

# 面部表情对孤独症谱系障碍个体注视追随的影响\*

王磊<sup>1\*\*</sup> 祝欣月<sup>2</sup> 刘春玲<sup>3\*\*\*</sup>

(1. 南京特殊教育师范学院特殊教育学院, 南京, 210038;

2. 苏州高博职业学院医学与公共服务学院, 苏州, 215163;

3. 华东师范大学教育学部, 上海, 200062)

**摘要** 注视追随对人际交往的顺利开展和个体一系列高级认知能力的发展至关重要。作为一类核心技能, 注视追随往往受到面部表情的调节。现有研究采用目标刺激定位的空间线索任务进行, 结果发现, 面部表情对典型发育个体注视追随的影响受到实验材料呈现方式的调节, 而孤独症谱系障碍 (autism spectrum disorder, ASD) 个体的注视追随不管在任何呈现方式下均不受他人面部表情的影响, 这可能是由于 ASD 个体先天的皮下通路过度激活而后天形成的皮层通路发展异常所致。未来研究应关注线索-目标时间间隔、性别因素在面部表情调节作用中的影响, 开展多模态神经影像学技术, 综合探究面部表情对 ASD 个体注视追随影响的神经机制。教育实践应加强 ASD 个体对情绪面孔注视追随能力的提升, 深化 ASD 个体对面部情绪和注视线索社会性含义的理解。

**关键词** 孤独症谱系障碍 注视追随 面部表情 皮下通路 皮层通路

**分类号** G760

## 1 引言

孤独症谱系障碍 (autism spectrum disorder, ASD) 是一类发生于婴幼儿时期, 持续表现出社交缺陷和重复性刻板行为的神经发育性障碍<sup>[1]</sup>。近年来, 其不断攀升的发病率以及随年龄增长越发凸显的社交问题, 给 ASD 个体的家庭及其社会带来了巨大的压力, 也让 ASD 个体发生机制的探究成为国内外研究的重要议题。注视追随作为人际交往过程中一项重要的能力, 在 ASD 发生机制的相关研究中备受关注。注视追随 (gaze following) 是指个体在注意到他人看向某个方向时, 自动追随他人目光, 将自身的注意投至与他人相同注视方位的心理过程<sup>[2]</sup>。在这一过程中, 个体逐渐理解他人的注视方向是其注意焦点、行为意图的重要反映<sup>[3]</sup>, 也开始习得被注视方向/物体的词语<sup>[4]</sup>。因此, 注视追随被看作是个体言语习得、心理理论及社交技能发展的重要基础<sup>[5]</sup>。而这一方面能力的损伤被视为 ASD 个体患有社交缺陷的核心因素<sup>[6]</sup>。

大量研究指出, ASD 个体的注视追随能力存在损伤。行为层面, ASD 个体在任务中很少回应他人的注

视线索, 注视追随的发生频次明显低于典型发育 (typically developing, TD) 个体<sup>[7]</sup>; 在注视追随的过程中, 不同于 TD 个体, ASD 个体很少受到目标物体属性的影响, 其注视追随缺乏社会性背景的促进效应<sup>[8]</sup>; 此外, 部分研究者将个体对目标物体的注视时长作为个体对他人注视线索指向含义理解力的指标, 结果发现, ASD 个体对目标物的注视时长小于 TD 个体<sup>[9]</sup>。神经层面, ASD 个体的颞上沟、杏仁核、前扣带回等社会性信息加工脑区在注视追随任务中激活程度明显弱于 TD 个体<sup>[10]</sup>, 且各脑区之间的功能性连接在选用不同实验材料的任务中表现出过度激活或激活不足等特点<sup>[11]</sup>。ASD 个体这种受损的注视追随能力可能与异常的情感加工有关<sup>[12]</sup>。

注视追随作为一种具有分享性质的沟通行为, 其情感必然与之同时发生<sup>[13]</sup>。面部表情作为情感表达的重要载体, 在日常生活中往往与个体的注视线索同时出现, 并影响个体的注视追随, 如相对于中性面孔, 恐惧面孔属于高度自我相关性线索<sup>[14]</sup>。当注意到他人持有恐惧情绪看向一侧时, 个体往往会更迅速地跟随他人的注视线索, 完成对目标刺激的快速定向<sup>[15]</sup>。

\* 本研究为 2023 年江苏省社会科学一般项目“新时代融合教育高质量发展指标体系构建研究”(项目批准号: 23JYB017)、2023 年江苏省教育科学规划重点课题“融合教育高质量发展背景下孤独症儿童课堂有效参与研究”(项目批准号: B/2023/04/04) 的阶段性成果。

\*\* 王磊, 博士, 副教授, 研究方向: 孤独症谱系障碍儿童社会认知。E-mail: 15771992191@163.com。

\*\*\* 通讯作者: 刘春玲, 博士, 教授, 研究方向: 特殊儿童发展与教育。E-mail: cliu@spe.ecnu.edu.cn。

这种结合他人面部表情完成注视追随的行为,一方面能够更全面地推测他人的心理意图和目标行为,助力后续社会交往的顺利开展,另一方面能够快速判断目标刺激的危险属性,进而做出规避或趋近的决策<sup>[16]</sup>。但不同于 TD 个体,ASD 个体存在面部表情加工缺陷。他们难以准确识别他人的面部表情<sup>[17]</sup>,部分脑区在加工情绪面孔,尤其是恐惧面孔时,激活异常<sup>[18]</sup>。那么,当面部表情和注视线索同时呈现时,ASD 个体是否会因为面部表情加工缺陷而影响对情绪面孔下注视线索的正常追随呢?为此,本文首先概述了面部表情对 ASD 个体注视追随影响的任务范式,随后对该主题下的行为表现以及潜在的神经机制进行梳理,旨在揭示面部表情对 ASD 个体注视追随的影响,为诠释 ASD 个体社交障碍的发生机制提供思路。

## 2 面部表情对 ASD 个体注视追随影响的研究范式

研究者通常采用空间线索研究范式,考察面部表情对 ASD 个体注视追随的影响。该任务流程是,首先,在线索阶段,向被试的中央视野内呈现情绪化的注视方向(斜视的情绪面孔),在间隔一段时间后,呈现目标刺激,要求被试通过按键的方式完成目标任务。其中,线索阶段呈现的面部表情又称为情绪线索,他人的注视方向又称为注视线索。目标刺激的位置可能出现在注视线索的同侧(一致条件),亦可能出现在异侧(不一致条件)。若被试在不一致条件下的正确反应时大于一致条件,表明个体发生了注视线索效应(the gaze-cueing effect)。该效应是反映注视追随的重要指标<sup>[19]</sup>,其具体的差值,即注视线索效应量,是衡量注视线索作用大小的量化指标。如果个体对情绪面孔下的注视线索效应量与中性面孔下的注视线索效应量存在差异,则表明个体的注视追随受到他人面部表情的影响。

空间线索任务范式的目标任务包括目标刺激探测、定位以及分类等。其中,面部表情对注视线索效应的调节作用常发生于目标刺激定位任务<sup>[20]</sup>,这可能与三类任务的认知负荷有关。目标刺激探测任务的认知负荷最低,被试仅需要记忆一个目标刺激和一个按键;目标刺激定位任务的认知负荷中等,被试需要记忆一个目标刺激和两个按键以及目标刺激与按键位置之间的对应关系;目标刺激分类任务的认知负荷最高,被试需要记忆两个目标刺激和两个按键以及目标刺激与按键位置之间的对应关系。随着以上三类任务认知负荷的增加,被试分配到整合他人面部表情和注视线索的认知资源相应减少。所以,个体在认知负荷最高的目标刺激分类任务中,因分配到整合他人面部表情

和注视线索的认知资源较少,从而难以表现出注视线索效应受到他人面部表情调节的特点<sup>[21]</sup>。同时,面部表情对注视线索效应调节作用的发挥需要依赖一定程度的认知资源,过高的认知资源反而不利于面部表情与注视线索的整合。因此,目标刺激探测任务因认知负荷过低,致使面部表情调节作用难以发挥<sup>[22]</sup>。为全面揭示面部表情对 ASD 个体注视追随的影响,研究者采用目标刺激定位的空间线索任务开展了广泛的研究。

该任务的内在逻辑是,如果被试发生了注视追随,那么在一致条件下,因注视线索对目标刺激位置具有提示作用,被试仅需要依据注视线索的提示,便能够快速地完成对目标刺激的定向,因此,对目标刺激的反应较快。而在不一致条件下,个体需先从无效刺激引导的位置上完成注意解离,重新定向目标刺激,因此,对目标刺激的反应较慢<sup>[23]</sup>。面部表情对注视线索效应调节作用的发挥一方面可能是他人的面部表情加速了被试对一致条件下目标刺激的探测速度,从而使得个体对一致条件下目标刺激探测的反应时减少;另一方面可能是他人的面部表情加剧了被试对不一致条件下完成注意解离的难度,从而使得个体对不一致条件下目标刺激探测的反应时增加<sup>[24]</sup>。以上两种情况最终导致情绪面孔下的注视线索效应量增加。

## 3 面部表情对 ASD 个体注视追随影响的行为表现

面部表情和注视线索的呈现顺序是影响面部表情对注视追随调节作用是否产生的重要因素<sup>[25]</sup>。围绕面部表情对 ASD 个体注视追随影响的研究,依据两类信息呈现顺序,分为同时呈现和继时呈现两类。

### 3.1 面部表情和注视线索同时呈现条件

采用面部表情和注视线索同时呈现的研究,依据实验材料呈现方式进一步分为动态和静态。其中,动态呈现方式主要是通过不断变化他人的面部表情和注视线索,营造动态效果。最早采用该方式的研究分别选取由中性到恐惧和由恐惧到中性两类情绪面孔作为实验材料,结果发现,TD 儿童在由中性到恐惧条件下的注视线索效应量大于由恐惧到中性条件,而 ASD 儿童在两类条件下的注视线索效应量不存在差异,这表明恐惧面孔对 ASD 儿童的注视追随并未表现出与 TD 儿童相似的调节作用<sup>[26]</sup>。但因为该任务没有设置基线,即中性面孔到中性面孔条件,所以,很难直接说明恐惧面孔对两组被试注视追随的影响。因为 ASD 儿童在两种呈现方式下可能均出现了恐惧情绪对注视线索效应的调节作用,且两种呈现方式下的调节作用相似。此外,该任务并未评估两组被试面部表情识别能力。因此,难以说明 ASD 儿童并未表现出与 TD 儿童

相似的行为特征是否受到面部表情识别障碍的影响。为此,后续研究匹配了两组被试面部表情识别能力,并增加了基线作为对照,结果发现,成年 TD 个体对恐惧面孔下的注视线索效应量高于中性面孔,而成年 ASD 个体对两类面孔下的注视线索效应量不存在差异,这表明不同于成年 TD 个体,即使成年 ASD 个体具有正确识别他人面部表情的能力,但其注视追随依旧难以受到他人面部表情的影响<sup>[27]</sup>。

静态呈现方式主要是向被试直接呈现一张斜视的情绪面孔图片。鉴于个体对面部表情和注视线索的整合性加工发生于注意的后期阶段<sup>[28]</sup>,采用静态呈现方式的研究分别将短线索-目标时间间隔(stimulus onset asynchrony, SOA)(167ms)和长 SOA(400ms)作为注意早期阶段和晚期阶段的指标,结果发现,在两类 SOA 条件下,ASD 幼儿对开心、恐惧和中性面孔下的注视线索效应量与 TD 幼儿不存在差异,同时,与 TD 幼儿类似,ASD 幼儿在三类面孔下的注视线索效应量均不存在差异<sup>[29]</sup>。当进一步延长 SOA 时,TD 儿童在 1500ms 的 SOA 条件下,依旧能对开心、恐惧和中性面孔产生注视线索效应,但三类表情下的注视线索效应量不存在差异,而 ASD 儿童仅仅对开心面孔产生了注视线索效应<sup>[30]</sup>。以上研究表明在静态呈现方式下,两组个体的注视追随均难以受到他人面部表情的影响。

### 3.2 面部表情和注视线索继时呈现条件

面部表情和注视线索的继时呈现可进一步分为先面部表情后注视线索和先注视线索后面部表情两类。罗佳琦<sup>[31]</sup>采用先面部表情后注视线索的刺激呈现方式,操纵目标刺激效价,选取中性人声和恐惧人声作为目标刺激,恐惧面孔作为情绪线索,进一步探究 ASD 个体对情绪面孔下的注视线索效应是否会受到目标刺激属性的影响,结果发现,TD 儿童仅在目标刺激为恐惧人声条件下产生注视线索效应,而 ASD 儿童在两类目标刺激条件下均产生了注视线索效应;就注视线索效应量而言,当目标刺激为恐惧人声时,两组被试不存在差异,而在目标刺激为中性人声时,ASD 儿童的注视线索效应量大于 TD 儿童,这表明线索刺激与目标刺激的情绪效价一致性影响 TD 儿童的注视追随,但并不影响 ASD 儿童的注视追随。

采用先面部表情后注视线索的呈现方式,其后出现的注视线索的动态性是一个显著的物理刺激,可能会吸引被试较多的注意资源,从而导致个体对面部表情的持续加工受阻,进而抑制面部表情对注视线索效应调节作用的发挥<sup>[32]</sup>。日常生活中,他人往往是在注意到某一物体后,根据物体性质,产生不同的面部表情,即先注视线索后面部表情。该呈现方式能够营造

他人在看向某一物体/方向后引发特定情绪反应的情境,这有助于凸显目标刺激/方向的重要性,更容易调节个体的注视追随<sup>[33]</sup>。采用此类呈现方式的研究发现,与 TD 幼儿相似,ASD 幼儿能够追随他人愤怒面孔和中性面孔下的注视线索,但 TD 幼儿对愤怒面孔下的注视线索效应量大于中性面孔,而此类结果在 ASD 幼儿组并没有表现,这表明即使采用生态化的刺激呈现方式,ASD 个体的注视追随依旧难以受到他人恐惧情绪的调节<sup>[34]</sup>。

## 4 ASD 个体追随情绪面孔下注视线索受损的潜在机制

面部表情对注视追随调节作用的产生依赖于个体对面部表情和注视线索的整合性加工<sup>[35]</sup>。该过程囊括注意定向、情绪加工以及心理意图揣测等多个成分,涉及杏仁核、上丘脑等皮下组织和颞上沟、梭状回、扣带回、背侧顶叶以及腹内侧前额叶等皮层组织构成的神经网络<sup>[36]</sup>。具体而言,皮下组织中由上丘-丘脑枕核-杏仁核-丘脑网状核构成的皮下通路,通过上丘接收视网膜神经节大细胞传递的社会性信息(如人物面孔、注视线索、面部表情),并经过丘脑枕核快速传递至杏仁核,再由杏仁核强烈地投射至丘脑网状核,从而完成对人物面孔快速且无意识的定向和情绪的评估<sup>[37]</sup>,随后,再通过杏仁核和上丘脑向颞上沟、腹内侧前额叶等皮层组织进行投射,实现皮层组织对情绪面孔下注视追随的调控<sup>[38]</sup>。ASD 个体可能在皮下通路和皮层组织两个维度均存在损伤,从而致使自身的注视追随难以受到他人面部表情的调节影响。

围绕 ASD 个体皮下通路激活特点的研究,采用静息态功能磁共振成像(rest-state fMRI)技术发现,ASD 个体上丘-丘脑枕核-杏仁核通路中的轴突存在损伤,其右侧丘脑枕核与左侧杏仁核的功能连接过强<sup>[39]</sup>。当明确要求 ASD 个体注视他人情绪面孔中的眼部信息时,其上丘、丘脑枕核、杏仁核过度激活<sup>[40]</sup>。作为连接皮下通路和皮层组织的重要脑区,杏仁核异常性的发展也在 ASD 个体相关研究中得到了较为广泛的验证,如对比 TD 个体,ASD 个体早期的杏仁核体积较大,后期体积较小,增速缓慢,内部神经元细胞数量较少<sup>[41]</sup>。在加工直视的情绪面孔时,ASD 个体的杏仁核过度激活<sup>[42]</sup>,且与腹内侧前额叶功能连接过高<sup>[43]</sup>,但在加工斜视的情绪面孔时,ASD 个体的杏仁核激活不足<sup>[44]</sup>。

围绕皮层组织的激活特点,研究发现 ASD 个体在加工情绪面孔下的注视线索时,相关的皮层组织激活不足,同时,各皮层组织与杏仁核的功能连接较弱。例

如, M. S. 戴维斯(M. S. Davies)的研究指出, ASD 个体在加工斜视的情绪面孔和直视的情绪面孔时, 前额叶皮层的激活水平不存在显著性差异, 这表明 ASD 个体对不同视线的情绪面孔表现出相同的加工倾向, 即 ASD 个体并未对斜视的情绪面孔表现出特殊化的加工模式<sup>[45]</sup>。对比 TD 个体, ASD 个体在感知斜视的恐惧面孔时, 负责情绪加工的脑区(前脑岛、扣带回、前额叶)<sup>[46]</sup>和负责注视加工的脑区(颞上沟、颞顶交界处和边缘上回)激活不足<sup>[47]</sup>。在各脑区功能连接方面, 研究发现 ASD 个体在加工情绪化注视线索时, 杏仁核与前额叶连接较弱<sup>[48]</sup>。成年 ASD 个体在追随由中性到愤怒和由中性到开心面孔下的注视线索时, 其杏仁核激活程度低于 TD 个体, 同时, 杏仁核与皮质层区(如梭状回、颞上沟、额下回)功能连接弱于 TD 个体<sup>[49]</sup>。对此, W. 佐藤(W. Sato)<sup>[50]</sup>提出了弱杏仁核情绪调节假说(weak amygdala's emotional modulation hypothesis)。该假说指出, ASD 个体在追随情绪面孔下注视线索时, 一方面皮下通路中的杏仁核自身激活程度较弱; 另一方面, 杏仁核对大脑皮层的连接不足, 使得皮下通路难以调节大脑皮层, 从而在行为层面未能表现出不同情绪面孔下注视线索效应量差异化的特点。

关于皮下通路和皮层组织之间的关系, 早期 ASD 个体皮下通路的过度激活可能影响了皮层通路的形成与发展。由上丘—丘脑枕核—杏仁核—丘脑网状核构成的皮下通路是人类先天存在的, 能够对面孔(包括注视线索和面部表情)进行无意识且快速的加工<sup>[51]</sup>。ASD 个体在加工情绪面孔下的注视线索时, 先天性的皮下通路过度激活, 影响了 ASD 个体对人物面孔的自动化注意定向以及对面孔情绪的有效评估<sup>[52]</sup>。为了规避皮下通路过度激活带来的消极感受, ASD 个体会在早期阶段减少对他人情绪面孔下注视线索的加工。长此以往, 此类经验的匮乏影响了由经验不断塑造而成的皮层通路的形成和发展, 致使负责情绪面孔加工的皮层通路呈现出异常化的激活模式<sup>[53]</sup>。值得注意的是, 在以上的研究中, 作为推测他人意图的重要脑区, ASD 个体的颞叶区和前额叶区并未在注视追随过程中呈现出典型化的激活特点, 这表明 ASD 个体在追随情绪面孔下的注视线索时, 并未意识到情绪面孔和注视线索的社会性含义<sup>[54]</sup>, 他们可能仅仅将情绪化的注视线索视为一般性物理刺激, 通过自下而上的方式, 借助注视线索的方向属性完成了注视追随, 并未将两类线索的社会性含义进行整合。

## 5 研究展望与教育建议

围绕面部表情对 ASD 个体注视追随影响的研究

主要采用目标刺激定位的空间线索任务范式, 结果发现, 与 TD 个体相似, ASD 个体能够追随他人情绪面孔下的注视线索, 但在面部表情对注视追随调节方面, 两组群体表现出差异化的特点。具体而言, 面部表情对 TD 个体注视追随的调节作用受到实验材料呈现方式的进一步影响, 但不管实验材料以何种方式呈现, ASD 个体的注视追随均不受他人面部表情的调节。面部表情难以调节 ASD 个体的注视追随并非因为个体存在面部表情识别障碍, 可能是由于 ASD 个体先天的皮下通路过度激活, 同时, 后天形成的皮层通路发展异常所致。基于现有的研究结论, 同时, 鉴于面部表情对注视追随影响的复杂性, 未来研究和教育建议可以从以下几方面展开。

### 5.1 未来研究展望

第一, 揭示 SOA 因素在面部表情对 ASD 个体注视追随影响中的作用。SOA 是影响面孔社会信息(如面部表情、熟悉性和社会地位等)对注视线索效应调节作用是否产生以及如何产生的重要因素, 且面孔中蕴含的不同的社会信息对注视线索效应产生影响所依赖的 SOA 水平存在差异<sup>[55]</sup>。就面部表情而言, TD 个体在注意的早期阶段, 对面部表情和注视线索的加工是分开的, 直到注意的晚期阶段(约 300ms SOA), 个体才以整合的方式同时加工他人的面部表情和注视线索, 这表明面部表情对 TD 个体注视线索效应调节作用的发挥至少需要 300ms SOA<sup>[56]</sup>。而 ASD 个体可能需要更长的 SOA 值才能完成两类信息的整合。相关研究指出, ASD 个体在加工多条社会性线索时, 需要花费更多的时间, 才能得到与 TD 个体相似的正确率<sup>[57]</sup>。M. 弗里思(M. Freeth)<sup>[58]</sup>分析了在注视追随过程中, 注视线索呈现时长对个体注视目标刺激的影响, 结果发现, TD 个体在注视线索呈现 1500ms 后便对目标刺激的注视时长显著增长, 而 ASD 个体直至 4000ms 后才对目标刺激的注视时长呈现出增长趋势。因此, 现有行为学研究并未发现面部表情对 ASD 个体注视线索效应的调节作用, 是否源于任务中纳入的 SOA 数值较短? 此外, 面部表情对个体注视线索效应的影响在不同的 SOA 水平上表现出动态性特点<sup>[59]</sup>。而 ASD 个体的注视线索效应往往稍纵即逝<sup>[60]</sup>, 那么 ASD 个体对情绪面孔注视追随在不同的 SOA 水平上呈现出何种特点呢? 未来关于 ASD 个体对情绪面孔注视追随的研究需要设置不同水平的 SOA, 探究 SOA 因素在其中的具体影响。

第二, 剖析性别因素在面部表情对 ASD 个体注视追随影响中的作用。越来越多的研究发现, 被试的性别是影响个体注视追随的重要因素。女性群体因较强

的共情能力以及面部表情识别能力,往往表现出比男性群体更大的注视线索效应量<sup>[61]</sup>,且其注视追随更易受到他人面部表情的影响<sup>[62]</sup>。ASD男性群体约占女性群体4~5.5倍<sup>[63]</sup>,既有研究为方便取样,纳入的被试以男性ASD群体为主。因此,现有关于面部表情对ASD个体注视追随影响的研究结论是否受到被试性别的影响?进一步而言,ASD个体的注视追随难以受到他人面部表情的影响,是否因为纳入的男性群体过多,从而掩盖了调节作用的发生?目前,已有研究提出女性ASD个体可能因为自身性别优势,从基因上产生了保护机制,从而减少自身障碍对注视追随影响的研究假设<sup>[64]</sup>。未来研究可以通过探究不同性别ASD个体对情绪面孔注视追随的性质对该假设进行验证,进而对已有的研究结论进行完善。

第三,采用多模态神经影像学技术进一步揭示ASD个体追随他人情绪面孔下注视线索受损的神经机制。目前,研究者从皮下通路和皮层通路两个层面探究了面部表情难以调节ASD个体注视追随的成因,但两个通路之间的作用机制仍需进一步探究。具体而言,ASD个体在追随情绪面孔下的注视线索时,涉及的皮层组织有哪些?其内部机制是什么?同时,作为连接皮下通路和皮层通路的上丘脑在其中发挥何种作用?此外,来自TD个体的研究发现,经过单次24IU经鼻喷雾催产素干预之后,个体对情绪面孔的识别能力以及面部表情对注视追随的调节作用均得到了提升,这表明面部表情的调节作用与催产素水平有关<sup>[65]</sup>。而早期研究指出,ASD个体的血浆催产素水平低于TD个体<sup>[66]</sup>。因此,ASD个体在追随他人情绪面孔下的注视线索时,其神经系统的激活特点是否受到诸如催产素等相关神经递质的影响?若受到神经递质的影响,其中的作用机制是什么?鉴于单一的神影响学技术具有一定的局限性,未来需要联合多种影像学技术手段进行多模态研究,综合探究面部表情对ASD个体注视追随影响的神经机制。

## 5.2 ASD个体的教育启示

第一,对情绪面孔注视追随能力的培养应成为ASD个体教育干预的重点内容。鉴于注视追随对个体社交技能发展的重要性,一系列围绕提升ASD个体注视追随能力的干预方法应运而生,如共同注意中介学习法(joint attention-mediated learning, JAML)和基于共同注意技能学习的虚拟现实技术等均将培养ASD个体的注视追随能力视为干预的关键内容<sup>[67]</sup>。本研究结果发现,尽管ASD个体具有简单的注视追随能力,但其追随他人情绪面孔下的注视线索能力受损。因此,未来围绕ASD个体注视追随的干预应聚焦于情绪

面孔。对比采用情绪面孔作为干预材料的任务,中性面孔下的注视线索较为简单。ASD个体可能仅仅依赖他人注视线索的物理特征,便能够表现出与TD个体类似的注视线索效应。这种低难度的干预任务会掩盖ASD个体注视追随受损的事实,而采用情绪面孔作为材料的干预任务更能真实反映ASD个体注视追随受损的本质。此外,日常生活中,他人的面部表情和注视线索往往同时呈现。因此,采用情绪面孔作为干预材料的任务更具有生态性,同时,从该任务中获得的注视追随能力也更有助于ASD个体在现实生活中的使用。

第二,加强对面孔情绪和注视线索社会性意义的理解应成为提升ASD个体对情绪面孔注视追随能力的重要环节。本研究发现,即使ASD个体具有正确识别他人面部表情的能力,但个体的注视追随依旧难以受到他人面部表情的影响。鉴于ASD个体在追随他人情绪面孔下的注视线索时,负责心理意图推测的相关脑区并未得到正常化的激活,表明ASD个体仅仅将他人的情绪化注视线索视为一种具有指示含义的一般性刺激,缺乏对他人面孔情绪和注视线索社会性意义的整合性加工。为此,未来在ASD个体对情绪面孔注视追随的干预任务中,教育工作者应加强ASD个体对面孔情绪和注视线索社会性意义的认识。具体而言,在干预的初期,可以通过认知行为干预技术<sup>[68]</sup>,采用较为夸张的面部表情<sup>[69]</sup>或延长他人面部表情和注视线索呈现时长<sup>[70]</sup>等方式,易化ASD个体对面部表情和注视线索社会性含义的理解,帮助ASD个体正确认识他人面部表情和注视线索在注视追随中的具体含义,纠正其错误的认知观念,从而获得积极且连贯的情绪面孔注视追随的认知。随后,采用小步子教学的方式,通过设置不同难度等级、逐渐贴合日常生活的场景,帮助ASD个体深化对他人面部表情和注视线索社会性含义的理解,全面提升个体追随情绪面孔下注视线索的能力。

结合本研究结果以及ASD的个体特征,在整个干预过程中,教育工作者需要注意面部表情和注视线索的呈现顺序,严格使用先注视线索后面部表情的呈现方式,以保障干预过程的生态性。同时,教育工作者需要与ASD个体的家庭成员共同制定干预方案,确保ASD个体在不同的社会环境中均能够得到一贯性的支持和有效的指导,避免因不同干预指导策略导致的认知混乱。

## 参考文献

- 1 American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed).

- Arlington: American Psychiatric Publishing, 2013. 50-59
- 2 Driver J, Davis G, Ricciardelli P, et al. Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. *Visual Cognition*, 1999, 6: 509-540
  - 3 Champ T M, Lee S, Martin A B, et al. Social engagement revealed by gaze following in third-party observers of simulated social conflict. *Frontiers in Psychology*, 2022, 13: e952390
  - 4 荆伟, 方俊明, 赵微. 自闭症谱系障碍儿童在多重线索下习得词语的眼动研究. *心理学报*, 2014, 46(3): 385-395
  - 5 Camero R, Gallego C, Martinez V. Gaze following as an early diagnostic marker of autism in a new word learning task in toddlers. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2023, 6(5): 1-14
  - 6 霍鹏辉, 冯成志, 陈庭继. 注视者及观察者因素对注视知觉的影响. *心理科学进展*, 2021, 29(2): 238-251
  - 7 Saint-Georges C, Cassel R S, Cohen D, et al. What studies of family home movies can teach us about autistic infants: A literature review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2010, 4(3): 355-366
  - 8 Zhao S, Uono S, Yoshimura S, et al. Atypical gaze cueing pattern in a complex environment in individuals with ASD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2017, 47(7): 1978-1986
  - 9 Thorup E, Kleberg J L, Falck-Ytter T. Gaze following in children with autism: Do high interest objects boost performance? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2017, 47(3): 626-635
  - 10 Pelphrey K A, Morris J P, McCarthy G. Neural basis of eye gaze processing deficits in autism. *Brain*, 2005, 128(5): 1038-1048
  - 11 Murphy E R, Foss-Feig J, Kenworthy L, et al. Atypical functional connectivity of the amygdala in childhood autism spectrum disorders during spontaneous attention to eye gaze. *Autism Research and Treatment*, 2012, 12(1): 65-74
  - 12 Kasari C, Sigman M, Mundy P, et al. Affective sharing in the context of joint attention interactions of normal, autistic, and mentally retarded children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1990, 20(1): 87-100
  - 13 Mundy P, Sigman M. The theoretical implications of joint attention deficits in autism. *Development and Psychopathology*, 1989, 1(3): 173-183
  - 14 Stevens S A, West G L, Airdroos N, et al. Testing whether gaze cues and arrow cues produce reflexive or volitional shifts of attention. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2008, 15(6):1148-1153
  - 15 Yu C, Ishibashi K, Iwanaga K. Effects of fearful face presentation time and observer's eye movement on the gaze cue effect. *Journal of Physiological Anthropology*, 2023, 42(1): 8-20
  - 16 Yuan T, Ji H, Wang L, et al. Happy is stronger than sad: Emotional information modulates social attention. *Emotion*, 2022, 23(4):1061-1074
  - 17 Wang D, Zhang Y, Zhang H, et al. Is visual gaze in children with autism spectrum disorder related to sequence of emotion intensity presentation? An eye-tracking study of natural emotion perception processes. *Autism Research*, 2023, 3: 1-16
  - 18 廖梦怡, 陈靓影, 张坤, 等. 自闭症谱系障碍儿童共情过程中能力缺陷量化研究. *中国特殊教育*, 2020, (1): 51-59
  - 19 Neath K, Nilsen E S, Gittsovich K, et al. Attention orienting by gaze and facial expressions across development. *Emotion*, 2013, 13(3): 397-408
  - 20 Pecchinenda A, Petrucci M. Emotion unchained: Facial expression modulates gaze cueing under cognitive load. *Plos One*, 2016, 11: e168111
  - 21 Chen Z, McCrackin S D, Morgan A, et al. The gaze cueing effect and its enhancement by facial expressions are impacted by task demands: Direct comparison of target localization and discrimination tasks. *Frontiers in Psychology*, 2021, 12: e618606
  - 22 McKay K T, Grainger S A, Coundouris S P, et al. Visual attentional orienting by eye gaze: A meta-analytic review of the gaze-cueing effect. *Psychological Bull*, 2021, 147(12): 1269-1289
  - 23 Schuller A M, Rossion B. Spatial attention triggered by eye gaze increases and speeds up early visual activity. *Neuroreport*, 2001, 12(11): 2381-2386
  - 24 袁甜, 纪皓月, 于祎雯, 等. 面孔社会信息对注视提示效应的调制及其神经机制. *生物化学与生物物理进展*, 2022, 49(6): 986-1003
  - 25 Uono S, Egashira Y, Hayashi S, et al. No influence of emotional faces or autistic traits on gaze-cueing in general population. *Frontiers in Psychology*, 2022,

- 13: e864116
- 26 de Jong M C, van Engeland H, Kemner C. Attentional effects of gaze shifts are influenced by emotion and spatial frequency, but not in autism. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 2008, 47(4): 443-454
- 27 Uono S, Sato W, Toichi M. Dynamic fearful gaze does not enhance attention orienting in individuals with Asperger's disorder. *Brain and Cognition*, 2009, 71(3): 229-233
- 28 Seernani D, Ioannou C, Damania K, et al. Social and non-social gaze cueing in autism spectrum disorder, attention-deficit/hyperactivity disorder and a comorbid group. *Biological Psychology*, 2021, 162: e108096
- 29 Gillespie-Lynch K, Elias R, Escudero P, et al. Atypical gaze following in autism: A comparison of three potential mechanisms. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2013, 43(12): 2779-2792
- 30 闵园园. 面部表情对孤独症儿童注视方向知觉和联合视觉注意的影响. 硕士学位论文. 武汉: 华中师范大学, 2015
- 31 罗佳琦. 自闭症谱系障碍儿童视线线索注意定向的实验研究. 硕士学位论文. 西安: 陕西师范大学, 2020
- 32 McCrackin S D, Itier R J. Individual differences in the emotional modulation of gaze-cueing. *Cognition and Emotion*, 2019, 33(4): 768-800
- 33 Lassalle A, Itier R J. Emotional modulation of attention orienting by gaze varies with dynamic cue sequence. *Visual Cognition*, 2015, 23(6): 720-735
- 34 Zhang L, Yan G, Benson V. The influence of emotional face distractors on attentional orienting in Chinese children with autism spectrum disorder. *Plos One*, 2021, 16(5): e250998
- 35 Graham R, Kelland C, Fichtenholtz H M, et al. Modulation of reflexive orienting to gaze direction by facial expressions. *Visual Cognition*, 2010, 18(3): 331-368
- 36 Parker T C, Zhang X, Noah J A, et al. Neural and visual processing of social gaze cueing in typical and ASD adults. *Cognition and Emotion*, 2023, 2(1): 2-47
- 37 Spiteri S, Crewther D. Neural mechanisms of visual motion anomalies in autism: A two-decade update and novel aetiology. *Frontiers in Neuroscience*, 2021, 15: e75684
- 38 Battaglia S, Fabius J H, Moravkova K, et al. The neurobiological correlates of gaze perception in healthy individuals and neurologic patients. *Biomedicines*, 2022, 10(3): 627-647
- 39 Huang Y, Vangel M, Chen H, et al. The impaired subcortical pathway from superior colliculus to the amygdala in boys with autism spectrum disorder. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 2022, 16: e6439
- 40 Hadjikhani N, Åsberg J J, Zürcher N R, et al. Look me in the eyes: Constraining gaze in the eye-region provokes abnormally high subcortical activation in autism. *Scientific Reports*, 2017, 7(1): e3163
- 41 侯婷婷, 陈潇, 李开云, 等. 自闭症个体的面孔识别障碍: 来自眼动和神经科学技术的证据. *中国特殊教育*, 2020, (11): 42-48
- 42 Ibrahim K, Iturmendi-Sabater I, Vasishth M, et al. Neural circuit disruptions of eye gaze processing in autism spectrum disorder and schizophrenia: An activation likelihood estimation meta-analysis. *Schizophrenia Research*, 2024, 264: 298-313
- 43 Monk C S, Weng S J, Wiggins J L, et al. Neural circuitry of emotional face processing in autism spectrum disorders. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 2010, 35(2): 105-114
- 44 Lassalle A, Åsberg J J, Zürcher N R, et al. Hypersensitivity to low intensity fearful faces in autism when fixation is constrained to the eyes. *Human Brain Mapping*, 2017, 38(12): 5943-5957
- 45 Davies M S, Dapretto M, Sigman M, et al. Neural bases of gaze and emotion processing in children with autism spectrum disorders. *Brain and Behavior*, 2011, 1(1): 1-11
- 46 Ibrahim K, Eilbott J A, Ventola P, et al. Reduced amygdala-prefrontal functional connectivity in children with autism spectrum disorder and co-occurring disruptive behavior. *Biological psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 2019, 4(12): 1031-1041
- 47 Zürcher N R, Rogier O, Boshyan J, et al. Perception of social cues of danger in autism spectrum disorders. *Plos One*, 2013, 8(12): e81206
- 48 Moessnang C, Baumeister S, Tillmann J, et al. Social brain activation during mentalizing in a large autism cohort: The longitudinal European autism project.

- Molecular Autism, 2020, 11(1): 112-121
- 49 Sato W, Kochiyama T, Uono S, et al. Atypical amygdala-neocortex interaction during dynamic facial expression processing in autism spectrum disorder. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2019, 13: 351-363
- 50 Sato W, Uono S, Kochiyama T. Neurocognitive mechanisms underlying social atypicalities in autism: Weak amygdala's emotional modulation hypothesis. *Frontiers in Psychiatry*, 2020, 11: e864
- 51 McFadyen J, Dolan R J, Garrido M I. The influence of subcortical shortcuts on disordered sensory and cognitive processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 2020, 21: 264-276
- 52 Kleinhans N M, Richards T, Johnson L C, et al. fMRI evidence of neural abnormalities in the subcortical face processing system in ASD. *NeuroImage*, 2011, 54(1): 697-704
- 53 罗佳琦, 王静, 荆伟. 孤独症谱系障碍者视线线索注意定向障碍的研究进展. *中国特殊教育*, 2019, (5): 29-36
- 54 Stagg S, Tan L H, Kodakkadan F. Emotion recognition and context in adolescents with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2022, 52(9): 4129-4137
- 55 Zhao W, Yang J, Hu Z. Guilt-inducing interaction with others modulates subsequent attentional orienting via their gaze. *Scientific Reports*, 2023, 13(1): 534-542
- 56 Zhang X, Dalmaso M, Castelli L, et al. Social attention across borders: A cross-cultural investigation of gaze cueing elicited by same- and other-ethnicity faces. *British Journal of Psychology*, 2021, 112(3): 741-762
- 57 Zapparrata N M, Brooks P J, Ober T M. Slower processing speed in autism spectrum disorder: A meta-analytic investigation of time-based tasks. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2023, 53: 4618-4640
- 58 Freeth M, Chapman P, Ropar D, et al. Do gaze cues in complex scenes capture and direct the attention of high functioning adolescents with ASD? Evidence from eye-tracking. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2010, 40(5): 534-547
- 59 Dalmaso M, Castelli L, Galfano G. Social modulators of gaze-mediated orienting of attention: A review. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2020, 27(5): 833-855
- 60 Zhao S, Uono S, Yoshimura S, et al. Is impaired joint attention present in non-clinical individuals with high autistic traits? *Molecular Autism*, 2015, 6: 67-78
- 61 Putnam O C, Sasson N, Parish-Morris J, et al. Effects of social complexity and gender on social and non-social attention in male and female autistic children: A comparison of four eye-tracking paradigms. *Autism Research*, 2022, 10(31): 1-12
- 62 Chacón-Candia J A, Lupiáñez J, Casagrande M, et al. Sex differences in attentional selection following gaze and arrow cues. *Frontiers in Psychology*, 2020, 11: 95-103
- 63 王磊, 陈杨漪, 贺荟中. 自闭症谱系障碍个体在视觉注意上的性别差异——基于人物面孔和限制性兴趣刺激的研究. *中国特殊教育*, 2020, (5): 33-40
- 64 Bourson L, Prevost C. Characteristics of restricted interests in girls with ASD compared to boys: A systematic review of the literature. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 2022, 5(30): 1-18
- 65 Tollenaar M S, Chatzimanoli M, van der Wee N A, et al. Enhanced orienting of attention in response to emotional gaze cues after oxytocin administration in healthy young men. *Psychoneuroendocrinology*, 2013, 38(9): 1797-1802
- 66 Modahl C, Fein D, Waterhouse L, et al. Does oxytocin deficiency mediate social deficits in autism? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1992, 22(3): 449-451
- 67 Pérez-Fuster P, Herrera G, Kossyvakli L, et al. Enhancing joint attention skills in children on the autism spectrum through an augmented reality technology-mediated intervention. *Children*. 2022, 9(2): 258-269
- 68 Zhao Q, Guo Q, Shi Z, et al. Promoting gaze toward the eyes of emotional faces in individuals with high autistic traits using group cognitive behavioral therapy: An eye-tracking study. *Journal of Affective Disorders*, 2022, 306: 115-123
- 69 Franchini M, Glaser B, Gentaz E, et al. The effect of emotional intensity on responses to joint attention in preschoolers with an autism spectrum disorder.



- Research in Autism Spectrum Disorders, 2017, 35: 13-24
- 70 Harada Y, Ohyama J, Wada M. Effects of temporal properties of facial expressions on the perceived intensity of emotion. Royal Society Open Science, 2023, 10(1): e2205

## The Effects of Facial Expressions on Gaze Following in Individuals with Autism Spectrum Disorder

WANG Lei<sup>1</sup> ZHU Xinyue<sup>2</sup> LIU Chunling<sup>3</sup>

- (1. School of Special Education, Nanjing Normal University of Special Education, Nanjing, 210038;  
2. School of Medicine and Public Service, Suzhou Global Institute, Suzhou, 215163;  
3. Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai, 200062)

**Abstract** Gaze following is critical to the successful performance of interpersonal interactions and the development of a range of higher cognitive abilities in individuals. As a core class of skills, gaze following is often modulated by facial expressions. Existing studies have used a Posner cueing task with target stimulus localization and found that the effect of facial expression on gaze following in general individuals was modulated by the presentation of experimental materials, whereas the gaze following of individuals with autism spectrum disorder (ASD) was not affected by the facial expression of other people in all presentations. This may be due to the hyperactivation of the subcortical pathway in individuals with ASD that is congenital and the abnormal development of the cortical pathway that develops later in life. Future research should focus on the influence of stimulus-onset asynchrony and gender factors in the regulation of facial expressions, and carry out multimodal neuroimaging techniques to comprehensively investigate the neural mechanisms of facial expressions on gaze following in individuals with ASD. In educational practice, attention should be paid to improving the ability of ASD individuals to follow the gaze of emotional faces, and deepen their understanding of the social meanings of facial expressions and gaze cues.

**Key words** autism spectrum disorder gaze following facial expression the subcortical pathway the cortical pathway

(责任编辑:冯雅静)