

· 论文 ·

两种亚型 ADHD 儿童的反应抑制*

王勇慧^{1,2,4} 周晓林^{1,2} 王玉凤^{1,3} 孟祥芝^{1,2}

- 1 天津师范大学心理与行为研究中心 (300074)
- 2 北京大学心理学系 (100871)
- 3 北京大学精神卫生研究所 (100083)
- 4 陕西师范大学教科院心理系 (710062)

【摘要】目的：检验两类 ADHD 儿童（注意缺陷型和混合型）在两种反应抑制功能 - 反应冲突和反应停止上的表现。**方法：**采用 Stroop 任务和 Gb/NoGb 任务的结合，在计算机上逐一呈现每个试验任务，要求实验儿童按指导语对刺激作按键或不按键的反应，计算机记录下儿童的反应时和错误率。**结果：**在反应冲突控制能力上，未发现 ADHD 儿童总体与正常对照组儿童有明显差别。在反应停止能力上，ADHD 儿童明显弱于正常对照组儿童，这种弱势主要来自混合型 ADHD 儿童。**结论：**上述结果提示，ADHD 儿童在反应冲突和反应停止上的缺损程度不同，两类 ADHD 儿童的认知和神经机制方面的缺损也可能不同。

【关键词】 ADHD 反应抑制 Stroop 冲突监控

Response Inhibition in Two Subtypes of ADHD

WANG Yonghui, ZHOU Xiaolin, WANG Yufeng *et al.*

The Research Center of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin 300074

【Abstract】Objective: To study the characteristic of response inhibition, response conflict and response stopping of two subtypes of ADHD (attention deficit hyperactive disorder). **Method:** 29 children with ADHD including 18 of inattentive type, 11 of combine type, and 29 normal children received a combined task of Stroop and Gb/NoGb test. **Result:** No significant difference was observed in conflict control between ADHD children and normal controls. Children of combine type response more slowly than children of inattentive type, the former had more response conflicts either. A significant difference was found between the two subtypes in error rate of withholding response to NoGb stimuli, suggesting that children of combine type were more impaired in their ability of withholding overt behavior.

【Key Words】 child psychiatry ADHD case control study response inhibition Stroop conflict monitoring

注意缺陷多动障碍 (ADHD) 分为三种亚型: 注意缺陷型、多动 - 冲动型和混合型^[1]。反应抑制的缺损被很多研究者认为是导致 ADHD 各种临床表现的重要原因。所谓反应抑制指三个有内在联系的加工过程: 抑制对一事件起初的优势反应; 停止一个正在进行的反应以及干扰控制 (指抑制与目标行为产生竞争的事件或反应)^[1]。反应抑制可能具有不同的层面。当对某个刺激的反应存在两种选择, 而这两种选择产生冲突时, 需抑制原先的优势反应, 比如在 Stroop 任务中, 这一层面可称为“反应冲突”; 而停止、抑制正在进行的反应, 如在 Gb/NoGb 和停止信号任务中, 这可称为“反应停止”。前期的研究多提示, ADHD 儿童在反应停止上较正常儿童表现出缺损, 如不能适时地停止对靶刺激的反应等^[2-4]。而对他们在反应冲突控制能力上是否有缺损却没有一致的证据。

Stroop 任务是研究反应冲突的一项常用范式。传统的 Stroop 测验采用色字和色块命名的方法来考察 Stroop 干扰效应量。在命名书写颜色字词所用颜色时, 如果词义本身与颜色不符 (如用绿色墨水书写“红”字时), 颜色命名时间要长于词义与颜色一致时 (如用绿色墨水书写“绿”字) 或其它中性条件 (如用绿色墨水书写一个与颜色无关的匹配字)。这之间的差异就是词义对颜色命名的干扰量。以往采用传统的 Stroop 任务对 ADHD 患者的研究结果不尽一致。如 Corbett 等^[5] 1999 年和 Perugini 等^[6] 2000 年的研究都没有发现 ADHD 和正常儿童在总体计时的 Stroop 效应量上有明显差异。但刘豫鑫等^[7] 却发现, ADHD 儿童比正常儿童的 Stroop 效应大。此外, Carter 等在 1995 年采用独立计时的 Stroop 任务发现 ADHD 组和正常组仅在反应时有显著差异, 但在错误率上没有发现研究

* (本研究得到国家攀登计划 (批准号: 95 - 专 - 09)、国家自然科学基金 (30070260)、教育部博士点基金 (99000127)、科学技术重点项目基金 (01002)、人文社会科学重点研究基地重大项目基金, 以及高等学校骨干教师基金的资助。)

对象类型和任务间的交互作用^[8]。Bush 等^[9]采用 Stroop 任务的变式所作的脑功能成像研究发现,在行为水平上,ADHD 成人比正常组的冲突效应大,但差异不显著;在神经水平上,ADHD 患者前扣带回皮层的激活水平较正常控制组降低。

产生上述研究结果分歧的原因有很多,其中一个与研究对象的选取有关。因为不同 ADHD 亚类型在临床上的表现差异很大,这些差异很可能提示他们对外界刺激的加工方式和反应方式不同,不同类型 ADHD 患者在相同的认知任务中的成绩也可能不同。以前的研究很少对 ADHD 亚类型,尤其是 DSM- 标准下的亚类型进行细致的划分。

以往的研究也很少直接把反应冲突和反应停止在同一研究中进行比较,那么 ADHD 儿童在这两种反应抑制功能上的表现是否一致?因为脑功能成像研究的结果已证明,负责反应冲突和反应停止的脑区域有所不同。负责监控、调节冲突的脑区域包括前额叶皮层,尤其是前扣带回^[10-12]。负责反应停止的脑区主要是背外侧前额叶皮层、外侧眶额叶和扣带回皮层^[13,14]。如果 ADHD 儿童在上述涉及反应冲突和反应停止的脑区选择性受损,则他们在反应冲突和反应停止上的表现会不同,如果他们在包括上述脑区在内的神经皮层上广泛受损,则他们在反应冲突和反应停止上的表现可能没有差异。

本研究的目的在于:一,考察两种亚型 ADHD 儿童(注意缺陷型和混合型)在独立计时的 Stroop 任务中应对反应冲突的能力;二,考察两种亚型 ADHD 儿童在 NoGo 条件下的反应停止能力。Go/NoGo 任务是研究反应停止能力的一种常用范式。此任务通常是随机交替呈现两个不同的字母或图案,要求被试对其中的某个刺激作反应(所谓的 Go 反应),而对另一个刺激不反应(所谓的 NoGo 反应)。对 NoGo 刺激的错误反应通常被认为是反应停止困难的一项指标。在本实验中,如果发现两类 ADHD 儿童(注意缺陷型和混合型)在冲突和一致条件下的差异模式,以及在 No/Go 条件下的表现模式是相同的,则表明两类儿童在 Stroop 任务中应对冲突的能力和反应停止的能力没有差别;反之,如果两类 ADHD 儿童的表现模式不同,则表明他们在应对 Stroop 任务中的冲突能力和反应停止能力不同。如果两类 ADHD 儿童在反应冲突和反应停止上具有选择性受损,则他们可能有不同的认知神经缺损。

对象与方法

对象 参与实验的 ADHD 儿童共 29 人,年龄 7-

14 岁,平均年龄 10.37 岁,平均受教育水平 3.8 年,平均瑞文智力测验成绩 50% - 75%,女 4 人,男 25 人,都为右利手。全部来自北京大学精神卫生研究所儿童门诊,通过临床诊断符合国际上通用的鉴定 ADHD 儿童的标准^[1]。其中注意缺陷型 18 人(年龄 7 - 14 岁,平均年龄 11.06 岁,平均受教育水平 4.5 年,平均瑞文智力测验的成绩 50% - 75%,女 2 人,男 16 人),混合型 11 人(年龄 7 - 10 岁,平均年龄 9.23 岁,平均受教育水平 2.7 年,平均瑞文智力测验成绩 50% - 75%,女 2 人,男 9 人)。

29 名正常对照组儿童在性别、年龄、教育水平和智力水平上与实验组儿童相匹配,年龄 7 - 12 岁,平均年龄 9.80 岁,平均受教育水平 3.2 年,平均瑞文智力测验成绩 50% - 75%,女 5 人,男 24 人,也都是右利手。

方法 考虑到儿童年龄和识字量的局限,我们没有采用传统的 Stroop 色字,而是采用了阿拉伯数字("1", "111", "2", "222", "3", "333")作为实验材料,要求被试报告计算机屏幕上呈现的这些数字的个数。其中一致条件为"1"和"333"(数字本身与所需报告的个数相同,即刺激的意义与反应一致),不一致或冲突条件是"111"和"3"(数字本身与所需报告的个数不同,即刺激的意义与反应冲突)。“2”和“222”是 NoGo 的刺激(即,看到这个数字出现不作按键反应)。设置这个条件是为了观察儿童反应停止能力,以便与儿童反应冲突控制作直接对照。

采用的实验任务是 Stroop 测验和 Go/NoGo 任务的结合。实验材料是上面提到的六种阿拉伯数字。被试的任务是报告计算机屏幕上呈现的数字的个数,1 个按左键(一致条件"1"和冲突条件"3",各 12 个项目)。3 个按右键(一致条件"333"和冲突条件"111",各 12 个项目)。看见数字"2"和"222"则不按键(各 12 个)。共 72 个试验。

实验实施使用 DMDX 系统,该系统刺激呈现与计时精度均为 1 毫秒。刺激材料在计算机屏幕正中央顺序呈现。首先呈现注视点"+"500 毫秒,然后呈现目标刺激直到儿童做出反应才消失,反应后自动进入下一个试验,儿童必须在 3 秒内做出反应,否则算错。反应后与下一个刺激呈现之间的时间间隔(RSD)为 500 毫秒。全部 72 个试验项目以随机顺序呈现。

实验为重复测量设计,即每个儿童都接受所有的实验处理。在正式实验前,每个儿童接受 18 个类似试验任务的练习,计算机记录其反应时和错误率。

结果

一、各组儿童在 Stroop 任务中的冲突效应

计算各组儿童对冲突和一致刺激的反应时和错误率, 结果见表 1。表 1 为正常对照组儿童总体 (29 人) 与 ADHD 儿童总体 (注意缺陷型 + 混合型, 29 人) 以及注意缺陷型 (18 人) 和混合型 (11 人) ADHD 儿童在冲突和一致条件下的反应时 (ms) 和错误率 (%), 括号内为错误率。

表 1 各组儿童在冲突和一致条件下的反应时与错误率

儿童类型	冲突	一致	效应量
正常儿童总体	815 (10.2)	781 (1.3)	34 (8.9)
ADHD 儿童总体	878 (17.1)	858 (5.9)	20 (11.2)
注意缺陷型	831 (17.1)	825 (5.8)	6 (11.3)
混合型	956 (17.0)	913 (6.1)	43 (10.9)

先对 ADHD 总体和正常对照这两组儿童的反应时和错误率进行了 2 (冲突性) \times 2 (儿童类型) 的方差分析, 以冲突性为被试内因素, 儿童类型为被试间因素, 发现在反应时上, 冲突性的主效应显著, $F_{(1,56)} = 6.82$, $P < 0.05$, 意味着两组儿童在冲突条件下的反应时比在一致条件下的反应时长。虽然 ADHD 儿童平均反应时比正常儿童慢 70 毫秒, 但儿童类型的主效应没有达到显著水平, $F_{(1,56)} = 1.18$, $P > 0.1$ 。冲突性与儿童类型的交互作用也不显著, $F_{(1,56)} < 1$, 意味着冲突性对两组儿童的反应产生类似的影响。在错误率上, 冲突性的主效应显著, $F_{(1,56)} = 45.094$, $P < 0.001$, 表明两组儿童在冲突条件下的错误率都高于一致条件下的错误率。儿童类型的主效应显著, $F_{(1,56)} = 9.56$, $P < 0.005$, 表明 ADHD 儿童的错误率高于正常儿童。冲突性与儿童类型的交互作用不显著, $F_{(1,56)} < 1$, 意味着错误率的冲突效应在两组儿童中表现相似。反应时和错误率的结果说明, 冲突对 ADHD 儿童和正常儿童都产生了明显的影响, 而且影响模式一样, 只是 ADHD 儿童在 Stroop 任务中比正常儿童犯错误次数更多, 总体反应时也略长一点。

从表 1 还可看出, 混合型 ADHD 儿童无论是在总体反应时上, 还是在冲突效应量上都大于注意缺陷型 ADHD 儿童, 可能意味着混合型 ADHD 儿童对刺激信息的加工速度更慢, 受冲突影响的程度更大。但由于注意缺陷型儿童的平均年龄 (11.06 岁) 比混合型儿童 (9.23 岁) 的大 ($t_{(27)} = 3.062$, $P < 0.01$), 为了消除这两组儿童之间在效应量上的差异是由于年龄造成

的可能, 我们又从所有注意缺陷型儿童 (18 人) 中挑出 11 人在性别、年龄及瑞文测验成绩上与混合型 ADHD 儿童进行匹配, 这时注意缺陷型儿童 (11 人, 平均年龄 10.09 岁, 与混合型儿童年龄没有显著差异, $t_{(20)} = 1.70$, $P > 0.1$) 对冲突和一致刺激的反应时分别为 912 毫秒和 896 毫秒 (效应量为 16 毫秒)。可以看到, 匹配后的注意缺陷型儿童的平均反应时明显长于注意缺陷型儿童总体, 效应量也增大, 说明年龄确实是影响反应模式的重要因素。

二、各组儿童反应停止概率比较

计算各组儿童在 NoGo 条件下未能停止反应的几率, 即错误率。对 ADHD 儿童和正常儿童总体的错误率进行了独立样本的 t 检验, 发现 ADHD 儿童停止对 NoGo 刺激反应的错误率 (21.6%) 与正常儿童的错误率 (11.1%) 差异显著, $t_{(56)} = 2.67$, $P < 0.01$, 意味着在 NoGo 条件下 ADHD 儿童更难以停止正在准备或执行的行动。

为了考察两类 ADHD 儿童之间在 NoGo 条件下的错误率是否有显著差异, 且不受年龄大小的影响, 我们对匹配后的注意缺陷型 (11 人) 与混合型 ADHD 儿童的错误率也进行了独立样本的 t 检验, 发现注意缺陷型儿童的错误率 (15.9%) 与混合型儿童的错误率 (28.4%) 之间的差异达到边缘显著, $t_{(20)} = 1.82$, $0.05 < P < 0.1$, 说明即使在年龄等因素匹配之后, 混合型 ADHD 儿童停止对 NoGo 刺激反应的错误率仍然高于注意缺陷型 ADHD 儿童, 混合型儿童在反应停止能力上弱于注意缺陷型儿童。

讨论

本研究主要有以下几点发现: 第一, 在 Stroop 任务中, 冲突对 ADHD 儿童和正常儿童总体的影响模式没有显著差别, 只是 ADHD 儿童比正常儿童需要更长的时间才能做出反应, 犯错误次数也更多。第二, 同注意缺陷型 ADHD 儿童相比, 混合型 ADHD 儿童在总体反应时上有增长的趋势, 在冲突效应量上也更大。第三, 混合型 ADHD 儿童在反应停止能力上弱于注意缺陷型 ADHD 儿童。

如何解释上述实验结果? 首先在 Stroop 任务中, 冲突对 ADHD 儿童和正常儿童总体的影响模式没有显著差别。一般认为, 在 Stroop 任务中, 冲突效应的产生, 是由于数字本身的语义与反应产生了竞争, 解决这个竞争需要时间。这个时间被很多学者认为就是一个抑制语义干扰的过程^[15]。在本研究中没有观察到 ADHD 与正常儿童在反应冲突中的差异, 一个主要的

原因是注意缺陷型 ADHD 儿童没有表现出正常的冲突效应量, 因而造成 ADHD 儿童总体在冲突效应量上降低。两类 ADHD 儿童在反应冲突上的悬殊表现, 提示他们应对反应冲突的认知神经机制可能不同。然而究竟是在反应水平, 还是在其它认知水平上造成两类 ADHD 儿童反应冲突模式的差异尚未可知, 目前尚未见到相关的研究文献。因而, 在进一步研究中, 我们有必要在 Stroop 任务中将反应和认知水平区分开来, 更细致地考察两类 ADHD 儿童在认知加工的不同阶段受冲突影响的程度。

其次, 本研究观察到 ADHD 儿童的反应停止能力弱于正常儿童, 混合型儿童又更弱于注意缺陷型儿童。混合型 ADHD 儿童在反应停止上的缺损与以往的大多数研究结果一致^[1,2,4]。混合型一般被认为是最代表 ADHD 外在特征的亚型, ADHD 抑制缺损理论也主要是针对这类儿童提出的^[8]。除个别研究指出注意缺陷型在反应抑制上较之正常儿童有缺损外, 注意缺陷型通常被排除在抑制缺损理论之外, 甚至有研究者认为注意缺陷型 ADHD 的主要问题在于低激活和低唤醒水平^[8,16], 而不在于抑制功能的缺损。前期研究证明, 负责反应抑制的脑区域主要是背外侧前额叶皮层、右外侧眶额叶和扣带回皮层^[13,16]。混合型 ADHD 儿童在反应冲突和反应停止上的缺损, 提示他们在上述负责反应抑制的脑区上较之正常儿童有缺损, 但注意缺陷型儿童可能有与混合型不同的功能受损, 相应的认知神经基础也可能不同。

总之, 本研究明显地看到了两类 ADHD 儿童在反应停止上的差异, 混合型 ADHD 儿童反应停止的能力弱于注意缺陷型 ADHD 儿童。上述结果提示, ADHD 儿童在反应冲突和反应停止上的缺损程度不同, 两类 ADHD 儿童的认知和神经机制方面的缺损也可能不同, 在今后研究中, 明确区分 ADHD 儿童的类型是非常必要的。

参考文献

- Barkley R A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 1997, 121: 65 - 94.
- Rubia K, Oosterlaan J, Sergeant J A et al. Inhibitory dysfunction in hyperactive boys. *Behavioural Brain Research*, 1998, 94: 25 - 32.
- Overtom C E, Verbaten M N, Kemner C. Associations between event - related potentials and measures of attention and inhibition in the continuous performance task in children with ADHD and normal controls. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 1998, 37: 977 - 85.
- Pliszka S R, Liotti M, Woldoff M G. Inhibitory control in children with attention deficit hyperactivity disorder: event - related potentials identify the processing component and timing of an impaired right - frontal response - Inhibition Mechanism. *Biological Psychiatry*, 2000, 48: 238 - 246.
- Corbett B, Stanczak D E. Neuropsychological Performance of Adults Evidencing Attention - Deficit Hyperactivity. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 1999, 14 (4): 373 - 387.
- Perugini E M, Harry E A, Lovejoy D W et al. The predictive power of combined neuropsychological measures for attention - deficit/hyperactivity disorder in children. *Child Neuropsychology*, 2000, 6 (2): 101 - 114.
- 刘豫鑫, 王玉凤. 注意缺陷多动障碍儿童认知特点的研究. *中华医学杂志*, 2002, 82 (6): 389 - 392.
- Nigg J T. Is ADHD a Disinhibitory Disorder? *Psychological Bulletin*, 2001, 127: 571 - 598.
- Bush G, Frazier J A, Rauch S L et al. Anterior cingulate cortex dysfunction in attention deficit hyperactivity disorder revealed by fMRI and the counting stroop. *Biological Psychiatry*, 1999, 45: 1542 - 1552.
- Botvinick M, Nystrom L, Fissell K et al. Conflict monitoring versus selection - for - action in anterior cingulate cortex. *Nature*, 1999, 402: 179 - 181.
- Carter C S, Macdonald A M, Botvinick M et al. Parsing executive processes: Strategic vs. evaluative function of the anterior cingulate cortex. *PNAS*, 2000, 97 (4): 1944 - 1948.
- Banich M T, Milham M P, Atchley R et al. fMRI studies of Stroop tasks reveal unique roles of anterior and posterior brain systems in attentional selection. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2000, 12: 988 - 1000.
- Funahashi S. Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. *Neuroscience Research*, 2001, 39: 147 - 165.
- Bokura H, Yamaguchi S, Kobayashi S. Electrophysiological correlates for response inhibition in a Go/NoGo task. *Clinical Neurophysiology*, 2001, 112: 2224 - 2232.
- Milham M P, Banich M T, Webb A et al. The relative involvement of anterior cingulate and prefrontal cortex in attentional control depends on nature of conflict. *Cognitive Brain Research*, 2001, 12: 467 - 473.
- Chhabildas N, Pennington B F, Willcutt E G. A comparison of the neuropsychological profiles of DSM - subtypes of ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 2001, 29: 529 - 540.
- 王勇慧, 周晓林, 王玉凤等. ADHD 患儿认知神经缺损的研究进展. *中国心理卫生杂志*, 2002, 16 (4): 280 - 281.

责任编辑 唐宏宇