

On the Study of Autistic Individuals' Biological Motion Perception and Its Clinical Application

Kaiyun Li^{1*#}, Huijing Yang^{1*}, Daoliang Yang², Ning Ning¹, Gongxiang Chen¹, Shuqing Wang¹

¹School of Education and Psychology, University of Jinan, Jinan Shandong

²Changning District Mental Health Center of Shanghai, Shanghai

Email: [#]sep_liky@ujn.edu.cn

Received: Apr. 24th, 2018; accepted: May 8th, 2018; published: May 15th, 2018

Abstract

Identifying biological motion quickly and accurately is an important skill for human survival. Previous studies found that the ability of the patients with autism to recognize or identify the high level information of the biological motion was obviously impaired, but its ability to perceive the low level information of biological motion was still controversial. The autism's brain areas responsible for the biological motion perception are obviously weak. Future research should create concise and effective tasks related to the low level information of the biological motion, verify the reliable and sensitive of the biological motion activated areas as biomarker's predictors of the behavioral training effectiveness of the autism patients, and develop effective rehabilitation intervention technology to increase the autism's ability of biological motion perception.

Keywords

Autism, Biological Motion, Behavioral Performance, Neural Mechanism, Rehabilitation Training

自闭症个体的生物运动知觉研究及其临床应用

李开云^{1*#}, 杨蕙菁^{1*}, 杨道良², 宁 宁¹, 陈功香¹, 王树青¹

¹济南大学教育与心理科学学院, 山东 济南

²上海市长宁区精神卫生中心, 上海

Email: [#]sep_liky@ujn.edu.cn

收稿日期: 2018年4月24日; 录用日期: 2018年5月8日; 发布日期: 2018年5月15日

*第一作者。

[#]通讯作者。

文章引用: 李开云, 杨蕙菁, 杨道良, 宁宁, 陈功香, 王树青(2018). 自闭症个体的生物运动知觉研究及其临床应用. 心理学进展, 8(5), 687-696. DOI: 10.12677/ap.2018.85081

摘要

迅速、准确识别生物运动是人类生存的一项重要技能。研究发现, 自闭症患者识别或辨别生物运动高水平信息时的能力明显受损, 但感知生物运动较低水平信息的能力是否受损尚存在争议; 其负责生物运动信息加工的脑区活动明显较弱。未来研究应创设更加简洁有效的涉及生物运动低水平信息的任务, 验证加工生物运动信息的脑区活动作为预测自闭症患者行为训练效果神经生理指标的可靠性和敏感性, 并着眼开发有效的生物运动知觉能力康复干预技术。

关键词

自闭症, 生物运动, 行为表现, 神经机制, 康复训练

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

自闭症谱系障碍(Autism spectrum disorder, ASD)是一种高发性的发展性神经发育障碍, 其核心症状表现为社会交往与交流障碍、兴趣狭窄、行为刻板以及认知功能障碍等(Association, 2000)。随着对自闭症研究的不断深入, 近些年心理学、神经科学的诸多研究者通过探讨自闭症者的生物运动知觉(biological motion perception)来考察自闭症患者社会交往和交流障碍的具体表现及产生原因。生物运动指的是生物体(人类和动物)在空间上的整体性移动行为, 如步行、奔跑等(蒋毅&王莉, 2011)。对生物运动的感知能力能够帮助个体感知环境中的社会信息, 并且在注视这种社会信息中学习理解他人的动作, 推测他人的内心意图, 与他人互动, 进而对模仿能力、语言学习、共同注意和设身处地理解他人等社会生活能力的培养有至关重要的作用(王增建, 张得龙, 何芳芳, 等, 2014)。人类知觉生物运动的能力是天生的、稳定的。研究发现, 健康个体能够快速准确加工光点轨迹演示人类运动的动画(Johansson, 1973), 能从中看出步行者的情绪状态、性别、身份、年龄及社会支配地位等(Clarke, Bradshaw, Field, Hampson, & Rose, 2005), 2天大的婴儿已经表现出对生物运动的优先注意(Simion, Regolin, & Bulf, 2008)。但对自闭症患者的研究发现, ASD患者在生命的早期就表现出对生物运动不敏感、关注少(Klin & Jones, 2008), 更多关注无生命物体的运动, 而不是生命体的运动(Kaiser, Delmolino, Tanaka, & Shiffrar, 2010; Pavlova, 2012); ASD患者负责生物运动加工的脑区活动明显较弱(Ahmed & Vander Wyk, 2013; Kaat Alaerts, Swinnen, & Wenderoth, 2017; Alaerts et al., 2014; Freitag, Konrad et al., 2008; Herrington et al., 2007; Kaiser, Hudac et al., 2010; Koldewyn, Whitney, & Rivera, 2011; McKay et al., 2012; Thurman, van Boxstel, Monti, Chiang, & Lu, 2016)。因此, ASD患者出现的社会交往困难可能部分源自于其对生物运动信息加工和理解的缺陷, 这种缺陷可能严重妨碍了ASD患者社会认知能力的培养。本文系统介绍国内外有关自闭症患者的生物运动知觉的研究成果, 梳理目前研究中存在的问题, 提出未来研究应当继续探讨的研究关注点, 希望对该领域未来的相关研究有所启示。

2. 自闭症患者对生物运动信息感知和识别的行为研究

在心理学实验室环境下, 生物运动专指Johansson(1973)提出的一种相对于机械运动的特定运动模式,

称为“光点图”(point-light displays, PLDs),是一种非常有效的研究生物运动知觉的工具(Vanrie & Verfaillie, 2004; 蒋毅&王莉, 2011)。以往多数研究也采用生物运动光点序列作为实验刺激材料探究了 ASD 患者的生物运动知觉能力。研究比较一致的发现, ASD 患者从生物运动 PLDs 提取加工高水平信息如情绪信息或意图信息时的能力受损,表现较差(Nackaerts et al., 2012; Parron et al., 2008; Swettenham et al., 2013)。但 ASD 患者加工生物运动较低水平信息的能力是否受损,存在争议,一些研究者发现自闭症患者的生物运动知觉受损,但也有一些研究提出 ASD 患者的生物运动知觉本身是完好的。

2.1. 生物运动低水平信息的知觉敏感性

目前关于自闭症患者对生物运动的感知和识别的行为学研究结果存在不一致,这些研究主要要求被试从不包含情绪信息的中性生物运动 PLDs 中做一些简单的动作识别(如噪音信号中辨别是否包含某一动作)或动作分类任务(如是走还是跑)。一些研究者发现自闭症患者的生物运动知觉受损(Alaerts et al., 2017; Annaz, Campbell, Coleman, Milne, & Swettenham, 2012; Annaz et al., 2010; Blake, 2003; Centelles, Assaiante, Etchegoyhen, Bouvard, & Schmitz, 2013; Kaiser, Delmolino, et al., 2010; Klin & Jones, 2008; Klin, Lin, Gorrindo, Ramsay, & Jones, 2009; Koldewyn et al., 2011)。如 Blake (2003)要求 16 名 8~10 岁 ASD 儿童(其中 4 名没有完成任务)和 9 名正常发育儿童(年龄 5 至 10 岁)完成辨别光点视频(50 个时长为 1 秒的光点视频, 25 个描绘人体动作, 25 个描绘无序运动的光点)是否展示人体生物运动的简单任务,发现与智商及年龄匹配的健康对照儿童相比, ASD 儿童需要更长时间才能正确识别光点视频是否包含人体;进一步分析发现 ASD 儿童正确识别生物运动的能力与其患病的严重程度成正相关。以往对正常儿童的研究发现,正常儿童的生物运动知觉敏感性随着年龄增长而增长(Simion et al., 2008),但 Annaz 等人 (2010)发现,在 5 至 12 岁之间, ASD 儿童对生物运动的识别能力没有像正常儿童那样随着年龄增长而提高,发展迟缓。此外,相对于物体的运动, ASD 儿童和成年人对光点生物运动不敏感(Kaiser, Hudac, et al., 2010)。借助眼动追踪技术考察自闭症儿童对生物运动刺激自发注视行为(注视比例)的研究结果比较一致的发现:在同时呈现正立的生物运动和非生物运动(包括倒置的生物运动和物体运动)光点视频时, ASD 儿童不会优先正立的 PLDs,且较少注视正立的 PLDs (Klin & Jones, 2008; Klin et al., 2009)。如 Klin 和 Jones (2008)记录了三名 15 个月幼儿对同时呈现的正立的 PLDs 和生物运动倒置且反向播放的视频的自发注视行为,发现 15 个月大的 ASD 儿童较少的注视正立的 PLDs,而对照组幼儿(一名非语言心理年龄匹配的 15 个月的幼儿和一名语言年龄匹配的 9 个月的正常发育婴儿)明显更多注视直立的 PLDs,表明自闭症患者加工生物运动的缺陷在生命早期就已出现。Dagmara Annaz 等人(2012)研究发现,当同时呈现走路生物运动 PLDs 和物体运动 PLDs(包括生物运动时空顺序杂乱的 PLDs 和物体运动 PLDs)时,与健康控制组相比,3 至 7 岁的 ASD 儿童也较少的注视 PLDs,而是较多关注打撒的生物运动 PLDs 和物体运动 PLDs。Kröger 等人(2014)等采用 ERPs 技术测量了 ASD 患者加工生物运动刺激时的时间进程,要求被试辨别呈现的光点刺激是行走的人还是散点,发现 ASD 患者在行为反应上与健康控制组一样。但在时间加工进程上,与健康控制组相比,生物运动和散点均诱发了 ASD 患者位于 O1 和 O2 电极点的更小的 P1 波和更短的潜伏期、位于右侧半球电极点(P10)的更小的 N200 波以及一个时间窗约为 400ms 的更小的晚期正慢波。P1 成分被认为是反映了生物运动刺激加工中早期运动检测过程(Krakowski et al., 2011),而 N2 成分则反映了具体的运动成分加工,如运动方向的检测,主要有 MT+/V5 脑区负责(Hirai, Watanabe, Honda, & Kakigi, 2009);开始于约刺激呈现后 400ms 的晚期正慢波则反映了对生物运动 PLDs 具体内容的自上而下的加工(Krakowski et al., 2011)。Kröger 等人(2014)认为 ASD 患者早期运动信息加工的缺陷(更小的 P1 波)导致了对生物运动高级信息加工的缺陷。Hirai 等人(2014)等发现健康被试加工生物运动刺激和散点时的 P1、N1 和 P2 的峰值和平均波幅存在显著差异,但 ASD 患者在加工两种刺激时的峰值和平均波幅均不存在显著差异,可能源自

于 ASD 患者对局部运动信息的过渡响应。

与上述发现自闭症患者生物运动感知和识别受损研究结果不一致的是,一些研究认为 ASD 儿童和成人与健康控制组一样,其生物运动知觉本身是完好的,如在辨别 PLDs 呈现的动作类型、从物体运动中识别生物运动或者从噪音信号中识别生物运动的任务中,发现 ASD 患者表现与健康控制组一样好(Cleary, Looney, Brady, & Fitzgerald, 2014; Cusack, Williams, & Neri, 2015; Freitag, Konrad, et al., 2008; Hirai et al., 2014; Hubert et al., 2007; Moore, Hobson, & Lee, 1997; Murphy, Brady, Fitzgerald, & Troje, 2009; Parron et al., 2008; Rutherford & Troje, 2012; Saygin, Cook, & Blakemore, 2010)。如 Saygin, Cooke 和 Blakemore (2010)发现测量生物运动心理生理阈限(psychophysical thresholds)时,自闭症患者与健康人表现一样好;Rutherford 和 Troje (2012)研究发现 ASD 成年人在生物运动的敏感性或识别运动方向的能力与控制组相比不存在差异,但需要指出的是,其智商与识别存在干扰信息的生物运动的能力存在显著相关。最近,Boxtel, Dapretto 和 Lu (2016)与 Thurman 等人(2016)的发现让被试完成生物运动适应(biological motion adaption)任务,发现自闭症患者或自闭症倾向个体辨别生物运动光点的动作(跑还是走) ASD 患者生物运动适应效应都差于控制组;也只发现具有自闭倾向个体的生物运动适应效应也小于无自闭症倾向个体。

对 ASD 患者感知和识别生物运动信息的研究结果不一致的原因可能至少三个方面:首先,ASD 患者的个体差异较大。不同研究中 ASD 患者的年龄(幼儿或成人)、智商和患病程度不同,如自闭症成年患者在动作辨别或识别任务上并没有出现受损(Kaiser & Pelphrey, 2012; Murphy et al., 2009),只出现在儿童时期,可能随着年龄的增长 ASD 患者发展出了补偿机制;ASD 患者中智商较高的识别生物运动的能力高于智商较低者;高功能自闭症患者可能发展出了补偿机制,从而表现出了与健康成人一样好的表现,而低功能自闭症者则存在识别缺陷。其次,不同研究选择的生物运动材料存在差异,生物运动知觉并非单一现象,而是一种基于整体结构和基于局部运动加工的多水平现象。一些研究采用的任务是考察的 ASD 患者生物运动知觉的整体结构知觉水平,而另一些研究采用的任务则是考察 ASD 患者生物运动知觉的局部结构知觉水平。此外,不同研究呈现 PLDs 的时间长度不同,呈现生物运动任务时间更长时 ASD 的识别更好(Simmons & Robertson, 2009)。第三,生物运动知觉较强的依赖于空间属性(给定的动作类型)和时间属性(最近见过的动作类型),而以往要求自闭症患者识别或辨别动作的研究却忽略了这两类信息。

2.2. 生物运动高水平信息的判断能力

一些研究发现,无论是自闭症儿童、青少年还是成人,自闭症个体在识别含有情绪信息或社会交往互动信息等更复杂的光点生物运动时表现更差,存在缺陷(Alaerts et al., 2014; Atkinson, 2009; Hubert et al., 2007; Moore et al., 1997; Nackaerts et al., 2012; Parron et al., 2008)。如 Centelles 等人(2013)研究发现,健康 4 岁儿童就能够判断社交互动(如相互握手、一起跳舞等)和非社交互动(两个人各自做自己的动作,没有互动)两类生物运动 PLDs,且从 4 岁至成年人判断的正确率随着年龄的增长而不断提高;但 ASD 患者对非社交互动 PLDs 的反应时间与对照组不存在显著差异,其对社交互动 PLDs 的反应时间显著慢于对照组;此外,无论是健康儿童还是自闭症患者对人体运动社会场景光线视频(stick-light displays)的识别都更快人体运动 PLDs。Alaerts 等(2014)要求被试判断蓝色的 PLDs 呈现的情绪(中性,高兴,悲伤和愤怒)与黄色 PLDs 呈现的情绪(中性)是否相同,结果发现 ASD 患者的辨别正确率显著低于健康控制组。Swettenham 等人(2013)等采用经典的 Posner 空间注意范式,考察了 ASD 患者对生物运动 PLDs 的手指指向信息的反应,发现 ASD 患者对出现在手指指向方向(手指指向提示有效条件)目标的反应和手指指向相反方向(手指指向提示无效条件)目标的反应是一样的;但控制组被试对出现手指指向方向)目标的反应要显著快于手指指向相反方向目标的反应,表明 ASD 患者不能加工手指指向信息,其对生物运动 PLDs 传递的意图信息判断能力较差。Mazzoni 和 Noemi (2017)考察了高功能自闭症、低功能自闭症和健康控制组儿童(5~11 岁)

和成人(20~28岁)辨别整体生物运动光点的情绪效价(正性、中性和负性),发现高低功能自闭症儿童和成人在评定(被试采用1~9点量表评定生物运动材料的情绪强度,1表示非常情绪非常弱,9表示情绪强度非常强)中性和情绪性生物运动光点的表现均差于在年龄和非言语智力相匹配的控制组,进一步分析对高兴效价的PLDs的评定绩效均差于中性和恐惧效价的PLDs。

3. 自闭症患者对生物运动感知和识别的神经机制研究

3.1. 脑功能异常

众多研究表明,生物运动知觉由一个广泛的神经网络负责,颞上沟(superior temporal sulcus, STS)、梭状回(fusiform gyrus, FG)、舌回(lingualgyrus, LG)和颞中区(middle temporal area, MT + /V5)等脑区在生物运动感知和识别起关键性作用,其他脑区也可能参与生物运动感知和知觉,包括杏仁核、小脑、前运动皮层、纹外体皮层、颞下皮质、运动枕区、初级体觉皮层和额下回等(见综述(陈婷婷,蒋长好, & 丁锦红, 2012))。其中,颞上沟包括前 STS (anterior part of the superior temporal sulcus, aSTS)和后 STS (posterior part of the superior temporal sulcus, pSTS), pSTS 对生物运动十分敏感,是生物运动知觉的特异区(Pyles, Garcia, Hoffman, & Grossman, 2007); 梭状回的基本功能之一是编码加工刺激的运动方向; 舌回参与生物运动的高级加工,其功能可能是负责从运动信息中抽取生物形式(Servos, Osu, Santi, & Kawato, 2002); MT + /V5 区,位于背侧通路上,对运动方向和速度等特征十分敏感,参与生物运动的早期加工(Peuskens, Vanrie, Verfaillie, & Orban, 2005)。

fMRI 研究发现,尽管自闭症患者在外在行为表现上与控制组表现没有差异,但其加工生物运动的神经机制不同于健康控制组,主要表现为负责生物运动加工的脑区活动明显较弱(Ahmed & Vander Wyk, 2013; Kaat Alaerts et al., 2017; Alaerts et al., 2014; Freitag, Konrad, et al., 2008; Herrington et al., 2007; Kaiser, Delmolino, et al., 2010; Koldewyn et al., 2011; McKay et al., 2012; Thurman et al., 2016)。如 Herrington 等人(2007)首次使用 fMRI 测量了 10 名阿斯伯格综合征(Asperger syndrome)成年自闭症患者在判断时长为 1 秒的“完整的光点运动序列”或“打乱的光点运动序列”PLDs 中人体行走的方向时的脑部活动,发现尽管在行为数据上 ASD 组与控制组相比不存在显著差异,但其在视觉颞顶网络的脑区活动显著减弱,包括小脑、上中下颞叶区和 MT+等脑区。类似地, Freitag, Hberlen, Kleser 和 Krick (2008)用 fMRI 测量了 15 名高功能的 ASD 青少年和控制组在判断 1.5 秒的人体动作 PLDs 是否为完整人体时的脑部活动,发现控制组被试比 ASD 患者在中央后回、左侧海马和额前回、双侧顶叶、颞叶和额叶,基底节、脑岛和右侧 STS 的激活程度显著更大。Koldewyn 等人(2011)采用协同性运动范式(a coherent motion paradigm),对比了 ASD 患者在加工协同性运动中包含生物运动和协同性运动包含散点运动时的脑区活动,发现 ASD 患者加工协同性运动中包含生物运动的脑区活动显著弱于健康控制组,这些脑区包括顶下沟、右侧额下回、前扣带回以及右侧 STS,并且背外侧前额叶皮层(DLPFC)脑区激活与自闭严重程度呈负相关,表明视觉运动知觉缺陷可能是 ASD 患者较高级加工如社交及注意缺陷的原因。Alaerts 等人(2014)发现当要求被试从 PLDs 分类情绪类型时,ASD 患者的双侧 STS、顶下小叶和枕中回等脑区活动显著较弱。Thurman 等人(2016)要求被试完成生物运动适应(biological motion adaptation)任务,发现具有自闭症倾向被试的右后侧 STS 的激活明显弱于无自闭症倾向个体,其行为反应结果也明显更差。最近,Alaerts 等人(2017)考察了任务要求(内隐和外显)和生物运动刺激类型对 ASD 患者的 STS 脑区活动的影响,测量了 15 名高功能自闭症成年人与 15 名健康个体完成与生物运动 PLDs (正常的和打散的 PLDs)内容有关的外显任务(是否是人)和完全无关的内隐任务(光点是否有绿色变为红色)时的脑区活动,发现 ASD 患者只在其关注生物运动内容(外显条件)时 STS 脑区活动才会显著减弱,在其关注光点颜色变化(内隐条件)时 STS 脑区活动与控制组相比没有差异,表明 ASD 患者的 STS 脑区在其生物运动加工时的减弱与任务类型相关,而不是一

种广泛的脑区异常现象；研究者进一步分析发现负责注意控制的内侧前额叶皮质(medial prefrontal cortex, mPFC)与 STS 存在关联，其调节 STS 在 ASD 患者生物运动知觉加工中的作用。自闭症患者未患病的兄弟姐妹加工生物运动时，pSTS 脑区活动要强于 ASD 患者和健康控制组，可能其未患 ASD 源自于部分脑区发展出了补偿功能，如 pSTS (Kaiser, Hudac et al., 2010)。类似的，Puglia 和 Morris (2017)发现健康被试报告的自闭倾向程度与加工生物运动的关键脑区(如 pSTS)的激活程度成正相关，即自闭倾向程度越高，脑区活动越强；推测可能正是这种脑区活动增强的补偿性机制，才使得自闭倾向没有发展为外显的自闭症。

3.2. 脑结构异常

许多研究者发现 ASD 作为一组神经发育障碍，其神经系统结构可能是先天有异于健康个体的，脑神经之间存在“局部联结过度”(local over connectivity)和“长距联结不足”(low distant connectivity) (Wass, 2011)，结构的异常必然导致功能的异常。如 Shukla, Keehn, Smylie 和 Müller (2011)发现 ASD 患者存在包括额叶、顶叶和颞叶在内的全脑白质束过度连接；Keown, Shih, Nair, Peterson 和 Mulvey (2013)等发现 ASD 患者后部脑区的局部连接过度与 ASD 患者患病程度成正相关。McKay 等人(2012)测量了成人的脑网络，联结分析发现，健康控制组使用一个单一的颞-顶连接网络加工生物运动信息；但 ASD 患者使用两个替代性脑网络，运动敏感区域和形状选择区域来整合形状和运动信息，颞叶-顶叶之间的联结缺失 [12]。McKay 等推测 ASD 患者早期(幼儿或儿童期)脑功能联结发育异常，导致成年期脑功能联结异常。Alaerts 等人(2014)等考察了 ASD 患者在静息态和功能态时 pSTS 的活动状况，发现 pSTS 的活动减弱以及 pSTS 与额定区动作观察脑网络(the action observation network)的连接减弱导致了 ASD 患者在辨别生物运动 PLDs 情绪信息时的能力受损。

4. 自闭症患者生物运动知觉研究的临床应用

ASD 儿童年龄越小，其通过干预使得病症得到改善的几率越大，为尽可能的减少时间及金钱等资源的浪费，康复训练效果能否被提前预测是众多 ASD 患者家长所期望得知的。但目前在这方面的研究刚刚开展(Lei & Ventola, 2017; Yang et al., 2016; Yang et al., 2017)。Daniel Yang 等(2016)首次提出了基于生物运动知觉脑区活动情况预测对 ASD 儿童行为康复训练效果的神经指标。他们考察了自闭症儿童(平均年龄 = 5.90 ± 1.07 岁)生物运动响应的关键脑区(如 pSTS)是否能够预测关键反应训练技术(pivotal response treatment)的训练效果(Yang et al., 2016)。在关键反应训练开始之前，采用 fMRI 技术测量 ASD 儿童观看一致性和打散的生物运动 PLDs 时(男性表演儿童动作，如玩蛋糕积木)的脑区活动，建立训练目标脑区(如颞上沟、梭状回、舌回和颞中区等)。关键反应训练共训练 16 周，每周训练 7 个小时，其中 ASD 儿童每周训练 5 个小时，ASD 儿童父母训练 2 个小时。儿童社会反应量表(the Social Responsiveness Scale, SRS)作为测量自闭症儿童社交行为的量表，该量表是由父母主观报告。训练有效性的指标为 SRS 量表原始分数的 delta 变化分数，即关键反应训练测量后测(共 16 次)分数减去训练前分数的 delta 变化分数，delta 变化分数为负数，表明自闭症的自闭程度降低。采用多变量线性分析技术(Mass univariate GLM analyses)发现，训练前脑区活动越强，经过练后 ASD 患病症状减轻程度越大，表明 ASD 儿童知觉生物运动时的脑区活动情况能够预测其社交行为康复训练的效果，首次提出了预测行为康复训练效果的神经指标。近期，Yang 等人(2017)又发现 ASD 青年(22.50 ± 3.90 岁)响应生物运动信息的脑区活动越强，虚拟现实-社会认知训练技术(Virtual Reality-Social Cognition Training, VR-SCT)训练后 ASD 患病症状减轻程度越大，进一步证明了生物运动响应脑区活动情况作为预测训练效果的可靠性和敏感性。但正如 Daniel Yang 所提到的，关键反应训练中，由 ASD 儿童的父母主观填写 ASD 儿童的儿童社会反应量表，具有偏向性；其

次, 被试数目较少(20人), 尽管效应力值比较大($\beta = 0.80$)。但不可否认的是, Daniel Yang 等人的两项研究开启了借助神经影像技术测量生物运动响应脑区预测行为康复训练效果的先河, 具有巨大的临床应用价值。

5. 未来研究展望

生物性运动是有丰富社会性信息的运动知觉形式, 与其他运动知觉任务结合, 是很好的检测异常人群的测量工具(Grossman et al., 2000; Jokisch, Troje, Koch, Schwarz, & Daum, 2005)。对自闭症患者生物运动知觉的研究从理论上有助于我们了解自闭症的认知特点与认知机制。在过去十几年里, 自闭症患者生物运动知觉的研究已经取得了许多有价值的成果, 但尚存在一些值得进一步研究的问题。首先, 正如前文所提到的自闭症患者感知生物运动低水平信息的研究结果存在不一致的原因, 未来研究应当注重不同患病程度、年龄以及不同子群的自闭症群体, 并设计更加简洁可靠的涉及生物运动低水平信息的任务。其次, 绝大部分研究探讨了 ASD 患者基于生物运动整体形状来辨别情绪、意图或方向、性别等信息。但以往健康个体的生物运动研究发现, 生物运动知觉并非单一现象, 而是一种具有不同加工机制(基于整体结构和基于局部运动)的多水平现象, 局部生物运动本身可能包含了一些特异性信息, 如脚部的运动在局部运动倒置效应中起了非常关键的作用。一些视觉研究发现, ASD 患者存整体加工缺陷, 但具有“局部偏向”, 即自闭症患者能够比正常发育者更好地忽视与任务无关的整体信息或对局部水平的反应比控制组更快更准(Martin & McDonald, 2003; Russell-Smith, Maybery, Bayliss, & Sng, 2012)。因此, 为更加全面的了解 ASD 患者生物运动知觉是否完好, 未来研究需要进一步探讨局部生物运动信息在 ASD 患者出现能力缺陷中的作用以及脑激活情况。再次, 将 ASD 患者加工生物运动信息时的脑区活动作为预测行为康复训练效果的神经生理指标的研究还较少, 其可重复性上需要进一步的验证。未来研究需要更加客观的、独立于 ASD 儿童父母的评价主体, 大样本数据, 以及其他训练康复技术, 以进一步验证生物运动响应脑区活动的可靠性和敏感性。最后, 生物运动知觉是一种习得的能力, 生物性运动是通过一条可塑的、特殊的视觉通路进行加工的。但到目前, 尚未有研究探讨 ASD 儿童的生物运动知觉是否具有可塑性, 通过行为康复训练是否能够改善 ASD 患者对生物运动信息的加工, 是未来研究值得关注的研究点。

基金项目

该文获得山东省自然科学基金(ZR2018BC065)和济南大学社科类校级一般项目(17YB22)。

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.
- 蒋毅, 王莉(2011). 生物运动加工特异性: 整体结构和局部运动的作用. *心理科学进展*, 19(3), 301-311.
- 王增建, 张得龙, 何芳芳, 梁碧珊, 黄瑞旺, 刘鸣(2014). 生物运动及其在社会认知障碍研究中的应用. *心理科学*, (5).
- Ahmed, A. A., & Vander Wyk, B. C. (2013). Neural Processing of Intentional Biological Motion in Unaffected Siblings of Children with Autism Spectrum Disorder: An fMRI Study. *Brain & Cognition*, 83, 297-306.
- Alaerts, K., Swinnen, S. P., & Wenderoth, N. (2017). Neural Processing of Biological Motion in Autism: An Investigation of Brain Activity and Effective Connectivity. *Scientific Reports*, 7.
- Alaerts, K., Woolley, D. G., Steyaert, J., Di, M. A., Swinnen, S. P., & Wenderoth, N. (2014). Underconnectivity of the Superior Temporal Sulcus Predicts Emotion Recognition Deficits in Autism. *Social Cognitive & Affective Neuroscience*, 9, 1589.
- Annaz, D., Campbell, R., Coleman, M., Milne, E., & Swettenham, J. (2012). Young Children with Autism Spectrum Disorder Do Not Preferentially Attend to Biological Motion. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42, 401-408.
- 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, 826-838.

- Association, A. P. (2000). *American Psychiatric Association: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*.
- Atkinson, A. P. (2009). Impaired Recognition of Emotions from Body Movements Is Associated with Elevated Motion Coherence Thresholds in Autism Spectrum Disorders. *Neuropsychologia*, *47*, 3023-3029.
- Blake, R. (2003). Visual Recognition of Biological Motion Is Impaired in Children with Autism. *Psychological Science*, *14*, 151-157.
- Boxtel, J. J. A. V., Dapretto, M., & Lu, H. (2016). Intact Recognition, but Attenuated Adaptation, for Biological Motion in Youth with Autism Spectrum Disorder. *Autism Research*, *9*, 1103-1113.
- Centelles, L., Assaiante, C., Etchegoyhen, K., Bouvard, M., & Schmitz, C. (2013). From Action to Interaction: Exploring the Contribution of Body Motion Cues to Social Understanding in Typical Development and in Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, *43*, 1140-1150.
- Clarke, T. J., Bradshaw, M. F., Field, D. T., Hampson, S. E., & Rose, D. (2005). The Perception of Emotion from Body Movement in Point-Light Displays of Interpersonal Dialogue. *Perception*, *34*, 1171-1180.
- Cleary, L., Looney, K., Brady, N., & Fitzgerald, M. (2014). Inversion Effects in the Perception of the Moving Human Form: A Comparison of Adolescents with Autism Spectrum Disorder and Typically Developing Adolescents. *Autism the International Journal of Research & Practice*, *18*, 943-952.
- Cusack, J. P., Williams, J. H., & Neri, P. (2015). Action Perception Is Intact in Autism Spectrum Disorder. *Journal of Neuroscience the Official Journal of the Society for Neuroscience*, *35*, 1849-1857. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4133-13.2015>
- Freitag, C. M., Hberlen, M., Kleser, C., & Krick, C. (2008). *Motion Perception in Autistic Disorders: A Functional MRI Study*. Paper Presented at the International Meeting for Autism Research.
- Freitag, C. M., Konrad, C., Häberlen, M., Kleser, C., Von, G. A., Reith, W. et al. (2008). Perception of Biological Motion in Autism Spectrum Disorders. *Neuropsychologia*, *46*, 1480. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.12.025>
- Grossman, E., Donnelly, M., Price, R., Pickens, D., Morgan, V., Neighbor, G., & Blake, R. (2000). Brain Areas Involved in Perception of Biological Motion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *12*, 711-720. <https://doi.org/10.1162/089892900562417>
- Herrington, J. D., Baroncohen, S., Wheelwright, S. J., Singh, K. D., Bullmore, E. T., Brammer, M., & Williams, S. C. R. (2007). The Role of MT+/V5 during Biological Motion Perception in Asperger Syndrome: An fMRI Study. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *1*, 14-27. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2006.07.002>
- Hirai, M., Gunji, A., Inoue, Y., Kita, Y., Hayashi, T., Nishimaki, K. et al. (2014). Differential Electrophysiological Responses to Biological Motion in Children and Adults with and without Autism Spectrum Disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *8*, 1623-1634. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.08.014>
- Hirai, M., Watanabe, S., Honda, Y., & Kakigi, R. (2009). Developmental Changes in Point-Light Walker Processing during Childhood and Adolescence: An Event-Related Potential Study. *Neuroscience*, *161*, 311-325. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2009.03.026>
- Hubert, B., Wicker, B., Moore, D. G., Monfardini, E., Duverger, H., Fonséca, D. D., & Deruelle, C. (2007). Recognition of Emotional and Non-Emotional Biological Motion in Individuals with Autistic Spectrum Disorders. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, *37*, 1386-1392. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0275-y>
- Johansson, G. (1973). Visual Perception and a Model for Its Analysis. *Attention Perception & Psychophysics*, *14*, 201-211. <https://doi.org/10.3758/BF03212378>
- Jokisch, D., Troje, N. F., Koch, B., Schwarz, M., & Daum, I. (2005). Differential Involvement of the Cerebellum in Biological and Coherent Motion Perception. *European Journal of Neuroscience*, *21*, 3439-3446. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2005.04145.x>
- Kaiser, M. D., & Pelphrey, K. A. (2012). Disrupted Action Perception in Autism: Behavioral Evidence, Neuroendophenotypes, and Diagnostic Utility. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *2*, 25-35. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2011.05.005>
- Kaiser, M. D., Delmolino, L., Tanaka, J. W., & Shiffrar, M. (2010). Comparison of Visual Sensitivity to Human and Object Motion in Autism Spectrum Disorder. *Autism Research*, *3*, 191-195. <https://doi.org/10.1002/aur.137>
- Kaiser, M. D., Hudac, C. M., Shultz, S., Lee, S. M., Cheung, C., Berken, A. M. et al. (2010). Neural Signatures of Autism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *107*, 21223-21228. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010412107>
- Keown, C. L., Shih, P., Nair, A., Peterson, N., & Mulvey, M. E. (2013). Local Functional Overconnectivity in Posterior Brain Regions Is Associated with Symptom Severity in Autism Spectrum Disorders. *Cell Reports*, *5*, 567-572. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2013.10.003>
- Klin, A., & Jones, W. (2008). Altered Face Scanning and Impaired Recognition of Biological Motion in a 15-Month-Old Infant with Autism. *Developmental Science*, *11*, 40-46. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00608.x>

- Klin, A., Lin, D. J., Gorrindo, P., Ramsay, G., & Jones, W. (2009). Two-Year-Olds with Autism Orient to Non-Social Contingencies Rather than Biological Motion. *Nature*, *459*, 257-261. <https://doi.org/10.1038/nature07868>
- Koldewyn, K., Whitney, D., & Rivera, S. M. (2011). Neural Correlates of Coherent and Biological Motion Perception in Autism. *Developmental Science*, *14*, 1075-1088. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01058.x>
- Krakowski, A. I., Ross, L. A., Snyder, A. C., Sehatpour, P., Kelly, S. P., & Foxe, J. J. (2011). The Neurophysiology of Human Biological Motion Processing: A High-Density Electrical Mapping Study. *Neuroimage*, *56*, 373. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.01.058>
- Kröger, A., Bletsch, A., Krick, C., Siniatchkin, M., Jarczok, T. A., Freitag, C. M., & Bender, S. (2014). Visual Event-Related Potentials to Biological Motion Stimuli in Autism Spectrum Disorders. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *9*, 1214-1222. <https://doi.org/10.1093/scan/nst103>
- Lei, J., & Ventola, P. (2017). Pivotal Response Treatment for Autism Spectrum Disorder: Current Perspectives. *Neuropsychiatric Disease & Treatment*, *13*, 1613-1626. <https://doi.org/10.2147/NDT.S120710>
- Martin, I., & McDonald, S. (2003). Weak Coherence, No Theory of Mind, or Executive Dysfunction? Solving the Puzzle of Pragmatic Language Disorders. *Brain & Language*, *85*, 451-466. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00070-1](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00070-1)
- Mazzoni, & Noemi (2017). *The Recognition of Emotional Biological Movement in Individuals with Typical Development and Autism Spectrum Disorder (ASD)*.
- Mckay, L. S., Simmons, D. R., Mcaleer, P., Marjoram, D., Piggot, J., & Pollick, F. E. (2012). Do Distinct Atypical Cortical Networks Process Biological Motion Information in Adults with Autism Spectrum Disorders? *Neuroimage*, *59*, 1524-1533. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.08.033>
- Moore, D. G., Hobson, R. P., & Lee, T. (1997). Components of Person Perception: An Investigation with Autistic, Non-Autistic, and Typically Developing Children and Adolescents. *British Journal of Developmental Psychology*, *15*, 401-423. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1997.tb00738.x>
- Murphy, P., Brady, N., Fitzgerald, M., & Troje, N. F. (2009). No Evidence for Impaired Perception of Biological Motion in Adults with Autistic Spectrum Disorders. *Neuropsychologia*, *47*, 3225-3235. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.07.026>
- Nackaerts, E., Wagemans, J., Helsen, W., Swinnen, S. P., Wenderoth, N., & Alaerts, K. (2012). Recognizing Biological Motion and Emotions from Point-Light Displays in Autism Spectrum Disorders. *PLoS ONE*, *7*, e44473. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044473>
- Parron, C., Da, F. D., Santos, A., Moore, D. G., Monfardini, E., & Deruelle, C. (2008). Recognition of Biological Motion in Children with Autistic Spectrum Disorders. *Autism*, *12*, 261-274. <https://doi.org/10.1177/1362361307089520>
- Pavlova, M. A. (2012). Biological Motion Processing as a Hallmark of Social Cognition. *Cerebral Cortex*, *22*, 981-995. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr156>
- Peuskens, H., Vanrie, J., Verfaillie, K., & Orban, G. A. (2005). Specificity of Regions Processing Biological Motion. *European Journal of Neuroscience*, *21*, 2864-2875. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2005.04106.x>
- Puglia, M. H., & Morris, J. P. (2017). Neural Response to Biological Motion in Healthy Adults Varies as a Function of Autistic-Like Traits. *Frontiers in Neuroscience*, *11*, 404. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00404>
- Pyles, J. A., Garcia, J. O., Hoffman, D. D., & Grossman, E. D. (2007). Visual Perception and Neural Correlates of Novel "Biological Motion". *Vision Research*, *47*, 2786-2797. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2007.07.017>
- Russell-Smith, S. N., Maybery, M. T., Bayliss, D. M., & Sng, A. A. H. (2012). Support for a Link between the Local Processing Bias and Social Deficits in Autism: An Investigation of Embedded Figures Test Performance in Non-Clinical Individuals. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *42*, 2420-2430. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1506-z>
- Rutherford, M. D., & Troje, N. F. (2012). IQ Predicts Biological Motion Perception in Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, *42*, 557-565. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1267-0>
- Saygin, A. P., Cook, J., & Blakemore, S. J. (2010). Unaffected Perceptual Thresholds for Biological and Non-Biological Form-from-Motion Perception in Autism Spectrum Conditions. *PLoS ONE*, *5*, e13491. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013491>
- Servos, P., Osu, R., Santi, A., & Kawato, M. (2002). The Neural Substrates of Biological Motion Perception: An fMRI Study. *Cerebral Cortex*, *12*, 772-782. <https://doi.org/10.1093/cercor/12.7.772>
- Shukla, D. K., Keehn, B., Smylie, D. M., & Müller, R. A. (2011). Microstructural Abnormalities of Short-Distance White Matter Fiber Tracts in Autism Spectrum Disorder. *Neuropsychologia*, *49*, 1378-1382. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.02.022>
- Simion, F., Regolin, L., & Bulf, H. (2008). A Predisposition for Biological Motion in the Newborn Baby. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *105*, 809-813. <https://doi.org/10.1073/pnas.0707021105>
- Simmons, D. R., & Robertson, A. L. (2009). Vision in Autism Spectrum Disorder. *Vision Research*, *49*, 2705-2739.

<https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.08.005>

Swettenham, J., Remington, A., Laing, K., Fletcher, R., Coleman, M., & Gomez, J. C. (2013). Perception of Pointing from Biological Motion Point-Light Displays in Typically Developing Children and Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 43, 1437. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1699-1>

Thurman, S. M., van Boxtel, J. J., Monti, M. M., Chiang, J. N., & Lu, H. (2016). Neural Adaptation in pSTS Correlates with Perceptual after Effects to Biological Motion and with Autistic Traits. *Neuroimage*, 136, 149-161. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.05.015>

Vanrie, J., & Verfaillie, K. (2004). Perception of Biological Motion: A Stimulus Set of Human Point-Light Actions. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 625-629. <https://doi.org/10.3758/BF03206542>

Wass, S. (2011). Distortions and Disconnections: Disrupted Brain Connectivity in Autism. *Brain & Cognition*, 75, 18-28. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2010.10.005>

Yang, D., Pelphrey, K. A., Sukhodolsky, D. G., Crowley, M. J., Dayan, E., Dvornek, N. C. et al. (2016). Brain Responses to Biological Motion Predict Treatment Outcome in Young Children with Autism. *Translational Psychiatry*, 6, e948. <https://doi.org/10.1038/tp.2016.213>

Yang, Y. J., Allen, T., Abdullahi, S. M., Pelphrey, K. A., Volkmar, F. R., & Chapman, S. B. (2017). Brain Responses to Biological Motion Predict Treatment Outcome in Young Adults with Autism Receiving Virtual Reality Social Cognition Training: Preliminary Findings. *Behaviour Research and Therapy*, 93, 55-66. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2017.03.014>

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7273, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ap@hanspub.org