

奖惩对注意缺陷多动障碍儿童情感决策的影响^{*}

王勇慧¹ 朱昭红^{1,2} 汪 萍³ 王振宏¹

(¹陕西师范大学心理学系, 西安 710062) (²天津师范大学心理与行为研究院, 天津 300074)

(³第四军医大学第一附属医院, 西安 710032)

摘 要 采用简化版儿童赌博任务, 其中操纵了奖励和惩罚的强度, 探索两种亚型(注意缺陷型和混合型) ADHD 儿童的情感决策能力, 同时采集儿童在任务中的皮肤电活动以探析 ADHD 儿童在情感决策中的生理机制。结果发现, 在不同的奖惩强度下, ADHD 儿童情感决策模式不同, 在即刻奖励条件下, ADHD 儿童情感决策的能力明显弱于正常对照组儿童, 倾向于不利选择, 所产生的预测性皮电振幅也明显低于正常对照组; 在即刻惩罚条件下, ADHD 儿童的情感决策能力未见异常。两种亚型 ADHD 儿童的表现模式相似。上述结果证明, ADHD 儿童仅存在对奖励的异常敏感性, 并确实影响了其决策能力, 而其回避惩罚的能力正常。两种亚型 ADHD 儿童存在的问题相似。

关键词 情感决策; 儿童赌博任务; 皮肤电活动; ADHD 亚类型

分类号 B842

1 引言

情感决策 (affective decision making or decision — making) 意指在反应结果不确定的条件下, 个体须先对每个反应选择所伴随的奖励和惩罚进行评估, 最后推测出最适宜选择的过程^[1]。注意缺陷多动障碍 (Attention Deficit Hyperactivity Disorder, 简称 ADHD) 儿童在临床上常常被认为是较差的决策者, 具有不计后果并易受即刻利益控制的行为特点^[2,3]。由于, 近年来的几种有关 ADHD 的认知神经心理学模型均将其主要症结指向执行功能障碍, 尤其是抑制功能障碍, 所以, 以往大量的相关研究也主要集中在对 ADHD 患者执行加工过程中认知特点的描述上^[4,5]。

然而, 近期的一些研究显示, 抑制功能缺损并不能完全解释 ADHD 情感和动机等因素在一定程度上可以解释 ADHD 执行功能缺损的某些方面^[6,7]。Sergeant 曾用一个包含三级水平的认知—能量模型描述了 ADHD 的功能缺损^[6,7]。Lumar 等^[8]还进一步指出, ADHD 的主要症状是位于模型第二级水平的能量池 (energetic pool) 之一的作用力缺陷所致,

即对强化刺激 (reinforcement), 如奖励和惩罚的异常敏感性 (aberrant sensitivity) 所致^[9]。但 ADHD 儿童究竟是对奖励具有异常敏感性还是对惩罚的敏感性异常, 尚无定论^[8,10]。一些研究指出, ADHD 儿童较正常儿童需要较强的或者更加显著的强化刺激来调节他们的行为, 因而对于强化刺激的变化并不敏感^[11]; 也有研究发现, 负性强化刺激能够提高 ADHD 儿童的认知成绩^[12]。但其他研究却并不支持上述结果^[13,14]。如 Van Meel (2005) 的研究^[13]发现, 奖励和惩罚都无法改善 ADHD 儿童在运动计时任务 (Motor Timing task) 中的认知表现; Oosterlaan (1998) 也发现^[14], ADHD 儿童在停止信号任务中的反应成绩并未在加入强化刺激之后得到改善。由于强化刺激与情感和动机有较高的联系, 研究者便推测, 可以用情绪控制障碍或本身的动机异常来解释 ADHD 的行为缺陷。

爱荷华赌博任务 (Iowa Gambling Task, 简称 IGT) 是一种常用来研究情感性决策的任务范式。这一任务模拟了个体在现实生活中不确定情境下的决策, 在决策过程中, 个体需要对奖励和惩罚进行权衡。以往针对脑损伤病人的研究已从生理学角度证

收稿日期: 2007-06-14

^{*}全国教育科学“十一五”规划 2007 年度教育部重点课题 (DBA070070), 国家自然科学基金 (30570602), 国家社科基金“十一五”规划教育学 2007 年度国家重点课题 (BBA070016) 资助。

通讯作者: 王勇慧, E-mail: wyonghui@snnu.edu.cn 朱昭红, E-mail: zhuzhaohong011@126.com

实了这一决策过程更多涉及了与奖惩相关的情绪性经历^[15],其主要脑区可能位于眶前额叶皮层(OFC)。

Monique Ems等^[16]曾采用这一任务研究了ADHD成人在决策时相应脑区的血流变化。其研究发现,尽管在完成这一任务时,ADHD组和正常对照组被试在所预测的脑区如OFC脑岛、背外侧前额叶皮层都有激活,但控制组总的激活区域比ADHD患者广泛。而且,与对照组相比,ADHD患者无法激活所预测的边缘区域,例如海马和前扣带回(布鲁德曼32区)。这一研究支持了ADHD患者具有动机较低以及不愿尽力达到目标的行为特点,这一特点又影响了他们的情感决策能力^[16]。然而针对ADHD成人的研究成果,不一定能完全反映ADHD儿童的情况。此外,以往研究所采用的赌博任务仅是让ADHD患者在即刻奖励条件下进行决策,也就是在奖励的强度和频率较高的情况下对未来结果进行预测,而他们在惩罚的强度和频率较高情况下的决策能力如何,尚未见到相应的研究报告。因为对奖励和惩罚的敏感性不同可能会影响决策的能力^[15]。

相关研究还指出,皮肤电活动(Skin conductance responses, SCRs)可以反映个体对认知、情绪和社会性刺激反应中的情绪性生理唤醒。较高的皮肤电活动可能是个体对情绪性线索所产生的动机和适宜性行为的反应,而较低的皮肤电反应则与冒险性行为有关^[17]。例如,OFC损伤患者在赌博任务中就表现出对未来结果不敏感,患者无法像健康组被试一样产生预测性皮电活动^[18],Damasio将这一皮电变化解释为标识冒险性选择的信号^[19]。在本研究中,我们将对被试在赌博任务中的皮电活动进行同步记录,以考察ADHD儿童在认知表现中的情绪性生理反应。

此外,按照DSM-IV的诊断标准,ADHD儿童在临床上可分为三种亚型,即注意缺陷型、混合型和多动冲动型。这三种亚型在临床表现上差异较大。近年来一种新的解释ADHD致病机制的双通道模型分别从动机和抑制两种途径描述了ADHD的症状表现,该模型认为,混合型ADHD患者所表现出的注意涣散特征可能是由抑制缺损导致的自我调节功能异常所致,而冲动性特征则可能由受情境制约的动机缺陷所致。这个模型提示,构成ADHD儿童不同亚型之间的神经机制可能不同^[20]。尽管Crone(2003)的研究并未区分ADHD的不同亚型,但其结

果也发现执行抑制和动机性抑制对ADHD儿童的行为表现作用不同,间接支持了动机缺陷和抑制不能在ADHD患者中是彼此独立存在的这一学说^[21]。所以,动机性因素在ADHD儿童的行为表现中究竟发挥着怎样的作用,是否是构成不同亚型ADHD差异的主要原因尚待进一步明确。本研究选择不同亚型ADHD儿童作为研究对象也是希望能在一定程度上探测这个问题。鉴于单纯的多动-冲动型ADHD儿童在学龄期后很少见,所以,本研究只选择了注意缺陷型和混合型两种亚型,以比较不同亚型之间在涉及动机的情感决策中的表现。

综上,本研究将通过两个实验任务主要考察以下三个问题:1)不同奖惩条件下,ADHD儿童在赌博任务中情感决策能力的特点如何;2)两种亚型ADHD儿童(注意缺陷型和混合型)在不同奖惩条件下的情感决策模式有否差异;3)ADHD儿童在情感决策时情绪性生理唤醒的特点如何。

本研究采用的实验任务是Bechara等设计的爱荷华赌博任务的变式。在这一任务中,需要儿童每次从包含有利和不利的两张牌中进行选择,其中不利牌不断地提供较高的即刻奖励,但间断地提供更高的惩罚,而有利牌则不断提供较低的即刻奖励,但间断提供较低的惩罚。因而此任务可以考察影响情感性决策的两个因素,即对奖励的敏感性和对惩罚的敏感性。与以往研究不同的是,我们对任务中奖励和惩罚的强度进行了控制。实验一延用了赌博任务的惯常做法,即,总是先给出奖励的结果,然后再给出惩罚的结果,奖励的强度、频率始终高于惩罚。而实验二我们则将反馈结果从原来的先奖励后惩罚改为先惩罚后奖励(详见实验方法),以降低反馈结果中奖励的强度,从而考察ADHD儿童在突出奖励和突出惩罚这两种不同条件下的决策能力。如果ADHD儿童在实验一、实验二的决策任务中表现模式不同,便可推测他们对奖励和惩罚具有不同的敏感性。如果他们在两个实验中的表现模式相似,且其决策能力均弱于正常对照组儿童,我们就可以推测,ADHD儿童存在对奖惩的异常敏感性,而且确实影响了其决策能力。最后,因为本研究范式所要检测的一个重要方面就是,随着选择次数的增加,被试能否利用既往经验进行决策的能力,所以,本研究也要考察儿童在选择的不同时段中的决策表现。如果在不同时段(即由每20个试项构成的组块)中各类儿童决策表现(即做出有利选择和不利选择的数目)不一样,则提示他们利用既往经验的能力有

差异。

2 实验一 儿童在突出奖励的赌博任务中的决策能力

2.1 实验方法

2.1.1 被试 参加实验的 38名 ADHD儿童全部来自第四军医大学儿科保健门诊,经主治医师以上的儿科医师确诊,符合国际通用的 DSM— IV诊断标准,在参加实验前均未接受药物治疗,也未采用其他的手段进行过干预。年龄在 7~12岁之间。女 4

人,男 34人,均为右利手。其中混合型 16人,注意缺陷型 22人,两种亚型 ADHD儿童在年龄、受教育年限和智力水平上差异不显著。

38名在性别、年龄、受教育年限和智力水平上与 ADHD儿童相匹配的正常对照组儿童,年龄在 7~12岁之间,男 34人,女 4人,均为右利手。正常儿童与 ADHD儿童总体,以及两组 ADHD儿童之间在年龄、受教育年限和智力水平上的匹配值见表 1和表 2。

表 1 ADHD儿童(38名)整体和正常儿童(38名)整体的匹配值(均值±标准差)

匹配项目	ADHD儿童整体	正常儿童整体	t	p
实足月龄	112.9±16.9	111.4±16.6	0.39	0.67
全智商	99.4±12.5	98.3±10.3	0.43	0.24
联合瑞文分数	103.7±11.9	105.6±11.3	-0.70	0.57
受教育(年)	4.0±1.3	3.9±1.3	0.19	0.82

注: df=74

表 2 混合型(16名)和注意缺陷型(22名)ADHD儿童的匹配值(均值±标准差)

匹配项目	混合型 ADHD	注意缺陷型 ADHD	t	p
实足月龄	113.3±18.4	112.7±16.1	0.31	0.76
全智商	97.6±12.4	100.0±12.7	0.17	0.68
联合瑞文分数	102.6±13.0	104.5±11.3	1.00	0.32
受教育(年)	4.1±1.2	4.0±1.3	0.18	0.68

注: df=36

2.1.2 设计和材料 本实验采用了 Bechara等设计的爱荷华赌博任务的变式,但所有的实验刺激均以计算机呈现。具体做法是,在屏幕中央,左右随机排列两张大小相同、但图案不同的卡片,一张卡片的图案为黑白相间的垂直条纹,另一张为白底黑点。卡片的呈现时间不受限制,直至被试点击选择为止。同时在呈现卡片的屏幕上上方还显示一个记分牌。儿童的任务是用鼠标点击所要选择的图片。点击黑白相间的卡片后,卡片的上半部分总是先出现 1张笑脸,呈现时间为 1s,随即卡片的下半部分偶尔会出现一张哭脸;如果点击白底黑点的卡片,卡片的上半部分总是先出现 2张笑脸,呈现时间也为 1s,随即卡片的下半部分却会出现 4、5或者 6张不等的哭脸。所有卡片都是白底。笑脸的数量代表赢得的分数,哭脸的数量代表输掉的分数。同时屏幕上方的记分牌会将被试每次选择后的得分和失分的结果呈现出来。例如,如果被试点击黑白相间的竖条卡片,卡片上半部分先呈现一张笑脸,记分牌显示加 1分,之后下半部分呈现一张哭脸,记分牌又减掉 1分。

两张卡片中每张卡片能赢得的分数是恒定的,但输掉的分数却是不定的。从多次试项来看,竖条条纹卡片是有利的,最终是赢分的,而圆点花纹的卡片则是不利的,最终是失分的。奖品是卡通贴片,告诉儿童赢得 10分可以得一张卡通贴片,赢得越多得的越多。在本实验中,我们采用了经典赌博任务的呈现方式,在儿童点击所选择的卡片之后,总是先呈现奖励分数,然后再偶尔呈现惩罚分数,这种安排是为了迫使儿童注意奖励的信息。

为了考察决策时身体的激活状态,我们还增加了一个心理生理学测量,使用 Thought Technology公司所生产的 Biograph ProComp InfiNit生物反馈多导仪测量皮电活动。具体方法是,实验前,将已用 75%医用酒精清洁后的 Ag-AgCl电极分别缠在儿童左手食指和中指的末端指腹上,电极连接在生物反馈的 SC-Pro/Flex传感器上。因此,儿童在实验过程中的皮电反应(SCRs)均可以被清晰地记录下来。因为,Suzuk等^[22]曾在相同任务范式中采用从“请考虑你会选择哪张牌”这一指导语开始出现到被试

点击进行选择期间最大的振幅作为预测性 SCR_s而且取得了很好的研究结果,因而,在本实验中,我们也采用了这一方法记录儿童的 SCR_s。

本实验共包括 100个试项的选择,其中每 20个试项为一个组块,共 5个组块(有利牌、不利牌各 10个),有利牌和不利牌中表示惩罚的哭脸的数目如表 3所示,每个组块中有利牌和不利牌的哭脸数目均相同。实验中,所有的试项以随机顺序呈现。

表 3 有利牌和不利牌中哭脸数目(个)

卡片序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
不利牌	0	0	4	0	6	0	4	0	5	6
有利牌	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1

2.1.3 实验步骤 儿童坐在一台显示分辨率为 800×600的计算机屏幕前,用右手点击鼠标来操作即将呈现在屏幕上的卡片游戏。实验包括 6个演示实验(由主试分别在每副牌中选 3次进行演示)和 100个测试实验。

所有儿童均由一个主试进行个别施测,测试持续大约 30min。主试坐在被试旁边,将卡通贴片(奖励物)放在一个透明的袋子里,可以让儿童看见。

实验开始前,主试先向儿童展示卡通贴片,并让其从中挑选出自己最喜欢的图片,然后再介绍此任务。“今天我们来玩一个电脑游戏。你可能在游戏中赢分,每 10分换一张你最喜欢的贴片,我会把你赢得的贴片都送给你。游戏开始时,电脑会给你 10分来玩这个游戏。现在,我来告诉你怎么玩这个游戏,还告诉你怎么才能赢得更多的贴片。”

之后,主试演示此任务的做法:每个试项开始时,计算机屏幕上方会显示一段话“请考虑一下你会选择哪张牌。”并要求被试在这一指导语消失之前不能进行选择。5s之后出现另一指导语,“请选择”。这时主试用鼠标点击所要选择的牌,每次演示,主试都是先从垂直条纹的牌中连续选择 3张,再从圆点花纹的牌中连续选择 3张。每选一张牌,主试就向儿童解释,例如“看,这里有 2张笑脸,代表你赢了 2分,这时计算机的记分栏上就会给你加 2分。看,下面有 6张哭脸,这说明你输了 6分,这时,计算机记分栏上就会减去 6分。”每次记分持续 2s之后下一个试项开始。6次演示试验完成后,主试说:“我们不喜欢哭脸,对吗?因为它让我们失分。但我们喜欢笑脸,对不对?因为它让我们赢分。”所有的演示实验都必须重复这段程序。这样,尽管并没有告诉儿童一副牌比另一副牌有利,但这种做法

可以使他们明白不同图案的卡片代表的意义。

演示实验之后,主试说:“好了,我们开始来玩这个游戏。每次你都可以选择你想选的那张牌,你可以从圆点花纹的那副牌选,也可以从垂直花纹的那副牌选,也可以在两副牌中交替选。但每次只能选一张牌,想选多少次就选多少次,直到电脑中提示游戏结束。记住,要尽量多赢分,赢得分数越多奖励的贴片就越多,看看你今天能不能赢很多的贴片。还要记住,选择前一定要认真思考,等到电脑上提示‘请选择’时,你才能点击你想选择的牌。准备好了吗?你首先想选哪张牌?”

测试实验和演示实验的操作完全一样。主试不告诉儿童要进行多少次测试选择。如果儿童的选择中不利牌占优势,那么可能出现损失过多而导致记分栏中出现负值的情况。实验前,主试告诉儿童:“如果记分栏中出现‘-’(负值)符号表示你现在欠分了。”实验中,要求儿童联结皮电极的左手尽量不要动。

本实验为重复测量设计。实验之前首先进行鼠标点击的练习,以确保每个儿童熟练掌握鼠标。所记录的因变量为所选择的卡片的类型和在 5个组块中分别选择有利牌和不利牌的数目、净分数(net score)(有利牌数目-不利牌数目),以及预测性 SCR_s从而比较各组之间在情感性决策中的差异和特点。

2.2 结果与分析

2.2.1 儿童在赌博任务中的成绩 本实验的主要因变量是儿童在每个试项中选择的是有利牌还是不利牌。我们首先计算了 ADHD儿童整体和正常对照组儿童整体,以及两种亚型(混合型 and 注意缺陷型) ADHD儿童在所有 100次测试中有利选择和不利选择的数目,并提取净分数,净分数所代表的意义是每个被试的选择趋向。若净分数为正值说明选择较为有利,反之说明选择较为不利。结果见表 4。

表 4 ADHD儿童整体和正常儿童整体在赌博任务中的整体表现(均值±标准差)

儿童类型	有利选择	不利选择	净分数
ADHD儿童整体	47.4±24.2	52.6±24.2	-5±48.4
正常组儿童整体	62.2±19.9	37.6±16.1	26.5±30.1

注:净分数=有利牌数目-不利牌数目

先对两组儿童(ADHD和正常儿童整体)在赌博任务中的有利选择、不利选择和净分数进行了独立样本的 t检验。发现两组儿童在有利选择数目,

$t(74)=-3.13$ $P<0.005$ 不利选择数目, $t(74)=3.17$ $P<0.005$ 和净分数, $t(74)=-3.42$ $P<0.005$ 上均有显著差异, 表明在赌博任务中 ADHD 儿童倾向于不利选择, 而正常组儿童倾向于有利选择。

由于净分数的值是用其有利选择总数减去不利选择的总数获得的, ADHD和正常控制组儿童的净分数均会出现负值, 导致被试数据的离散度过大, 可能对显著性检验产生一定的影响。于是, 我们从数据中正值和负值所代表的选择趋向的意义考虑, 又将两组儿童的净分数分别与无选择趋向(我们将无

选择趋向的数值定为 0 进行单样本均值比较, 结果如下: ADHD 儿童表现为无选择趋向, $t(37)=-0.65$ $P>0.05$ 正常控制组儿童表现为有利选择趋向, $t(37)=-5.43$ $P<0.001$ 说明, 正常组儿童较 ADHD 儿童更倾向于有利选择。

为了进一步明确 ADHD 儿童和正常儿童在决策过程中的差异, 我们按选择的时间顺序, 将每 20 个试项的成绩作为一个组块(共 5 个组块)将两组儿童在每个组块中做出有利选择的数目进行比较分析, 结果见表 5。

表 5 ADHD 儿童整体和正常儿童整体在不同组块中有利选择的数目(均值±标准差)

儿童类型	组块 1	组块 2	组块 3	组块 4	组块 5
ADHD 儿童整体	9.6±4.7	8.7±5.1	10.0±5.7	10.8±5.5	10.6±6.8
正常组儿童整体	11.2±3.6	12.5±4.1	13.1±3.4	12.5±4.8	13.6±3.9

对两组儿童在 5 个组块中的有利选择进行了 5 (组块)×2 (儿童类型) 的方差分析, 以组块为被试内因素, 儿童类型为被试间因素。发现, 组块的主效应显著, $F(4, 296)=4.91$ $P<0.005$ 表明随着选择次数的增加儿童进行有利选择的数目也增多。儿童类型的主效应显著, $F(1, 74)=8.079$ $P<0.05$ 说明正常儿童在有利选择的总次数上显著高于 ADHD 儿童。组块和儿童类型的交互作用不显著, $F(4, 296)=2.08$ $P>0.05$ 。所以, 尽管表 5 的数据似乎反映出正常儿童比 ADHD 儿童随组块的延续做出有利选择的次数增加地更多, 但在统计学上, 两组并没有明显差异。说明, 两组儿童随着时间的延长、选择次数的增加均能利用既往经验帮助决策, 做出更多的有利选择, 只是正常儿童有利选择的数目要更多于 ADHD 儿童。

两种亚型 ADHD 儿童在赌博任务中的选择成绩见表 6。

独立样本的 t 检验发现, 两组儿童在有利选择

数目 ($t(36)=0.01$)、不利选择数目 ($t(36)=-0.01$) 和净分数 ($t(36)=0.01$) 上均无显著差异, 表明在赌博任务中两种亚型 ADHD 儿童选择趋向一致。

表 6 两种亚型 ADHD 儿童在赌博任务中的表现(均值±标准差)

儿童类型	有利选择	不利选择	净分数
混合型	47.5±27.2	52.5±24.2	-5±54.4
注意缺陷型	47.4±22.4	52.6±22.4	-5.2±44.8

我们对两组 ADHD 儿童的净分数也与无选择趋向(数值 0)分别进行了单样本的均值比较, 发现, 注意缺陷型儿童 ($t(15)=-0.37$ $P>0.05$) 和混合型儿童 ($t(21)=-0.59$ $P>0.05$) 均表现为无选择趋向, 说明两种亚型 ADHD 儿童在选择趋向上确无差异。

表 7 是两组 ADHD 儿童在 5 个组块上有利选择的数目。

表 7 两种亚型 ADHD 儿童在不同组块的有利选择数目(均值±标准差)

儿童类型	组块 1	组块 2	组块 3	组块 4	组块 5
混合型	9.2±5.5	8.7±5.6	9.4±6.0	11.4±6.5	10.0±7.8
注意缺陷型	9.9±4.1	8.6±4.8	10.4±5.5	10.3±4.7	11.0±6.1

方差分析的结果仅发现组块的主效应显著, $F(4, 144)=3.20$ $P<0.05$ 其他主效应和交互作用均不显著, 说明两种亚型 ADHD 儿童在赌博任务上的选择过程也基本相似。

2.2.2 儿童在完成赌博任务时的皮电活动 将 ADHD 儿童整体和正常对照组儿童整体, 以及两种亚型 ADHD 儿童(混合型和注意缺陷型)在全部 100 个试项中分别对应有利选择和不利选择的预测性皮

电活动进行了统计,计算出儿童在两种选择类型上的皮电值的平均数,见图 1。参照 Suzuki^[23]的研究方法,在本实验中我们也将预测性皮电值定义为,儿童点击鼠标前 5~10 秒的最大振幅减去各自的基线值。由于两位 ADHD 儿童在皮肤电记录过程中不合作,因而将其所记录的皮肤电的数据剔除,同时剔除了相匹配的正常组儿童的皮电数据。

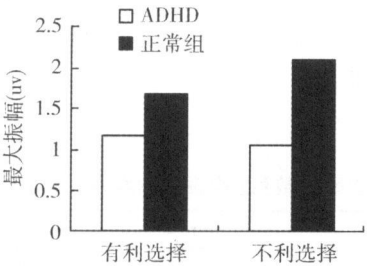


图 1 ADHD 儿童和正常儿童在不同类型选择前的预测性皮电值

因为前人研究指出,只有不利选择的预测性皮电变化才可能是个体冒险性选择的指标^[9],所以,在分析 5 个组块中皮电活动的变化时,我们仅对 5 个组块中对应不利选择的预测性皮电值进行统计计算,每个组块的皮电值是所有被试在该组块中对应每个试项的皮电值的均值(即每 20 个试项皮电值的平均数)的平均数,见图 2。

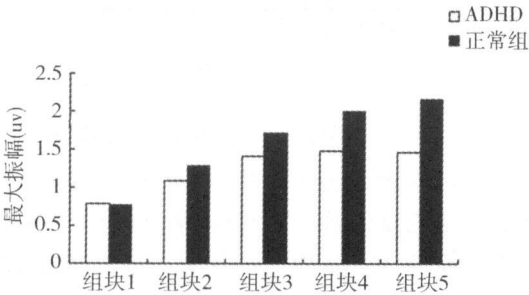


图 2 ADHD 和正常组儿童在不同组块中在不利选择前的预测性皮电值

首先,对两组儿童(ADHD 和正常儿童整体)的预测性皮电值进行 2(选择类型)×2(儿童类型)的方差分析(以选择类型为被试内因素,儿童类型为被试间因素)发现,儿童类型的主效应显著, $F(1, 70)=10.51, P<0.05$ 说明正常组儿童在总的预测性皮电值上明显高于 ADHD 儿童。选择类型的主效应显著, $F(1, 70)=4.57, P<0.05$ 而儿童类型和选择类型的交互作用也显著, $F(1, 70)=13.01, P<0.05$ 说明两组儿童在有利选择和不利选择前的皮电活动差异模式不同。进一步简单效应检验发现,

正常组儿童在不利选择前的皮电值明显高于有利选择前的皮电值, $F(1, 70)=16.49, P<0.001$, 而 ADHD 儿童在有利和不利选择前的预测性皮电无显著差异, $F(1, 70)=1.08, P>0.1$ 。

为了考察两组儿童随时间延长其预测性皮电的变化,我们又对两组儿童在 5 个组块中不利选择前的预测性皮电值进行了 5(组块类型)×2(儿童类型)的方差分析,以组块类型为被试内因素,儿童类型为被试间因素。

方差分析发现,组块类型的主效应显著, $F(4, 280)=36.27, P<0.001$,说明儿童在不利选择前的预测性皮电值随着组块的增加而增加;儿童类型的主效应显著, $F(1, 70)=15.01, P<0.001$,但儿童类型和组块的交互作用也显著, $F(4, 280)=4.05, P<0.05$ 说明在不同组块中,两组儿童皮电值差异的模式不同。进一步进行简单效应检验发现,两组儿童仅在组块 4 ($F(1, 70)=3.55, P<0.05$)和组块 5 ($F(1, 70)=3.53, P<0.05$)中的不利选择前皮电值差异显著,而在组块 1、组块 2、组块 3 中不利选择前的皮电值差异不显著。

对预测性皮电活动的分析发现,正常组儿童和 ADHD 儿童在选择前均产生预测性皮电活动,但正常儿童表现为:在不利选择前的皮电活动明显高于有利选择前;而 ADHD 儿童在不同类型的选择前的皮电活动无明显变化,而且正常儿童在不利选择前的皮电值在任务后期明显大于 ADHD 组儿童。

我们对两种亚型 ADHD 儿童在不同组块和不同选择类型下的预测性皮电值也进行了计算,结果见图 3 和图 4。

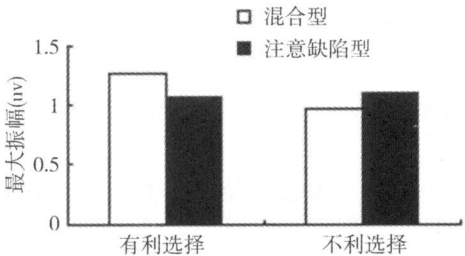


图 3 不同亚型 ADHD 儿童在不同选择类型下的皮电值

首先对两组儿童的皮电活动进行了 2(选择类型)×2(儿童类型)的方差分析,没有发现任何显著差异。

图 4 是两种亚型 ADHD 儿童在 5 个组块中不利选择前的皮电值。5(组块类型)×2(儿童类型)的方差分析发现,儿童类型的主效应不显著,

$F(1, 34) < 1$ 说明两组儿童的不利选择前的预测性皮电值无显著差异。组块类型的主效应显著, $F(4, 136) = 24.73, P < 0.001$, 说明两组儿童随着选择次数的增加不利选择前的预测性皮电值逐渐增大。组块类型和儿童类型交互作用不显著, $F(4, 136) = 1.41, P > 0.1$, 说明两组儿童随时间延长不利选择前的预测性皮电活动变化的模式基本相同。

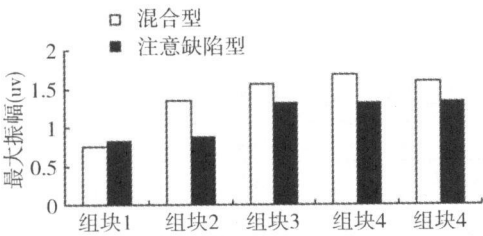


图 4 不同亚型 ADHD 儿童在不同组块中不利选择前的预测性皮电值

本实验的主要发现如下: 第一, 在赌博任务中, 尽管随着时间的延长两组儿童做出有利选择数目均明显增加, 但 ADHD 儿童整体上较正常儿童更倾向于不利选择。第二, ADHD 儿童和正常组儿童在进行选择前均产生预测性皮电活动 (SCRs)。但随着选择次数的增加, 正常组不利选择前的预测性 SCR 明显高于 ADHD 组。第三, 两种亚型 ADHD 儿童在情感决策上的表现基本相似。

这一结果说明, 在即刻奖励条件下 ADHD 儿童存在情感决策障碍, 倾向于不利选择。但不同亚型之间在这一任务上的表现无差异。在预测性皮电活动上, 尽管 ADHD 儿童产生了预测性皮电活动, 但 SCR 的振幅没有正常组儿童大, 说明 ADHD 儿童加工情绪性刺激或者经历与情绪相联系的刺激的能力减弱, 无法激发躯体状态^[19]。因而我们可以推测, ADHD 儿童对奖励的敏感性异常确实影响了其决策能力。

3 实验二 儿童在突出惩罚的赌博任务中的决策能力

当实验一在采用突出奖励的方式让儿童完成赌博任务时发现, ADHD 儿童倾向于做出不利选择, 其预测性 SCR 也异于正常儿童, 这个结果与前人针对 ADHD 成人的研究发现一致^[16]。如果我们采用突出惩罚的方式让儿童完成赌博任务, 即如果我们增加惩罚的强度, 是否会影响 ADHD 儿童的选择趋向?

进行反转, 这样有利牌就变为高的即刻惩罚最终会有高的奖励, 不利牌变为低的即刻惩罚最终会获得低的奖励, 突出了有利牌中惩罚的强度, 以考察惩罚对 ADHD 儿童决策能力的影响。

3.1 实验方法

3.1.1 被试 与实验 1 完全相同。

3.1.2 实验设计与材料 由于在本实验中我们采用了实验一任务的变式, 而且有利牌和不利牌与实验一正好相反, 为了避免儿童在本实验中的选择趋向受到实验一结果的影响, 为此在本实验中, 我们将实验刺激改为红色五角星和绿色五角星, 红色五角星表示奖励 (这一奖励标志与学校中常用的奖励标志相似), 个数为奖励的分数, 绿色五角星表示惩罚, 个数为惩罚的分数。实验中的惩罚和奖励的先后顺序及数目均颠倒, 即让儿童先看到表示惩罚的绿色五星, 然后才看到表示奖励的红色五星; 实验一中有利牌和不利牌的惩罚数目为实验二中的奖励数目, 而实验一中的奖励数目为本实验的惩罚数目。当被试点击黑白相间的卡片后, 卡片的上半部分总是先出现 1 颗绿色五角星, 呈现时间为 1 s, 随后卡片下半部分偶尔会出现 1 颗红色五角星; 如果点击白底黑点的卡片, 卡片的上半部分总是先呈现 2 颗绿色的五角星, 1 s 后, 卡片的下半部分却会出现 4、5 或者 6 颗不等的红色五角星。即先出现失去的分数, 再出现赢得的分数, 失去的分数是固定的, 而赢得的分数是变化的。如果以每 10 个试项为一个组块, 那么, 一种牌中失去的分数永远是 2 分, 而赢得的分数却是 6、6、5、4、4、0、0、0、0、0 那么从这种牌中选择 10 次, 则失去 20 分, 赢得 25 分, 净分数为赢得 5 分, 即有利牌。反之不利牌中失去的分数永远是 1 分, 赢得的分数是, 1、1、1、1、1、0、0、0、0、0 那么从这种牌中选择 10 次, 则失去 10 分, 赢得 5 分, 最终失去 5 分, 因而是不利牌。

有利牌和不利牌中表示奖励的红色五星数目与实验一中表示惩罚的哭脸的数目相同 (参见表 1), 总测试项目数、组块的分配均同实验一。所有的试项在实验中随机呈现。

3.2 实验步骤

实验系统及设备同实验一。由于两个实验的时间总体较长, 中间又有中断休息, 在本实验中儿童不能配合进行皮电实验, 所以很遗憾, 本实验未能同时进行皮电记录。

在本实验中, 我们将赌博任务中的奖励与惩罚

3.3 结果

3.3.1 ADHD儿童整体和正常儿童在即刻惩罚赌博任务中的成绩 对 ADHD儿童整体和正常对照组儿童整体在即刻惩罚赌博任务中的成绩进行统计,结果见表 8。对儿童在不同时段中的成绩也进行了计算,见表 9。

从表 8 看出,ADHD儿童整体和正常对照组儿童整体在即刻惩罚赌博任务中的成绩基本相当,有利选择数目 ($t(74) = 0.03, P > 0.05$)、不利选择数

目 ($t(74) = -0.04, P > 0.05$)和净分数 ($t(74) = 0.04, P > 0.05$)上都没有显著差异。

表 8 ADHD儿童和正常儿童在即刻惩罚赌博任务中的成绩 (均值 \pm 标准差)

儿童类型	有利选择	不利选择	净分数
ADHD儿童整体	67.3 \pm 18.4	32.7 \pm 18.4	34.6 \pm 36.8
正常儿童整体	67.2 \pm 12.2	32.8 \pm 12.2	34.3 \pm 24.4

表 9 ADHD和正常儿童整体在不同组块间的有利选择数目 (均值 \pm 标准差)

儿童类型	组块 1	组块 2	组块 3	组块 4	组块 5
ADHD儿童整体	11.8 \pm 3.3	13.1 \pm 4.3	13.5 \pm 4.2	13.7 \pm 4.7	14.8 \pm 4.5
正常组儿童整体	12.1 \pm 2.2	13.6 \pm 3.0	13.4 \pm 3.6	14.1 \pm 2.9	14.5 \pm 3.5

采取同实验一相同的方法,对 ADHD整体和正常两组儿童在不同组块中的有利选择进行了 5 (组块) \times 2 (儿童类型) 的方差分析,以组块类型为被试内因素,儿童类型为被试间因素。发现,儿童类型的主效应不显著, $F(1, 74) < 1$,表明两组儿童在不同组块上的选择倾向无显著差别,均倾向于有利选择;组块类型的主效应显著, $F(4, 296) = 10.76, P < 0.001$,表明随着选择次数的增加儿童进行有利选择的数目也增多;选择类型和儿童类型的交互作用不显著, $F(4, 296) < 1$ 。

3.3.2 两种亚型 ADHD儿童的决策成绩 对两种亚型 ADHD儿童在即刻惩罚赌博任务中的选择成绩进行了统计计算,结果见表 10。

表 10 两种亚型 ADHD儿童在即刻惩罚赌博任务中的成绩 (均值 \pm 标准差)

儿童类型	有利选择	不利选择	净分数
混合型	65.9 \pm 19.6	34.1 \pm 19.6	31.9 \pm 39.1
注意缺陷型	68.3 \pm 17.9	31.7 \pm 17.9	36.6 \pm 35.7

统计分析发现,两组 ADHD儿童在即刻惩罚赌博任务中有利选择数目 ($t(36) = -0.38, P > 0.05$)、不利选择数目 ($t(36) = 0.39, P > 0.05$)和净分数 ($t(36) = -0.39, P > 0.05$)也均无显著差异。表明两组 ADHD儿童的选择趋向模式相似。

对两组 ADHD儿童在不同时段中的成绩也进行了计算,见表 11。

表 11 两种亚型 ADHD在不同组块间的有利选择数目 (均值 \pm 标准差)

儿童类型	组块 1	组块 2	组块 3	组块 4	组块 5
混合型	11.8 \pm 3.1	12.8 \pm 4.1	13.6 \pm 4.5	12.6 \pm 5.3	13.9 \pm 4.4
注意缺陷型	11.9 \pm 3.5	13.5 \pm 4.5	13.4 \pm 4.0	14.6 \pm 4.2	15.4 \pm 4.5

方差分析发现,儿童类型的主效应不显著, $F(1, 36) < 1$,说明两组儿童随时间延长在不同组块上的选择倾向无显著差别;组块类型的主效应显著, $F(4, 144) = 5.10, P < 0.001$,说明在不同的时间段上选择成绩有明显差异;选择类型和儿童类型的交互作用不显著, $F(4, 144) = 1.10, P > 0.05$ 。

本研究发现:第一,ADHD儿童和正常组儿童在即刻惩罚条件下的赌博任务中均倾向于有利牌的选择,而且随时间的推移选择有利牌的数量均增加。第二,两种亚型 ADHD儿童在这一变式中的选择模式也无差异。

4 讨论

本研究通过两个实验,考察了 ADHD儿童和正常对照组儿童在分别突出了奖励和惩罚的赌博任务中的决策能力。实验一发现,两组儿童对于有利选择的数目均随着测验时间的延长而显著增加,但与正常对照组儿童相比,ADHD儿童整体上更倾向于不利选择。而且尽管随着时间的增加,ADHD儿童和正常儿童在不利选择前的皮电振幅均呈现上升趋势,但在选择后期,ADHD儿童的皮电振幅却明显低于正常儿童。而在实验二中,ADHD儿童和正常控

制组儿童均倾向于有利选择,而且随着测试时间的延长有利选择的数目均显著增加。

上述结果提示,ADHD儿童仅在突出奖励的标准赌博任务中的情感决策能力受损,这一结果与以往 ADHD成人中关于情感决策的研究结果一致^[16]。而在突出惩罚的赌博任务中,其情感性决策能力未见异常。

van Mee等^[23]指出,ADHD患者很难由长期目标来指导自己的行为,其行为更容易受即刻情境的影响。前文也提到,在标准赌博任务中,总是先呈现奖励,而将延迟的惩罚作为一个不可预测的变量。如果按照 van Mee等的解释,本研究中实验一的结果很可能是由于 ADHD儿童的行为选择更多受即刻奖励的影响,而对未来结果不敏感。但本研究的实验二却总是先呈现惩罚,而将延迟的奖励作为一个不可预测的变量。结果却并未发现 ADHD儿童和正常控制组儿童在选择模式上的明显不同。这一结果似乎暗示,ADHD儿童的行为选择并非完全受到即刻情境的影响,而仅仅是受到即刻奖励的影响。也就是说,当即刻情境变为惩罚时,ADHD儿童能够成功依照即刻情境来调整自己的行为。

根据 Newman的“反应调节假设”,个体的注意可以在任务的执行和评估之间进行自动的、暂时性的转换。当这一能力受损时,个体将无法根据实验中伴随物(如奖励和惩罚)的评估来调整自己的行为,个体的行为更多受到当前占优势的反应情境的影响,因而忽略了对其它信息的加工^[24]。本研究实验一发现,在突出奖励的情况下,正常儿童总体更倾向于做出有利选择,而 ADHD儿童则更倾向于不利选择或无选择趋向;但实验二中,在突出惩罚的情况下,即当优势性反应为惩罚时,ADHD和正常儿童最终都能做出有利选择趋向。我们认为,由奖励所产生的优势反应情境可能干扰了 ADHD儿童对未来结果的加工,同时阻止他们按照奖惩规则适当地调整行为,只看到当前的奖励而不顾随后的惩罚,因而更倾向于做出不利选择。而在实验二中,由于惩罚从任务一开始就处于一个显著的地位,ADHD儿童为了避免惩罚而适时地调整行为,从而注意到了其它信息的加工。也就是说,仅在即时奖励所产生的优势反应情境下,ADHD儿童在赌博任务中的决策能力才弱于正常儿童,而在即刻惩罚所产生的优势反应情境下,两组儿童的表现模式却未见明显不同。因此,我们推测,ADHD儿童在执行和评估之间的转换能力可能是完整的,而仅仅是对奖励的评估能力

异常。也就是说 ADHD儿童可能仅存在对奖励的异常敏感性,其回避惩罚的能力正常。

Gray曾提出由两个不同的神经系统结构分别调节着奖励和惩罚刺激,其中行为趋近系统 (behavior approach system, BAS)应对奖励信号以激发行行为的产生,而行为的抑制系统 (behavior inhibition system, BIS)应对惩罚信号以抑制行为活动。Corr又进一步指出, BIS和个体的焦虑特征直接相关, BAS和冲动性特征直接相关。高焦虑和高冲动性会分别引发 BIS和 BAS的过度激活。而且,这两个系统尽管在结构上独立,但在功能上却相互作用。即高冲动性能够缓解由高焦虑引发的效应,同样高焦虑也能够缓解由高冲动性引发的效应^[25]。

基于这一理论,本研究的发现也可能提示, ADHD儿童的 BAS功能异常,与 Crone等的研究结论一致^[21]。因为本研究中我们对奖励和惩罚的强度进行了操纵,从某种意义上也操纵了被试焦虑情绪的强度。在实验一中,即刻奖励激发了 BAS但同时引发了较低的焦虑水平。由于 ADHD儿童的 BAS功能异常,实验操作所引发的低焦虑水平便不足以缓解其与 BAS对应的相对较高的冲动性行为,因而表现出更多地追求当前的奖励而做出不利选择的倾向。在实验二中即刻惩罚激发了 BIS而且也可能使儿童产生更高的焦虑感受,从而可以缓解其冲动性行为。故 ADHD儿童与正常儿童一样最终都表现出有利选择趋向。

由于临床上 ADHD儿童多伴发焦虑等情感性障碍^[26],在研究 ADHD的同时不能完全将其排除,因而我们并未对 ADHD儿童的焦虑水平进行评定。但是也造成了一个遗憾,即我们不能比较伴和不伴焦虑症状的 ADHD儿童在情感决策上的异同,以进一步澄清上述问题。

但无论如何,本研究的结果均支持了 ADHD存在动机或情绪障碍的假说。如前所述,涉及这个假说的理论模型主要有两个,其一是由 Sergeant所提出的认知-能量模型,其二是 Sonuga-Barke的双通道模型。其中认知-能量模型强调了动机或情绪性障碍是 ADHD发病的核心因素^[6,7]。而双通道模型提出了 ADHD既存在执行功能障碍又表现为动机或情绪性障碍,并认为两种功能的缺陷分别导致了 ADHD的不同临床表现,即执行抑制功能与注意缺陷有关,动机障碍则与冲动多动有关^[20]。然而本研究并未发现两种亚型 ADHD儿童之间在不同奖惩情境下的决策模式上的显著差异。从某种意义上说

明,对奖励的异常敏感性可能是不同亚型 ADHD儿童普遍存在的问题。未来研究需要进一步详述动机因素和这些认知过程的相互作用。

本研究的另一个关键的结果是,ADHD儿童在不利选择前所产生的预测性皮电振幅明显低于正常组,但随着时间的增加 ADHD儿童的皮电振幅也呈现上升趋势。按照 Damasio提出的躯体标识假设 (somatic marker hypothesis)^[24]对赌博任务的解释,认为人们的行为总是受到内在的情绪性信号控制。所谓情绪性信号,又称为躯体标识,是指对呈现在环境中的情感性刺激进行反应时,身体上所表现出的生理变化,或在回忆情感性记忆时,身体上所发生的生理变化。这些信号的再现会保存在脑干水平或到达顶叶 (岛叶 insular SII SII) 和后扣带回 (Posterior cingulate cortex), 并因此感觉到一种情感。当我们再次进行情绪刺激加工时,例如回忆一个与一种情绪相联系的事件时,我们可以重新唤起这种情感的躯体状态,从而表现为一系列的生理反应。躯体标识或者情绪性信号有助于限定决策的空间,OFC是这一躯体状态的驱动结构,这一区域将情景的一个特定方面和以往情景中相关的情绪经历之间建立了某种联系^[15-27]。

在赌博任务中,思考赢或输的分数会激发一个生理反应。而且所产生的躯体状态被保存在脑中,当再次出现输或赢的情境时,这一躯体状态被重新唤醒,从而间接的产生一个生理反应,如前文所述的预测性皮肤电的变化。相关研究曾发现 OFC损伤时,患者无法产生用于标识冒险性选择的信号,表现为这类病人无法产生预测性皮肤电变化^[19]。而且有研究发现,和仅具有外在行为障碍的儿童相比较,具有外在行为和内在情绪障碍的儿童表现为交感神经激活较低^[28]。从本研究的结果可以看出,ADHD儿童在决策上的皮肤电变化与 OFC损伤者不尽相同,其生理唤醒介于正常人和脑损伤病人之间,表明这类儿童对于情绪刺激的唤醒能力较低。因而在进行冒险性选择时,尽管也产生了皮肤电变化,但这些变化较低,不足以像正常儿童那样可以指导他们的行为。在选择后期,即组块 4 和组块 5 中,正常儿童在不利选择前的预测性皮电值要明显高于 ADHD 儿童的皮电值,可能提示,以往选择经验对正常儿童比对 ADHD 儿童发挥了更大的作用。正常儿童更能利用既往经验帮助他们进行决策,所以使得在总体选择趋向上更为有利。

本研究中我们选择的被试年龄在 7~12 岁之

间,以往情绪控制的发展性研究结果表明,该阶段中儿童对于情绪性刺激的唤醒能力已趋于成熟,但对于情绪的控制能力较差^[29]。本研究中 ADHD 儿童和控制组儿童所表现出的生理指标之间的差异表明,ADHD 儿童对于情绪刺激的唤醒能力滞后。由于本实验所采用的决策任务被证实对于该阶段的儿童来说相对简单^[30],因而并未影响到控制组儿童的决策能力。遗憾的是,由于客观原因,本研究的实验二没有记录皮肤电,因而我们无法对不同奖惩条件下的预测性皮电变化进行比较,也不能从现有的研究结果中推测 ADHD 在决策中可能的脑机制。但我们认为,本研究结果至少可以推测为 ADHD 儿童可能存在情绪调控的障碍。

5 结论

结合实验一和实验二的结果,本研究证实了 ADHD 儿童的决策能力并非完全受即刻情境的影响,而仅在即刻奖励情境下存在决策能力障碍。且这种弱势在皮肤电活动上表现为,ADHD 儿童所产生的预测性皮电振幅明显低于正常对照组。结合以往的研究,我们可以推测,ADHD 儿童可能存在情绪控制障碍。

参 考 文 献

- 1 Clark L, Manes F, Antoun N, et al. The contributions of lesion lateral and lesion volume to decision-making impairment following frontal lobe damage. *Neuropsychologia*. 2003; 41 (11): 1474~1483
- 2 Barkley R A. Issues in the diagnosis of attention-deficit hyperactivity disorder in children. *Brain and Development*. 2003; 25 (2): 77~83
- 3 Barkley R A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unified theory of ADHD. *Psychological Bulletin*. 1997; 121 (1): 65~94
- 4 Wang Y H, Zhou X L, Wang Y F, et al. Response inhibition in two subtypes of children with ADHD (in Chinese). *Acta Psychologica Sinica*. 2005; 37 (2): 178~188
(王勇慧,周晓林,王玉凤等.两种亚型 ADHD 儿童在停止信号任务中的反应抑制. *心理学报*, 2005; 37 (2): 178~188)
- 5 Sergeant J A, Geurts H, Oosterlaan J. How specific is a deficit of executive functioning for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder? *Behavioral Brain Research*. 2002; 130: 3~28
- 6 Sergeant J A. The cognitive-energetic model: An empirical approach to attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuroscience Behavioral Review*. 2000; 24 (1): 7~12
- 7 Sergeant J A. Modeling Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A critical appraisal of the Cognitive-Energetic Model. *Biological Psychiatry*. 2005; 57 (11): 1248~1255

- 8 Luman M, Oosterlaan J, Sergeant J A. The impact of reinforcement contingencies on ADHD: A review and theoretical appraisal. *Clinical Psychology Review* 2005 25 (2): 183~213
- 9 Sergeant J A, Geurts H, Huijbregts S, et al. The top and the bottom of ADHD: a neuropsychological perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 2003 27 (7): 583~592
- 10 Johansen E B, Sagvolden T. Response disinhibition may be explained as an extinction deficit in an animal model of ADHD. *Behavioural brain research* 2004 149 (2): 183~196
- 11 Kollins SH, Shapiro SK, Newland M C, et al. Discriminative and participant-rated effects of methylphenidate in children diagnosed with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Experimental and Clinical Psychopharmacology* 1998 6 (4): 375~389
- 12 Carlson CL, Mann M, Alexander D K. Effects of reinforcement on the performance and motivation of ADHD children. *Cognitive Therapy and Research* 2000 24 (1): 87~98
- 13 van Meel C S, Oosterlaan J, Heslenfeld D J, et al. Motivational effects on Motor Timing in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 2005 44 (5): 451~460
- 14 Oosterlaan J, Sergeant J A. Effects of reward and response cost on response inhibition in ADHD, disruptive, anxious, and normal children. *Journal of Abnormal Child Psychology* 1998 26 (3): 161~174
- 15 Bechara A. The role of emotion in decision-making: Evidence from neurological patients with orbitofrontal damage. *Brain and Cognition* 2004 55 (1): 30~40
- 16 Ernst M, Kimes A S, London E D, et al. Neural substrates of decision making in adults with ADHD. *The American Journal of Psychiatry* 2003 160 (6): 1061~1070
- 17 Fishbein D, Hyde C, Elkheth D, et al. Cognitive performance and autonomic reactivity in abstinent drug abusers and nonusers. *Experimental and Clinical Psychopharmacology* 2005 13 (1): 25~40
- 18 Bechara A. Risky business: emotion, decision-making and addiction. *Journal of gambling studies* 2003 19 (1): 23~25
- 19 Bechara A, Damasio H, Damasio A R. Emotion, decision making and the orbito-frontal cortex. *Cerebral cortex* 2000 10 (3): 295~307
- 20 Sonuga-Barke E J S. Psychological heterogeneity in ADHD—A dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research* 2002 130 29~36
- 21 Crone E A, Jennings R, van der Molen M W. Sensitivity to interference and response contingencies in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Children Psychology and Psychiatry* 2003 44 (2): 214~226
- 22 Suzuki A, Hirota A, Takasawa N, et al. Application of the somatic marker hypothesis to individual differences in decision making. *Biological Psychology* 2003 65 (1): 81~88
- 23 van Meel C S, Oosterlaan J, Heslenfeld D J, et al. Telling good from bad news: ADHD differentially affects processing of positive and negative feedback during guessing. *Neuropsychologia* 2005 43 (13): 1946~1954
- 24 Crone E A, Vendel J, van der Molen M W. Decision-making in disinhibited adolescents and adults: to future consequences or driven by immediate reward? *Personality and Individual Differences* 2003 35 (7): 1625~1641
- 25 Corr P J. Gray's reinforcement sensitivity theory: Tests of the joint subsystems hypothesis of anxiety and impulsivity. *Personality and Individual Differences* 2002 33 (4): 511~532
- 26 Braaten E B, Beideman J, Monuteaux M C, et al. Revisiting the association between attention-deficit hyperactivity disorder and anxiety disorders: A familial risk analysis. *Biological Psychiatry* 2003 53 (1): 93~99
- 27 Bechara A, Tranel D, Damasio H. Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain* 2000 123 (11): 2189~2202
- 28 Boyce W T, Qas J, Alkon A, et al. Autonomic reactivity and psychopathology in middle childhood. *The British Journal of Psychiatry* 2001 179: 144~150
- 29 Steinberg L. Cognitive and affective development in adolescence. *Trends in Cognitive Sciences* 2005 9 (2): 69~74
- 30 Kerr A, Zelazo P D. Development of "hot" executive function: The children's gambling task. *Brain and Cognition* 2004 55 (1): 148~157

The Effect of Rewards and Punishment on Affective Decision-Making in Children with Two Subtypes of ADHD

WANG YongHu¹, ZHU ZhaoHong², WANG Ping³, WANG Zhen-Hong

(¹ Department of Psychology, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

(² Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin 300074, China)

(³ First Affiliated Hospital, Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, China)

Abstract

Although most of the theories on attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) assumed that deficit in behavioral inhibition was probably the core problem of ADHD, recent studies implied that ADHD patients have aberrant sensitivity to reinforcement such as rewards and punishment (Sergeant J et al 2000, 2005; Luman M et al 2005), or emotional control deficit. This aberrant sensibility hypothesis challenges the traditional view on ADHD. However, whether the patients are aberrant sensitive to rewards or to punishment are not clear. Moreover, some relevant studies indicated that Skin conductance responses could reflect their physical arousal while subject responding to cognitive, emotional and social stimulus (Fishbein D et al 2005).

Using two experimental designs, the present study examined the effect of rewards and punishment on affective decision-making on two subtypes of children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and normal controls and recorded their anticipatory Skin conductance recordings (SCRs) as well.

Thirty-eight children between 7 and 12 years old with a clinical diagnosis of ADHD (22 of predominantly inattentive, i.e., ADHD-I and 16 of combined, i.e., ADHD-C) were compared to 38 normal controls who were matched in age, IQ and the year of education in affective decision-making. Two variations of the Iowa Gambling Task (Bechara et al 2000) were used, which typically involved two sets of cards in computer. On each of 100 trials, children chose from 1 of 2 decks of cards when turned, which displayed happy and sad faces (experiment 1), or red and green star (experiment 2), corresponding to rewards or punishment respectively, that means won (happy face or red star) or lost (sad face or green star) cartoon cards by each choice. Cards in 1 deck offered more rewards per trial but were disadvantageous across trials due to occasional large losses; cards in the other deck offered fewer rewards per trial but were advantageous overall. Different from the previous studies, the intensity of rewards and punishment was manipulated in this study.

The results showed that ADHD children were impaired in affective decision-making and generated lower anticipatory SCRs during the latter part of task before choosing from disadvantage card compared with normal controls at the conditions of instant rewards but were intact at the condition of instant punishment. No significant differences were observed between the two subtypes of ADHD.

The results of which suggested that the children with the two subtypes of ADHD only have aberrant sensitivity to rewards, therefore impaired their decision-making. However, they showed the same pattern with normal children when avoiding punishment.

Key words: affective decision-making; the Gambling task; Skin conductance recordings; subtypes of ADHD