

# 目标刺激运动特征对自闭症谱系障碍儿童平滑追踪眼动的影响\*

陈顺森<sup>1</sup> 林彩云<sup>1,2</sup> 任杰<sup>1</sup>

(1 闽南师范大学教育科学学院, 漳州 363000) (2 广东技术师范学院天河学院, 广州 510540)

**摘要** 选取 3~5 岁自闭症谱系障碍儿童 (Autism Spectrum Disorder, ASD) 与正常儿童各 18 名, 采集其观看目标刺激沿不同垂直幅度、水平速度正弦曲线运动视频的眼动数据, 考察振幅、速度等目标运动特征对被试平滑追踪眼动的影响。结果发现: (1) ASD 儿童平滑追踪目标刺激的视觉位置误差显著大于正常儿童, 其追踪目标的眼动轨迹不如正常组儿童平滑均匀, 平滑追踪眼动存在明显不足。(2) 正常儿童追踪目标刺激大振幅运行的位置误差显著大于小振幅运行条件, 但 ASD 儿童却与之相反。(3) 与正常儿童一样, 目标刺激运行速度越快, ASD 儿童平滑追踪的位置误差越大。总之, ASD 儿童存在平滑追踪能力的不足; 相比追踪大振幅运动的目标, ASD 儿童追踪小振幅运动目标的能力更差。

**关键词** 自闭症谱系障碍, 平滑追踪眼动, 位置误差。

**分类号** B842

## 1 引言

开展自闭症谱系障碍 (autism spectrum disorder, ASD) 眼动研究的工作者常不乏这样的体验, 即借助观察一个小球运动以对被试双眼进行定标校准时, 总有不少 ASD 儿童表现出困难, 他们对小球运动中停留位置的定位偏差较大, 总要反复多次校准, 而同龄的正常发展 (typically developing, TD) 儿童则较少出现这类问题。这种现象除了部分 ASD 儿童可能因伴有多动或其他症状而无法配合外, 也反映出 ASD 儿童本身对动态刺激的追踪可能存在不足。

### 1.1 平滑追踪眼动

当周围环境中的动态信息吸引了我们的注意, 眼睛开始追随其运动时, 便形成视觉运动追踪 (陈婷婷, 蒋长好, 丁锦红, 2012)。这个过程涉及基本的目标获取, 即先从背景中成功分离出运动信号, 通过选择性注意筛选并成功捕获目标客体, 在此基础上将注意力集中在该目标的追踪上。在运动追踪过程中, 为了获得清晰的目标, 并保持对目标追踪的准确性, 就需要确保追踪目标的视网膜像始终落在中央凹附近, 这时人眼便会启动平滑追踪眼动 (smooth pursuit eye movement, SPEM) 和追赶性

眼跳 (catch-up saccade) 来匹配目标速度和眼睛追踪速度。平滑追踪眼动仅在视觉追踪移动目标的过程中产生, 指的是眼睛追踪慢速平滑运动的物体, 使其保持落在中央凹时产生的眼球运动, 具有对物体运动进行补偿, 以逐渐提高视敏度的作用 (Spering & Gegenfurtner, 2008; Leigh & Zee, 2015)。追赶性眼跳有时也被直接当作是平滑追踪眼动测量中的一部分, 它与预测性眼跳 (predictive saccade) 一样, 同属于平滑追踪眼动中的策略机制, 当物体运动速度较快时, 眼睛为了追赶目标会产生追赶性眼跳, 而当物体被遮挡或速度变慢时, 则容易出现预测性眼跳。这两种眼跳协调工作, 共同作用是为了保证平滑追踪眼动达到最佳效果 (Xivry & Lefèvre, 2007)。

常见用来研究平滑追踪眼动的刺激有: (1) 钟摆刺激或正弦曲线运动刺激, 即目标反复和可预见地在屏幕一侧滑动到另一侧, 运动至两端速度变慢而在中间位置速度较快; (2) 斜坡刺激, 即目标以恒定速度从一处移动到另一个位置; (3) 阶坡刺激, 即目标从一个固定点向某个方向跳跃一段距离, 再以恒定速度向别的方向移动 (图 1; Lencer & Trillenberg, 2008)。使用这些刺激任务, 可考察人们在感知和使用视觉运动信息、预测目标

收稿日期: 2016-2-3

\* 基金项目: 国家社会科学基金教育类青年课题 (CBA120104)。

通讯作者: 陈顺森, E-mail: shunsen@163.com。

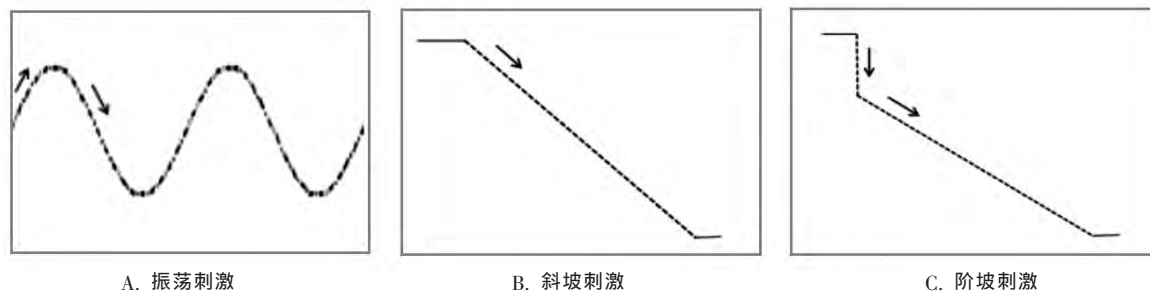


图1 平滑追踪任务范式

运动或进行感知运动转换等敏感性差异问题 (Mc-dowell, Clementz, & Sweeney, 2011)。

在平滑追踪过程中，通常要求被试尽可能密切和准确地追踪目标物，记录被试的追踪时间、速度和偶尔伴随出现的眼跳特征。通过计算位置误差可对被试平滑追踪眼动进行整体测量，位置误差使用均方根误差 (*root-mean-square error*, RMSE) 来表示，指的是眼睛相对于目标的累积位置误差值，数值越大则说明两者位置差距越大 (Iacono & Lykken, 1979)。

## 1.2 ASD 者对运动物体的视觉追踪

《精神疾病诊断与统计手册》(第五版, DSM-V) 首次将感知觉异常的诊断项目加入 ASD 的诊断标准，突显了 ASD 感知觉症状表现的诊断意义。作为获取外部讯息的主要感觉，早期视觉能力评估是测量儿童发展是否迟滞的敏感指标 (Strand-Brodd et al., 2011)。大量研究发现，ASD 者存在着视觉感知障碍 (叶家涛, 陈顺森, 王文强, 2014)。行为感知很大程度上依赖于对物体运动变化的感知能力，因此，对运动信息的视觉加工一旦受损，将严重妨碍 ASD 动作感知觉的适宜发展 (Von Hofsten, Uhlig, Adell, & Kochukhova, 2009)，这对于 ASD 的动作学习和模仿、社会行为互动等能力的发展更加不利。

通常，人类在出生后的最初几个月里就具有平滑追踪运动物体的能力，且这种能力会伴随童年期和青少年期的发展而不断提高 (Luna, Velanova, & Geier, 2008)。Von Hofsten 和 Rosander (1997) 指出，新生儿的视觉追踪方式主要为眼跳，到了 6~8 周，开始发展出追踪物体的能力，等到 4~5 个月大时，孩子的平滑追踪能力甚至能达到成人的水平。但有关 ASD 的平滑追踪眼动的研究却显示，ASD 的平滑追踪能力的发展似乎并不那么顺利。早期研究发现很难诱使自闭症被试产生平滑追踪反应，他们的视觉追踪存在缺陷 (Rosenhall, Johansson, &

Gillberg., 1988; Scharre & Creedon, 1992)。此后 Kemner, Jn, Verbaten 和 Van (2004) 也发现，与正常被试组相比，包括自闭症者在内的广泛性发展障碍 (*pervasive developmental disorders*, PDD) 被试明显表现出平滑追踪眼动的不足。ASD 儿童在视觉追踪运动刺激时存在缺陷 (马玉, 张学民, 张盈利, 魏柳青, 2013)，他们对连贯持续的视觉运动不太敏感 (Kaiser & Shiffrar, 2009; Simmons et al., 2009)，平滑追踪移动物体时出现困难 (Bertone, Mottron, Jelenic, & Faubert, 2003; Takarae, Minshew, Luna, Lrisky, & Sweeney, 2004)。

然而，也有研究者在考察 ASD 儿童的平滑追踪眼动时，并没有找到足够的证据证明 ASD 儿童存在运动知觉缺陷，相反，他们发现 ASD 儿童在追踪正弦运动目标时拥有和正常儿童一样高的速度增益，更不存在明显的追踪滞后问题 (Von Hofsten et al., 2009)。Aitkin, Santos 和 Kowler (2013) 还通过在物体运动路径中设置障碍物来探究高功能自闭症 (*high functioning autism*, HFA) 的预测性平滑追踪眼动，结果发现，在相同速度下高功能 ASD 与控制组对物体的运动方向表现出了同样强烈的预期，且这种预期仅发生在最初的线索提示下，而与后面重复试次的练习无关。这似乎表明，至少部分 ASD 者在视觉追踪运动物体的过程中，尚存有完整的预测能力。还有研究发现，ASD 者在变化亮度形成局部运动的视觉注意加工与常人无异 (Bertone et al., 2003)，他们对一些整体运动追踪的加工也不存在明显缺陷 (Jones et al., 2011)。

由此可见，ASD 的视觉运动追踪缺陷尚未形成统一论，但大部分研究者倾向于认为 ASD 者平滑追踪眼动的发展欠成熟，他们的视觉感知阈限较高，对物体运动感知不敏感 (Annaz et al., 2010; Koldewyn, Whitney, & Rivera, 2008)，在运动追踪过程中对动态信息的视觉加工也与普通人大有不同。

### 1.3 问题提出

弱中央统合 (*weak central coherence*) 理论认为, ASD 者对信息的整合性相对较弱 (Kwakye, Fossfeig, Cascio, Stone, & Wallace, 2011), 表现出注意细节加工, 知觉和记忆刺激的各种特征, 而忽略整体意义或情境的意义。那么, 来自目标特征 (如目标速度、运动振幅等) 的变化很有可能导致 ASD 儿童对追踪产生不适应而受到影响, 这可能带来以往研究结果不同的原因。因此, 通过操作目标刺激的运动特征, 可探索这些特征对 ASD 儿童的平滑追踪眼动的影响。

由于 HFA 被试的智商和认知能力相对较高, 较好配合实验任务, 因而以往对 ASD 平滑追踪眼动的结果都来自 HFA 被试, 没有典型自闭症儿童的数据。然而, 从 HFA 被试所获得的数据并不能直接推论所有 ASD 群体, 尤其是典型自闭症者的情况。由于平滑追踪眼动受动态刺激的驱使启动, 并不需要被试对平滑追踪任务进行认知理解, 因此, 可以通过呈现某种周期性运动的简单视觉刺激, 来观察典型自闭症者平滑追踪眼动行为。本研究选择振荡刺激, 通过设置不同速度、振幅的运动小球, 考察目标运动特征对 ASD 儿童平滑追踪的影响。

目标运动特征的变化包含了大量的动态信息, 由于 ASD 儿童对动态信息的整合能力较弱 (Kwakye et al., 2011), 且存在特定的注意加工困难 (Dawson & Lewy, 1989), 根据以往研究结果及眼动实验所观察到的现象, 本研究假设认为典型自闭症儿童的平滑追踪眼动将存在明显的不足, 目标刺激的运动振幅、速度变化对 ASD 儿童的平滑追踪产生影响, 表现为振幅越大, 速度越大时, ASD 儿童的追踪表现越差。

## 2 研究方法

### 2.1 被试

从福建省某自闭症学校招募典型自闭症儿童 25 名为 ASD 组, 因其中 7 名 ASD 儿童在实验过程中出现情绪躁动和哭闹行为, 无法配合完成实验, 最终有效被试 18 名, 其中男孩 15 名, 女孩 3 名, 年龄介于 3-5 岁 ( $3.78 \pm 0.81$  岁)。所有被试经过儿童医院临床诊断为 ASD 谱系障碍, 并排除其他器质性疾病。儿科医生根据《儿童自闭症评定量表》 (*childhood autism rating scale*, CARS; Schopler, Reichler, & Renner, 1988) 进行评定, 被试分数均大于 30 分。实验前取得家长与学校的知情同意权,

组织家长统一填写《儿童自闭症行为量表》 (*autism behavior checklist*, ABC; Krug, Arick, & Almond, 1993), 被试分数在诊断范围之内 (53~95 分)。

从福建省某幼儿园招募 18 名与 ASD 儿童性别、生理年龄相匹配的正常儿童 (*typically developing*, TD), 其中男孩 14 名, 女孩 4 名, 年龄介于 3-5 岁 ( $M=3.89$ ,  $SD=0.68$ ), 通过与班主任访谈, 排除生理疾病、精神疾病及发展障碍史。两组被试视力正常或矫正视力正常。因低龄典型自闭症儿童言语和理解能力不足, 无法对其进行言语或非言语智力测验, 故本实验中未对两组儿童进行智力匹配。

### 2.2 仪器

使用 Tobii 120 眼动仪及其软件包记录每位被试的眼动数据, 眼动仪与一台戴尔 inspiron 电脑连接并由其控制, 眼动追踪屏幕分辨率为  $1024 \times 768$  像素。该眼动系统可追踪双眼, 评价准确性为 0.5 水平, 取样率为 120 赫兹, 借助看屏幕上一个红色跳动的小球运动来对每位被试双眼进行 5 点校准。

### 2.3 实验材料

正弦曲线是平滑追踪眼动研究中常用的一种轨迹 (Jean-Jacques, Bennett, Philippe, & Barnes, 2006)。实验材料包括 6 段正弦曲线的振荡刺激视频, 每段视频只含一个目标刺激。目标刺激为一个半径 15 像素的黑色小球, 小球初始位置离屏幕左起 213 像素, 距屏幕上下边沿等距; 运动终点距屏幕右边 213 像素, 距屏幕上下等距。视频包括三个阶段: (1) 小球在初始位置静止 2s; (2) 小球在白色背景的屏幕上做正弦曲线轨迹运动, 轨迹水平方向距离 600 像素; (3) 小球在运动终点静止 1s。小球的运动包括: 水平方向为从左至右的匀速直线运动, 运动速度设定为:  $1.5^\circ/s$ 、 $3^\circ/s$ 、 $4.5^\circ/s$  等三种; 垂直方向做周期性的间歇运动, 运动最远端距水平方向轨迹的距离为小球轨迹的垂直振幅, 振幅分为: 小振幅 50 像素、大振幅 150 像素两种。垂直方向速度受轨迹和水平速度制约, 一共做三个周期的完整运动。根据  $2 \times 3$  (垂直振幅)  $\times 3$  (水平速度) 共制作包含 6 种条件的 6 段小球运动视频。

采用 Matlab2010a 编写脚本运行生成小球运动正弦轨迹图, 通过 Adobe Flash Professional CS6 制作运动视频, 小球依据上述轨迹图运动, 但视频中并不显示图 2 中的虚线轨迹。经视频转换工具将 Flash CS6 制作的 swf 动画, 转换为 Tobii 支持的 avi 格式, 导入 Tobii Studio 中进行随机呈现。

### 2.4 实验设计



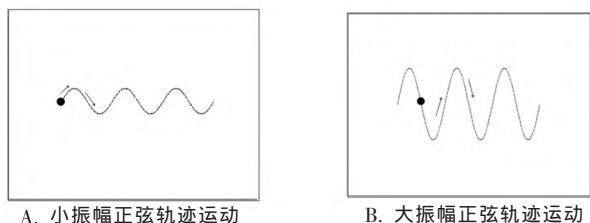


图2 小球做两种振幅正弦轨迹运动示例

注: 虚线代表运动正弦轨迹, 实验过程不呈现。

采用 2 (被试类型: ASD 儿童、TD 儿童)  $\times$  2 (垂直振幅: 50 像素、150 像素)  $\times$  3 (水平速度: 1.5°/s、3°/s、4.5°/s) 三因素混合设计。被试类型为组间变量, 小球振幅、水平速度为组内变量。

### 2.5 实验程序

整个实验在自闭症学校或幼儿园安静、敞亮、舒适的环境中进行。主试 2 名, 1 名控制电脑, 不干扰观看行为; 1 名负责说明和解释实验过程。考虑到 ASD 儿童的特殊性, 另增加被试家长或机构教师进行辅助, 实验采取个别施测的方法。

实验过程: (1) 校准。请被试坐在椅子上, 使其眼睛距显示器屏幕 60cm 左右, 保持头部不动, 对双眼进行 5 点校准。(2) 被试观看视频。指导语: “请观看屏幕上小球的运动”。实验中 6 段视频间隔且随机呈现。每段视频结束时呈现 2s 黑屏, 然后进入下一段视频。(3) 被试观看小球运动期间, 不要求其进行决定或判断。眼动仪自动记录被试在这个过程中的眼动指标。(4) 整个实验用时 2 分钟左右。

### 2.6 分析指标

采用位置误差为分析指标。计算被试在追踪过程中眼睛扫视点与小球运动位置的累积位置误差, 得到每个条件的均方根误差 (*root-mean-square error*, RMSE), 该指标可用来评定被试追踪轨迹和目标运动轨迹的吻合度, RMSE 越大, 表示吻合度越差, 即眼睛扫视点与目标运动轨迹的偏离程度越大。

通过 Tobii Studio 分析软件将所有被试全程追踪小球运动的原始扫视的坐标点导出, 凡是视频中被试屏幕外扫视点数超 50% 的将其视为追踪无效条件剔除。使用 Matlab 脚本统一计算各 RMSE。RMSE 表达式为:

$$RMSE = [\sum di^2/n]^{1/2} \quad (1)$$

$$di = [(xi - x_{0i})^2 + (yi - y_{0i})^2]^{1/2} \quad (2)$$

表达式 (1) 和 (2) 中的  $di$  为某次测量扫视点

到目标中心的距离,  $n$  为测量次数。将电脑屏幕看作一个平面直角坐标系, 最左上角为坐标系原点 (0, 0),  $x$  轴方向向右,  $y$  轴方向向下。如果某次测量时注视点的位置在屏幕中的坐标为  $(xi, yi)$ , 对应此时刻目标中心的坐标  $(x_{0i}, y_{0i})$ , 那么表达式 (2) 则计算得到了两点间的距离  $di$ 。表达式 (1) 求的 RMSE 是所有追踪时刻注视偏差平方的和, 再求平均并开方得到的值 (Bylisma & Pivik, 1989)。

### 2.7 数据处理

运用 Matlab 编程计算得出 RMSE 值, 采用软件 Excel 2013 与 SPSS 19.0 对所有数值进行整理与分析。

## 3 结果

### 3.1 两组儿童追踪小球的整体情况

选取每段视频小球运动过程中被试眼动追踪的数据, 即剔除掉小球运动开始前静止的 2s, 以及运动结束后 1s 的数据, 得到两组儿童在追踪不同运动特征小球时的眼动数据。

图 3 是两组被试对不同垂直振幅、水平速度目标刺激的追踪热点图, 从中可直观发现, ASD 组儿童与 TD 组儿童一样能够对任务中的目标刺激进行平滑眼动追踪, 但 ASD 儿童有更多明显的注意脱落, 尤其是在小振幅的 3 种水平速度条件下, 这可能带来更大的位置误差。

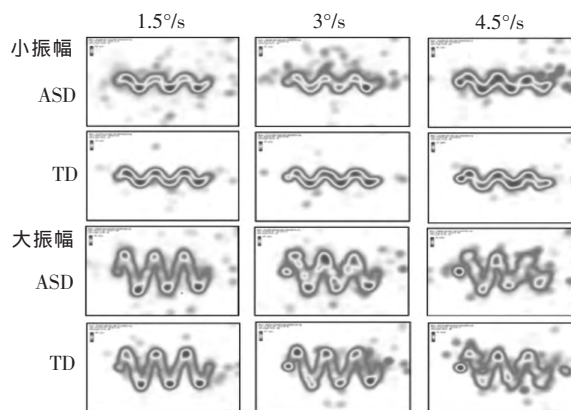


图3 两组被试对目标刺激的追踪热点

### 3.2 两组儿童追踪小球的位置误差

通过 Matlab 编程计算得出, 两组儿童对 2 种垂直振幅、3 种水平速度下小球的全程追踪 RMSE 值, 结果见表 1。

重复测量方差分析结果显示, 被试类型主效应显著,  $F(1,34) = 21.810$ ,  $p < 0.01$ ,  $\eta^2 = 0.391$ , 即 ASD 组追踪小球的位置误差显著大于正常组。垂直振幅主效应不显著,  $F(1,34) = 0.374$ ,  $p > 0.05$ ,  $\eta^2 =$

表 1 两组儿童追踪小球的 RMSE 值

		ASD 组		TD 组	
		M	SD	M	SD
小振幅 (50 像素)	1.5°/s	92.54	36.01	36.46	19.71
	3°/s	94.82	61.32	48.64	37.14
	4.5°/s	101.92	49.47	50.63	25.93
大振幅 (150 像素)	1.5°/s	73.58	38.69	50.11	20.23
	3°/s	78.55	28.99	63.10	37.42
	4.5°/s	94.39	28.80	83.18	30.42

0.011。水平速度主效应显著,  $F(2,68) = 7.050$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta^2 = 0.172$ , 即随着小球水平速度加快, 被试追踪小球的位置误差增大, 经事后比较发现, 被试追踪水平速度 1.5°/s 的小球时, 位置误差显著小于速度 4.5°/s 的小球 ( $p < 0.05$ ), 追踪水平速度 3°/s 的小球位置误差虽小于 4.5°/s 的小球, 但差异只达边缘显著水平 ( $p = 0.051$ ), 追踪水平速度 1.5°/s 和 3°/s 差异不显著 ( $p > 0.05$ )。但水平速度与被试类型交互作用不显著,  $F(2,68) = 0.476$ ,  $p > 0.05$ ,  $\eta^2 = 0.014$ 。

垂直振幅与被试类型交互作用显著,  $F(1,34) = 12.470$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta^2 = 0.268$ , 简单效应分析显示, TD 组儿童追踪小振幅条件下的位置误差显著小于大振幅条件,  $F(1,34) = 8.581$ ,  $p < 0.01$ ,  $\eta^2 = 0.202$ , 而 ASD 组儿童则表现相反, 他们追踪小振幅条件下的小球位置误差却显著大于大振幅条件,  $F(1,34) = 4.264$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta^2 = 0.111$ 。而小球振幅与运动速度交互作用不显著,  $F(2,68) = 1.338$ ,  $p > 0.05$ ,  $\eta^2 = 0.038$ 。小球振幅、运动速度与被试类型三阶交互作用也不显著,  $F(2,68) = 0.119$ ,  $p > 0.05$ ,  $\eta^2 = 0.003$  (见图 4)。

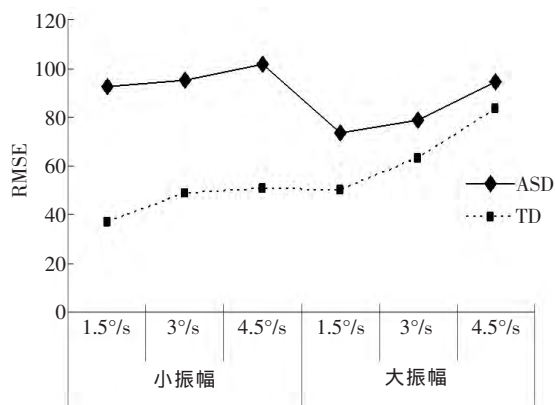


图 4 两组儿童追踪不同振幅、速度目标刺激的位置误差

## 4 讨论

### 4.1 ASD 儿童平滑追踪过程中的持续性注意

视觉注意控制是自下而上的目标驱动加工过程, 人眼启动平滑追踪系统来跟踪眼前的运动物体时, 首先需要将视觉注意分配在该物体上 (Wild, 2010)。持续的注意有助于维持平稳追随移动的物体, 平滑追踪眼动作为一种自发的眼睛运动, 在追踪移动目标时必然要伴随视觉注意的持续卷入, 眼动追踪才能够持续适应和保持精准 (Chen, Holzman, & Nakayama, 2002)。本研究采用正弦曲线振荡刺激的平滑追踪任务范式中, 当小球运动到最高或最低点的两端时, 垂直方向加速度为 0, 同时该方向的分速度也为 0, 此时合速度是最小的, 而小球运动到两点间的水平中间位置时速度达到最大。从眼动热点图可见, ASD 组与 TD 组同样表现出与之相符的眼动追踪模式, 当小球运动至两端时, 儿童的注视时间较长, 而当小球速度加快时, 注视时间随之变短, 这说明 ASD 组与正常儿童一样, 也能够一定程度上启动视觉注意控制完成自下而上的平滑追踪任务。但总体上, 不论是哪种条件, ASD 组儿童平滑追踪目标刺激的 RMSE 都显著大于正常儿童, 其眼动轨迹都不如 TD 组儿童的追踪表现平滑均匀, 他们的平滑追踪眼动存在明显不足, 这与 Takarae 等人 (2004) 的研究结果是一致的。ASD 组追踪中出现偏离目标运动轨迹的注视点更多, 且扫视点分布呈现以轨迹为中心向周围散射的趋势, 全程追踪 RMSE 值也显示 ASD 组对目标刺激的持续性注意不如 TD 组, 这与 Chien 等人 (2014) 的研究结果是一致的。

### 4.2 刺激特征对 ASD 儿童平滑追踪的影响

通常情况下, 目标运行轨迹振幅的大小, 直接影响了人眼上下追随的启动状态, 振幅越大, 意味着眼球追随目标上下跳动的范围更大, 追踪难度也更大。正常人在追踪小振幅运动时, 维持着较小的眼睛与目标位置误差, 能够较为轻松地完成追踪任务; 而在大振幅条件下, 由于小球运动方向、速度的变化, 维持小球的平滑追踪更加困难。本研究中正常儿童对不同振幅目标刺激的追踪眼动符合这样的模式, 然而, ASD 儿童恰好相反, 表现出追踪大振幅目标时的比小振幅目标更好的倾向。这很可能是由于小振幅运动速度变化较小, 运行平缓, 不能够很好地吸引 ASD 儿童的注意, 使得他们在追踪过程中无法维持对目标的注意; 当小球运动振幅变大时, 目标上下波动的明显变化可能调动起 ASD 儿童的兴趣, 促使其在视觉运动追踪过程中上投入更多注意资源, 从而提高了平滑追踪的成绩。

已有基于反应时的研究发现, 当目标运动速度增大时, 需要投入更多的注意以实现更加精准的追踪 (Van Donkelaar & Drew, 2002), 目标速度加快实质上增加了追踪的难度。本研究采用的正弦曲线平滑追踪任务中, 小球整体速度由水平和垂直两个方向复合而成, 水平方向的匀速运动设置了三个水平, 小球运动速度越快, 捕获越困难。我们发现, 不论哪一水平速度条件下, ASD 儿童追踪目标的位置误差都显著大于 TD 组儿童, 但两组儿童对目标追踪的位置误差都表现出随水平速度加快而显著扩大的倾向。

众多研究认为 ASD 者的动态注意 (*dynamic attention*) 可能存在障碍 (Amirault et al., 2009; Kwakye et al., 2011; Nakano, Ota, Kato, & Kitazawa, 2013; Foss-Feig et al., 2010; Groen et al., 2009)。但 Koldewyn, Weigelt, Kanwisher 和 Jiang (2013) 研究发现 ASD 儿童对目标的追踪不随速度变化而变化, 因而认为 ASD 者不存在动态注意缺陷, 认为 ASD 儿童在多目标追踪任务中暴露的是注意分配的问题而非选择注意上的缺陷, ASD 儿童也许并不存在连贯的运动感知觉缺陷, 其动态注意加工能力尚好 (Koldewyn et al., 2013)。然而, 本研究结果显示, ASD 儿童追踪模式与 TD 儿童相近, 目标运动速度越快, 其追踪效果越差。

## 5 结论

本研究得出如下结论: (1) ASD 组儿童平滑追踪目标刺激的位置误差显著大于正常儿童, 其追踪目标的眼动轨迹不如正常组儿童平滑均匀, 平滑追踪眼动存在明显不足。(2) 正常儿童追踪目标刺激大振幅运行的位置误差显著大于小振幅运行条件, 但 ASD 儿童却与之相反。(3) 与正常儿童一样, 目标刺激运行速度越快, ASD 儿童平滑追踪的位置误差越大。

## 参 考 文 献

- 陈婷婷, 蒋长好, 丁锦红. (2012). 视觉运动追踪的加工过程. *心理科学进展*, 20 (3), 354-364.
- 马玉, 张学民, 张盈利, 魏柳青. (2013). 自闭症儿童视觉动态信息的注意加工特点——来自多目标追踪任务的证据. *心理发展与教育*, 29 (6), 571-577.
- 叶家涛, 陈顺森, 王文强. (2014). 自闭症谱系障碍者的感觉特点及诊断价值分析. *牡丹江师范学院学报: 哲学社会科学版*, (1), 131-133.
- Aitkin, C. D., Santos, E. M., & Kowler, E. (2013). Anticipatory smooth eye movements in autism spectrum disorder. *PLoS One*, 8 (12), e83230.
- Amirault, M., Etchegoyhen, K., Delord, S., Mendizabal, S., Kraushaar, C., Hesling, I., Allard, M., Bouvard, M., & Mayo, W. (2009). Alteration of attentional blink in high functioning autism: A pilot study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39 (11), 1522-1528.
- Annaz, D., Remington, A., Milne, E., Coleman, M., Campbell, R., Thomas, M. S., & Swettenham, J. (2010). Development of motion processing in children with autism. *Developmental Science*, 13 (6), 826-838.
- Bertone, A., Mottron, L., Jelenic, P., & Faubert, J. (2003). Motion perception in autism: A "complex" issue. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15 (2), 218-225.
- Bylsma, F. W., & Pivik, R. T. (1989). The effects of background illumination and stimulant medication on smooth pursuit eye movements of hyperactive children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 17 (17), 73-90.
- Chen, Y., Holzman, P. S., & Nakayama, K. (2002). Visual and cognitive control of attention in smooth pursuit. *Progress in Brain Research*, 140, 255-265.
- Chien, Y. L., Gau, S. F., Chiu, Y. N., Tsai, W. C., Shang, C. Y., & Wu, Y. Y. (2014). Impaired sustained attention, focused attention, and vigilance in youths with autistic disorder and Asperger's disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8 (7), 881-889.
- Dawson, G., & Lewy, A. (1989). Arousal, attention, and the socioemotional impairments of individuals with autism. *Autism Nature Diagnosis & Treatment*, 43 (September), i-xxvi.
- Foss-Feig, J. H., Kwakye, L. D., Cascio, C. J., Burnette, C. P., Kadi-var, H., Stone, W. L., & Wallace, M. T. (2010). An extended multisensory temporal binding window in autism spectrum disorders. *Experimental Brain Research*, 203 (2), 381-389.
- Groen, W. B., Orsouw, L. V., Huurne, N. T., Swinkels, S., Gaag, R. J. V. D., Buitelaar, J. K., & Zwiers, M. P. (2009). Intact spectral but abnormal temporal processing of auditory stimuli in autism. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 39 (5), 742-750.
- Iacono, W. G., & Lykken, D. T. (1979). Electro-oculographic recording and scoring of smooth pursuit and saccadic eye tracking: A parametric study using monozygotic twins. *Psychophysiology*, 16 (2), 94-107.
- Jean-Jacques, O. D. X., Bennett, S. J., Philippe, L., & Barnes, G. R. (2006). Evidence for synergy between saccades and smooth pursuit during transient target disappearance. *Journal of Neuro-*

- physiology*, 95 (1) , 418–427.
- Jones, C. R. G., Swettenham, J., Charman, T., Marsden, A. J. S., Tregay, J., Baird, G., Simonoff, E., & Happé, F. (2011) . No evidence for a fundamental visual motion processing deficit in adolescents with autism spectrum disorders. *Autism Research Official Journal of the International Society for Autism Research*, 4 (5) , 347–357.
- Kaiser, M. D., & Shiffrar, M. (2009) . The visual perception of motion by observers with autism spectrum disorders: A review and synthesis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16 (5) , 761–777.
- Kemner, C., Jn, V. D. G., Verbaten, M. N., & Van, E. H. (2004) . In search of neurophysiological markers of pervasive developmental disorders: smooth pursuit eye movements?. *Journal of Neural Transmission*, 111 (12) , 1617–1626.
- Koldewyn, K., Weigelt, S., Kanwisher, N., & Jiang, Y. (2013) . Multiple Object Tracking in Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 43 (6) , 1394–1405.
- Koldewyn, K., Whitney, D., & Rivera, S. (2008) . Neural bases of visual motion perception deficits in autism. *Journal of Vision*, 8 (6) , 677–677.
- Krug D, Arick J, Almond P. (1993) . *Autism behavior checklist-ABC*. In: Krug D A, Arick J, Almond P. (1993) . *Autism screening instrument for educational planning-ASIEP-2*. Austin, Texas: PRO-ED.
- Kwaky, L. D., Fossfeig, J. H., Cascio, C. J., Stone, W. L., & Wallace, M. T. (2011) . Altered auditory and multisensory temporal processing in autism spectrum disorders. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 4, 129.
- Leigh, R. J., & Zee, D. S. (2015) . *The neurology of eye movements (5 ed.)* . Oxford University Press.
- Lencer, R. & Trillenberg, P. (2008) . Neurophysiology and neuroanatomy of smooth pursuit in humans. *Brain and Cognition*, 68 (3) , 219–228.
- Luna, B., Velanova, K., & Geier, C. F. (2008) . Development of eye-movement control. *Brain and Cognition*, 68 (3) , 293–308.
- McDowell, J. E., Clementz, B. A., & Sweeney, J. A. (2011) . Eye movements in psychiatric patients. In: S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist, & S. Everling (Eds.) , *The oxford handbook of eye movements* (pp. 687–708) , New York, United States: Oxford University Press Inc.
- Nakano, T., Ota, H., Kato, N., & Kitazawa, S. (2013) . Deficit in visual temporal integration in autism spectrum disorders. *Proceedings Biological Sciences*, 13 (9) , 850–850.
- Rosenhall, U., Johansson, E., & Gillberg, C. (1988) . Oculomotor findings in autistic children. *The Journal of Laryngology & Otolaryngology*, 102 (05) , 435–439.
- Scharre, J. E., & Creedon, M. P. (1992) . Assessment of visual function in autistic children. *Optometry & Vision Science Official Publication of the American Academy of Optometry*, 69 (6) , 433.
- Schopler, E. C., Reichler, R., & Renner, B. (1988) . *The childhood autism rating scale (CARS)* . Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Simmons, D. R., Robertson, A. E., McKay, L. S., Toal, E., McAleer, P., & Pollick, F. E. (2009) . Vision in autism spectrum disorders. *Vision Research*, 49, 2705–2739.
- Spering, M. & Gegenfurtner, K. R. (2008) . Contextual effects on motion perception and smooth pursuit eye movements. *Brain Research*, 1225 (4) , 76–85.
- Strand-Brodd, K., Ewald, U., Grönqvist, H., Holmström, G., Strömberg, B., Grönqvist, E., von Hofsten, C., & Rosander, K. (2011) . Development of smooth pursuit eye movements in very preterm infants: 1. General aspects. *Acta Paediatrica*, 100 (7) , 983–991.
- Takarae, Y., Minshew, N. J., Luna, B., Krisky, C. M., & Sweeney, J. A. (2004) . Pursuit eye movement deficits in autism. *Brain*, 127 (12) , 2584–2594.
- Van Donkelaar, P., & Drew, A. S. (2002) . The allocation of attention during smooth pursuit eye movements. *Progress in Brain Research*, 140, 267–277.
- Von Hofsten, C., & Rosander, K. (1997) . Development of smooth pursuit tracking in young infants. *Vision Research*, 37 (13) , 1799–1810.
- Von Hofsten, C., Uhlig, H., Adell, M., & Kochukhova, O. (2009) . How children with autism look at events. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 3 (2) , 556–569.
- Wild, K. (2010) . *Goals, imitation, and visuomotor integration in autism spectrum disorder*. University of Manchester.
- Xivry, J. J. O. D., & Lefèvre, P. (2007) . Saccades and pursuit: Two outcomes of a single sensorimotor process. *Journal of Physiology*, 584 (1) , 11–23.



## Motion Features of Target Stimuli Modulate Smooth Pursuit Eye Movement of Children with Autism Spectrum Disorder

Chen Shunsen<sup>1</sup>, Lin Caiyun<sup>1,2</sup>, Ren Jie<sup>1</sup>

(1 College of education science, Minnan Normal University, Zhangzhou, Fujian, 363000; 2 Tianhe College Of Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou, Guangdong, 510540)

### Abstract

We adopted 18 Autism Spectrum Disordered (ASD) children aged 3–5 and 18 matched typical developing (TD) children, collecting their eye movement data during watching a video of one single stimulus moving along sinusoidal path with different vertical amplitudes and horizontal velocity, to explore the influence of motion features on smooth pursuit eye movements (SPEM) in subjects. Results indicated that: 1) In ASD group, the deviations of tracking between positions of fixation points and their corresponding targets were significantly higher than the ones in the TD groups, which indicated their eye movement showed less uniform and less smooth trajectory, and it revealed pursuit deficits in ASD. 2) Tracking with small amplitude motion was much better than large amplitude motion in TD children, but ASD children just on the contrary. 3) With the target's speeding up, both groups' tracking performance decreased indicated by a larger position deviation. This research summarizes that children with autism have some certain types of defects in SPEM, such as tracking small amplitude motion target.

**Key words** Autism Spectrum Disorder, smooth pursuit eye movements, position deviation.