应错误率显著高于正常儿童的反应错误率。线索主效应显著,  $F(2, 212) = 42.974, p < 0.001$ , 不同线索条件下的错误率存在差别, 无效线索时错误率最高, 有效线索时错误率最低。靶子位置的主效应显著,  $F(1, 106) = 18.826, p < 0.001$ , 靶子出现在右视野的错误率高于出现在左视野的错误率。靶子位置和儿童类别的交互作用显著,  $F(1, 106) = 6.962, p = 0.01$ 。进一步的简单效应分析表明, 在左视野, 儿童类别之间的差异显著,  $F(1, 106) = 17.78, p < 0.001$ 。在右

表 6 实验二 ADHD 儿童总体与正常儿童对照组的反应错误率 % (标准差)

儿童类别	有效		无效		中性	
	左	右	左	右	左	右
ADHD 总体	4.2 (5.5)	6.7 (6.4)	9.9 (9.5)	12.5 (10.2)	4.6 (7.3)	7.8 (7.5)
正常儿童	1.1 (2.5)	1.5 (2.5)	4.6 (6.1)	6.1 (6.5)	2.0 (6.2)	2.1 (5.1)

视野, 儿童类别之间的差异显著,  $F(1, 106) = 37.21, p < 0.001$ 。对 ADHD 儿童来说, 左视野和右视野条件下的错误率差异显著,  $F(1, 106) = 23.90, p < 0.001$ 。对正常儿童来说, 左视野与右视野条件下的错误率差异不显著,  $F(1, 106) = 1.47, p > 0.1$ 。

3.2.2 混合型 ADHD 儿童与注意缺陷型 ADHD 儿童比较

(1) 平均反应时

表 7 实验二混合型儿童与注意缺陷型儿童反应时中数均值 (标准差) (单位: ms)

儿童类别	有效		无效		中性	
	左	右	左	右	左	右
混合型	599 (113)	601 (136)	617 (118)	616 (113)	599 (114)	608 (105)
注意缺陷型	603 (89)	584 (87)	614 (97)	616 (87)	595 (83)	594 (60)

对反应时间数据进行 3(线索)  $\times$  2(靶子位置)  $\times$  2(亚类型) 三因素的方差分析 (ANOVA)。结果发现, 亚类型的主效应不显著,  $F < 1$ , 混合型儿童与注意缺陷型儿童的反应时差别不大。线索的主效应显著,  $F(2, 98) = 7.841, p = 0.001$ , 不同线索条件下的反应时存在差别。靶子位置的主效应不显著,  $F < 1$ , 靶子出现在左视野与出现在右视野的反应时无显著差异。交互作用均不显著,  $F < 1$ 。

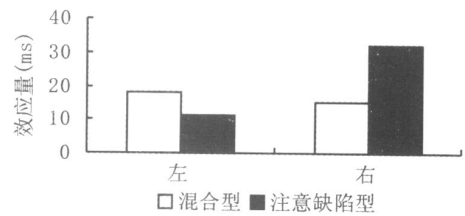


图 4 混合型儿童与注意缺陷型儿童线索效应

表 8 实验二混合型儿童与注意缺陷型儿童的反应错误率 % (标准差)

儿童类别	有效		无效		中性	
	左	右	左	右	左	右
混合型	5.8 (6.6)	8.4 (6.6)	11.2 (10.9)	15.2 (10.7)	7.0 (8.9)	10.0 (8.8)
注意缺陷型	2.7 (3.8)	5.6 (5.9)	8.3 (8.1)	9.8 (8.9)	2.1 (4.3)	6.0 (5.8)

(2) 错误率

对反应时线索效应的 2(左右视野)  $\times$  2(儿童类别) 方差分析发现, 亚类型的主效应不显著,  $F < 1$ , 混合型与注意缺陷型儿童的线索效应差别不大。左右视野的主效应不显著,  $F < 1$ , 两视野的线索效应

量差别不大。儿童类别和左右视野的交互作用不显著,  $F < 1$ , 混合型与注意缺陷型儿童线索效应变化模式差别不大。

3(线索)  $\times$  2(靶子位置)  $\times$  2(亚类型)的三因素方差分析发现, 亚类型主效应显著,  $F(1, 49) = 6.815, p < 0.05$ , 混合型儿童的反应错误率显著高于注意缺陷型儿童的错误率。线索主效应显著,  $F(2, 98) = 17.436, p < 0.001$ , 不同线索效应下的错误率存在差别, 无效线索时的错误率最高, 有效线索时的错误率最低(对于注意缺陷型儿童, 左视野线索有效时比中性线索时的错误率稍大)。靶子位置主效应显著,  $F(1, 49) = 18.825, p < 0.001$ , 靶子出现在右视野时的错误率高于靶子出现在左视野时的错误率。各种交互作用都不显著。

### 3.3 讨论

**3.3.1 ADHD 总体与正常儿童** 此实验结果与实验一不同, ADHD 儿童与正常儿童在反应时无显著差异。一般认为, 外源线索注意定向是一个自动注意的过程; 这种自动化的注意过程, ADHD 的表现与正常人群是基本一致的。但 ADHD 儿童的反应错误率显著高于正常儿童的反应错误率。对 ADHD 儿童来说, 右视野条件下的错误率显著高于左视野条件下的错误率。对正常儿童来说, 左视野与右视野条件下的错误率差异不显著。把反应时和错误率结合起来, 我们可以得出, 即使是高度自动化的注意过程, ADHD 儿童的注意功能还是弱于正常儿童的。

本实验中, ADHD 儿童为何出现了错误率上的偏侧化呢? 造成这一现象的原因, 我们认为, 左脑半球, 尤其是左侧顶叶与靶子刺激呈现前的注意准备有关<sup>[23]</sup>。Rushworth 等人<sup>[6,7]</sup>对病人的研究以及 TMS(透颅磁刺激)研究表明, 左顶叶和运动注意(motor attention)有密切的关系。当有线索提示时, 被试也会内隐地准备手部运动。从错误率的偏侧化来看, ADHD 儿童右视野较高地错误率和左脑半球顶叶与运动注意有关的功能相对缺损有关, 不能很好地对右视野出现的靶子做出正确地反应。

**3.3.2 混合型与注意缺陷型** 混合型与注意缺陷型儿童的比较发现, 两亚类型儿童在反应时上差别很小, 但混合型儿童的反应错误率显著高于注意缺陷型儿童。由此得出, 在外源注意定向中, 混合型儿童与注意缺陷型儿童的注意过程基本一致; 没有表现出大脑半球外源定向功能上的太大差异。只是混合型儿童的错误率偏高, 提示在涉及反应运动准备的注意功能方面, 混合型儿童的功能缺陷比注意缺

陷型儿童大一些。

## 4 综合讨论

### 4.1 ADHD 儿童注意功能

注意网络分为三个子系统, 执行控制网络、警觉网络和定向网络<sup>[5]</sup>。内隐注意定向任务中线索提示与靶子的冲突, 都与注意的执行控制网络有关。外源线索注意定向过程, 更多的是自下而上的加工过程, 可以认为与执行控制无关。定向网络与外源注意定向过程中外周刺激呈现后注意的解除、转移过程有关。

实验一表明, ADHD 儿童的反应选择阶段比较短, 过早地进行了反应判断。实验结果的偏侧化现象必然反映的是大脑半球对靶子的加工情况。通过对线索效应的分析, 我们得出, ADHD 儿童与正常儿童相比, 在注意定向(注意解除、转移与施加)上有一定缺陷。

内源注意定向过程, 不仅是一个注意转移的过程, 很重要地, 也存在对干扰的抑制过程(尤其是在线索不一致的时候)。ADHD 儿童的内源注意定向任务作业与正常儿童的相比, 这种抑制过程也存在功能缺陷。

与内源注意定向不同而又联系紧密的就是外源性注意定向, 一个刺激驱动的注意过程。外源性线索往往是自动地把注意朝向刺激。实验二结果与实验一不同。实验二线索为外源性且各个线索条件比例一致, 缺少对靶子线索关系的预期, 因而是高度自动化地注意过程。在这种情况下, ADHD 儿童的作业表现还是与正常儿童存在差别, 主要反映在错误率上, 提示在与反应动作有关的注意(motor attention)功能方面 ADHD 儿童弱于正常儿童。Henderson 指出, 注意把视觉信息和动作反应联系在了一起, 成为一个选择—反应的过程<sup>[24]</sup>。Coul 等人<sup>[25]</sup>、Rushworth 等人<sup>[6]</sup>指出, 运动注意与左侧顶叶有关。运动注意是区别与注意定向的一种注意过程。内隐注意定向可能伴随着内隐的肢体(比如手指)运动准备过程<sup>[6]</sup>。本研究外源性内隐注意定向任务中 ADHD 儿童右侧视野较高的反应错误率, 很可能与动作反应注意过程缺陷有关<sup>[7]</sup>。

### 4.2 ADHD 儿童的两个主要亚类型——混合型与注意缺陷型

ADHD 儿童总体与正常儿童之间的行为结果存在差异, 进一步的混合型与注意缺陷型的注意定向功能也存在差异, 值得我们进行比较和讨论。本研

究结果反映出,两亚类型儿童虽然在注意定向功能上都存在缺陷,但两者功能缺陷模式是不同的。通过注意定向任务的偏侧化现象,我们发现混合型 ADHD 儿童内源性注意定向功能的缺损与注意缺陷型儿童不同。混合型更倾向于冲动反应(反应时短,错误率高),注意缺陷型更倾向于低效反应,反应速度慢且准确率低。Houghton 等人认为注意缺陷型和混合型在执行功能方面会有所不同<sup>[26]</sup>。也许注意缺陷型的执行功能缺陷更多的是在认知方面,而混合型更多的是在动作反应抑制上。从我们的结果可以看出,混合型儿童注意定向加工速度快,但是很难抑制错误反应,准确率低。注意缺陷型儿童认知加工的速度慢,准确率低。Clarke 等人<sup>[27,28]</sup>的 EEG 研究发现,混合型与注意缺陷型相比,顶叶区域的 alpha 波差异更加明显,两种亚类型顶叶功能差别较大。从而由顶叶支配的认知功能也应存在差别。在外源注意定向实验中,我们发现混合型与注意缺陷型儿童错误率上差异显著,而反应时差异不显著。这一结果表明,两亚类型在外源注意定向加工速度上没有差别,但是在反应水平,确实存在差别。在反应的运动准备及运动控制方面,混合型儿童的缺陷要大于注意缺陷型。

本研究同以往的研究相比较,较严格地选取了 ADHD 儿童被试,并且排除了共患症和其他因素的影响。另外,从实验设计上,并没有完全遵循 Posner 的经典注意定向范式,而是有所改变,以求尽量减少被试在反应中对靶子的预期,从而能够更加明确地从行为实验的结果推测 ADHD 儿童在大脑功能上与正常儿童的差异。本研究的实验结果,支持了 ADHD 儿童的注意定向功能缺陷,并且提示与动作准备有关的注意功能存在缺陷。同时也对混合型与注意缺陷型儿童的差异进行了详细地探讨。

## 5 结论

(1) ADHD 儿童与正常儿童相比,在注意定向过程(注意解除、转移与施加)上有一定缺陷。(2) ADHD 儿童注意定向网络功能有缺陷,反应水平上动作准备有关的注意功能可能受损。(3) 两种亚类型儿童注意定向功能缺陷模式不同。在内源定向上,混合型与注意缺陷型相比较,混合型 ADHD 儿童表现为有较强的反应冲动性;注意缺陷型儿童,主要表现为注意加工过程比较缓慢,注意更易涣散。在外源定向上,混合型儿童在反应的运动准备及运动控制方面的缺陷要大于注意缺陷型儿童。

## 参 考 文 献

- Zhang Y X, Zhou X L. Cognitive psychology (in Chinese). Jilin education press, 2001  
(张亚旭,周晓林. 认知心理学. 吉林教育出版社, 2001)
- Wood C, Maruff P, Levy F, et al Covert orienting of visual spatial attention in attention deficit hyperactivity disorder: dose comorbidity make a difference? Archives of Clinical Neuropsychology, 1999, 14 (2): 179 ~ 189
- Huang - Pollock C L, Nigg J T. Searching for the attention deficit in attention deficit hyperactivity disorder: The case of visuospatial orienting. Clinical Psychology Review, 2003, 23: 801 ~ 830
- Beauchamp M S, Petit L, Elmore T M, et al A parametric MRI study of overt and covert shifts of visuospatial attention. Neuroimage, 2001, 14: 310 ~ 321
- Berger A, Posner M I. Pathologies of brain attentional networks. Neuroscience and Behavioral Reviews, 2000, 24: 3 ~ 5
- Rushworth M F S, Nixon P D, Renowden S, et al The left parietal cortex and motor attention. Neuropsychologia, 1997, 35 (9): 1261 ~ 1273
- Rushworth M F S, Krams M, Passingham R E. The attentional role of the left parietal cortex: the distinct lateralization and localization of motor attention in the human brain. Journal of Cognitive Neuroscience, 2001, 13: 698 ~ 710
- Perchet C, Revol O, Foumeret P, et al Attention shifts and anticipatory mechanisms in hyperactive children: an ERP study using the posner paradigm. Society of Biological Psychiatry, 2001, 50: 44 ~ 57
- Nigg J T, Swanson J M, Hinshaw S P, et al Covert visual spatial attention in boys with attention deficit hyperactivity disorder: lateral effects, methylphenidate response and results for parents. Neuropsychologia, 1997, 35 (2): 165 ~ 176
- McDonald S, Bennett K M B, Chambers H, et al Covert orienting and focusing of attention in children with attention deficit hyperactivity disorder. Neuropsychologia, 1999, 37: 345 ~ 356
- Carter C S, Krenner P, Chaderjian M, et al Asymmetrical visual - spatial attentional performance in ADHD: evidence for a right hemisphere deficit. Society of Biological Psychiatry, 1995, 37: 789 ~ 797
- Carter C S, Krenner P, Chaderjian M, et al Abnormal processing of irrelevant information in attention deficit hyperactivity disorder. Psychiatry Research, 1995, 56: 59 ~ 70
- Chhabildas N, Pennington B F, Willcutt E G. A comparison of the neuropsychological Profiles of the DSM - IV subtypes of ADHD. Journal of Abnormal Child Psychology, 2001, 29 (6): 529 ~ 540
- Xu Y, Zhou X L, Wang Y F. Effects of distractors on sustained attention in children with attention - deficit hyperactive disorder (in Chinese). Chinese Journal of Pediatrics, 2004, 42 (1): 44 ~ 48  
(徐岩,周晓林,王玉凤,中华儿科杂志, 2004, 42: 44 ~ 48)
- Wang Y H, Zhou X L, Wang Y F, et al Response inhibition in two subtypes of ADHD (in Chinese). Chinese Mental Health Journal, 2003, 17 (1): 15 ~ 18  
(王勇慧,周晓林,王玉凤等. 两种亚型 ADHD 儿童的反应抑制. 中国心理卫生杂志, 2003, 17 (1): 15 ~ 18)



- 16 Oades R D. Differential measures of "sustained attention" in children with attention - deficit/hyperactivity or tic disorders: relations to monoamine metabolism. *Psychiatry Research*, 2000, 93: 165 ~ 178
- 17 Van Leeuwen T H, Steinhausen H C, et al. The continuous performance test revisited with neuroelectric mapping: impaired orienting in children with attention deficits. *Behavioural Brain Research*, 1998, 94: 97 ~ 110
- 18 Leung J P, Leung P W L, Tang C S K. A vigilance study of ADHD and control children: event rate and extra - task stimulation. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 2000, 12 (3): 187 ~ 201
- 19 Jonkman L, Kemmer C, Verbaten M, et al. Perceptual and response interference in children with attention - deficit hyperactivity disorder and the effects of methylphenidate. *Psychophysiology*, 1999, 36: 419 ~ 429
- 20 Barkley R A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 1997, 121 (1): 65 ~ 94
- 21 Gainotti G. Lateralization of brain mechanisms underlying automatic and controlled forms of spatial orienting of attention. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 1996, 20 (4): 617 ~ 622
- 22 Bartolomeo P, Chokron S. Orienting of attention in left unilateral neglect. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2002, 26: 217 ~ 234
- 23 Culham J C, Kanwisher N G. Neuroimaging of cognitive functions in human parietal cortex. *Current Opinion in Neurobiology*, 2001, 11: 157 ~ 163
- 24 Henderson J M. Visual attention and the attention - action interface. In: Akens K (Ed.), *Vancouver Studies in Cognitive Science: Vol 5. Perception*. New York: Oxford University Press, 1996. 290 ~ 316
- 25 Coull J T, Frith C D, Buchel C, et al. Orienting attention in time: behavioural and neuroanatomical distinction between exogenous and endogenous shifts. *Neuropsychologia*, 2000, 38: 808 ~ 819
- 26 Houghton S, Douglas G, West J, et al. Differential patterns of executive function in children with attention - deficit hyperactivity disorder according to gender and subtype. *Journal of Child Neurology*, 1999, 14: 801 ~ 805
- 27 Clarke A R, Barry R J, McCarthy R, et al. Age and sex effects in the EEG: differences in two subtypes of attention - deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, 2002, 112: 815 ~ 826
- 28 Clarke A R, Barry R J, McCarthy R, et al. Effects of stimulant medications on the EEG of children with attention - deficit/hyperactivity disorder predominantly inattentive type. *International Journal of Psychophysiology*, 2002, 47: 129 ~ 137

## The Covert Orienting Deficits in Children with Two Subtypes of Attention - deficit Hyperactivity Disorder

Xu Yan<sup>1,2</sup>, Zhou Xiaolin<sup>2</sup>, Wang Yufeng<sup>3</sup>

<sup>(1)</sup>Department of Applied Social Studies, City University of Hong Kong, Kowloon, Hong Kong, China)

<sup>(2)</sup>Department of Psychology, Peking University, Beijing 100871, China) <sup>(3)</sup>Institute of Mental Health, Peking University, Beijing 100083, China)

### Abstract

Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) is a cognitive behavior developmental disorder. Inattention, hyperactivity and impulsivity are three major characters of ADHD. The main purpose of the present study was to investigate the covert orienting deficits in children with ADHD and the potential differences between predominantly inattentive subtype and combined subtype. This cognitive-behavioral study shed light on the impairment of both endogenous covert orienting and exogenous covert orienting mechanisms underlying children with two main kinds of ADHD subtypes. Specifically, we examined 1) the potential deficits of children with ADHD in tasks tapping into endogenous and exogenous orienting; 2) the potential differences between ADHD children of the predominantly inattentive subtype and children of the combined subtype. ADHD children diagnosed by clinicians using the DSM-IV criteria and matched normal children took part in two experiments. Experiment 1 involved an endogenous covert orienting task while Experiment 2 involved an exogenous covert orienting task.

The results showed that, compared with normal children, ADHD children had deficits in covert orienting. Moreover, results suggested that ADHD children had deficits in motor attention (related to covert preparation of limb movements)<sup>[6]</sup>. The data also showed that, ADHD children of the combined subtype and the predominantly inattentive subtype had different mode of deficits in the orienting network. Children of the combined subtype had shorter reaction time than children of the predominantly inattentive subtype in endogenous orienting. But the error rate was not significantly different between these two subtypes. There was no significant difference in reaction time in exogenous orienting. Children of combined subtype, however, had a higher error rate than children of predominantly inattentive subtype. This result suggested that combined subtype had more attention deficits at response preparation level.

**Key words** ADHD, subtypes, attention, attention networks, orienting