

The Neural Mechanism of Communication Ability of Autistic Children and the Research and Application of Picture Exchange Communication System

Mingmin Zhang^{1,2}, Yujing Sun¹, Haixia Gu², Jun Jiang^{1*}

¹Department of Basic Psychology, School of Psychology, Third Military Medical University, Chongqing

²School of Public Health and Management, Chongqing Medical University, Chongqing

Email: jun.qq.jiang@gmail.com

Received: Oct. 30th, 2018; accepted: Nov. 9th, 2018; published: Nov. 16th, 2018

Abstract

Autism spectrum disorder (ASD) is a pervasive developmental disorder (PDD) characterized by the deficits in social communication, verbal and non-verbal language skills. Rehabilitation training of autism communication ability and its neurobiological basis have been the focus of attention of researchers. This paper systematically reviews the speech function, cognitive ability of social situations and the neural mechanism of attention and self-consciousness in ASD from the aspects of electrophysiology and brain neuroimaging. The Picture Exchange Communication System (PECS) is a set of picture-assisted communication intervention training program developed for individuals with speech communication disorders. Based on the applied research of picture exchange communication system, this paper summarizes the research of PECS on communication rehabilitation training of ASD, Asperger Syndrome (AS), Heller's syndrome and Rett Syndrome (RTT). Studies can focus on the structural and functional changes of brain function in autistic children before and after PECS intervention in future, applying new data analysis techniques to study the functional integration and differentiation at the level of brain network to further reveal the mechanism of PECS on autistic children's rehabilitation from the level of cognitive neural mechanism.

Keywords

Picture Exchange Communication System, Autism Spectrum Disorder, Neural Mechanism

孤独症儿童沟通能力的神经机制与图片交换沟通系统的研究应用

张明民^{1,2}, 孙玉静¹, 古海霞², 蒋 军^{1*}

*通讯作者。

¹陆军军医大学(第三军医大学)心理学院基础心理学教研室, 重庆

²重庆医科大学公共卫生与管理学院, 重庆

Email: jun.qq.jiang@gmail.com

收稿日期: 2018年10月30日; 录用日期: 2018年11月9日; 发布日期: 2018年11月16日

摘要

孤独症谱系障碍(Autism Spectrum Disorder, ASD)是一种以社会交往、言语和非言语交流缺陷为主要症状的广泛性发育障碍。孤独症沟通能力的康复性训练以及其神经生物学基础一直是研究者关注的焦点。本文从电生理、大脑神经影像等方面对ASD言语功能, 社交情景的认知能力以及注意与自我意识的神经机制研究做了系统的梳理。图片交换沟通系统(Picture Exchange Communication System, PECS)是一套针对言语沟通障碍个体而开发的图片辅助沟通干预训练程序。基于图片交换沟通系统的应用研究, 本文总结了PECS对ASD、阿斯伯格(Asperger Syndrome, AS)综合征、儿童瓦解精神障碍(Heller综合征)以及Rett综合征(Rett Syndrome, RTT)等弥散性神经发育障碍的沟通能力康复训练的研究。未来的研究可以关注孤独症儿童在PECS干预前后的脑功能结构改变, 并应用新的数据分析技术, 在脑网络水平上的功能整合与分化视角来研究, 从认知神经机制层面进一步揭示PECS对孤独症儿童康复的影响机制。

关键词

图片交换沟通系统, 孤独症谱系障碍, 神经机制

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

孤独谱系障碍(Autism Spectrum Disorder, ASD)是一组异质的神经发育性疾病, 其典型特征有社交障碍、沟通障碍、异常受限的重复性行为 and 兴趣狭窄。儿童孤独症与阿斯伯格(Asperger Syndrome, AS)综合征、儿童瓦解精神障碍(Heller 综合征)、Rett 综合征(Rett Syndrome, RTT)等都属于弥散性发育障碍(Pervasive Development Disorder, PDD)。弥散性发育障碍是指一组起病于婴幼儿期的全面性神经发育障碍, 以人际交往和沟通模式的异常为主要症状。Asperger 综合征又称孤独症性精神病, 症状与孤独症相似, 但不伴随认知和语言发展迟滞。儿童瓦解障碍又叫做 Heller 综合征, 除了有孤独症类似的认知及社会功能障碍外, 还存在运动机能的丧失以及大小便控制能力的损伤。RTT 综合征仅见于女性儿童, 患儿出生后两年左右出现认知发育停滞, 并有刻板动作、社会环境兴趣丧失、躯体运动失调等症状[1]。世界范围内孤独症的发病率约为 1% [2], 近年来美国孤独症的发病率呈现逐年上涨的趋势[3]。中国孤独症发病率约为 0.024%, 低于世界平均水平, 但近年来国内发病率也不断提高[4]。

孤独症儿童的社会性活动功能损伤严重, 大部分孤独症患者的智力水平在重度智力低下和极重度智力低下之间, 且社会适应能力存在明显的缺陷[5]。随着智力水平的提高, ASD 儿童的社会适应能力也会相应的提升。大多数 AS 儿童智力水平在正常范围内, 但社交方式刻板、仪式化、生硬, 沟通能力低下。AS 儿童社会适应能力显著低于正常儿童水平, 但与孤独症患者相比较, 社会适应能力较高[6]。此外, 孤

孤独症患者的家庭需要负担孤独症患儿的医疗和康复费用等支出, 由于孤独症患者无法顺利社会化, 造成孤独症患者家庭未来预计收入的损失。

孤独症的神经生物学基础一直是研究者关注的焦点。有研究指出, 孤独症患者存在严重的小脑机能障碍。小脑主要负责调节注意、感知觉、运动功能, 以及对未来信息进行预测分析和处理, 小脑机能障碍导致孤独症患者无法对周围信息进行预测分析并应对社交情境中的事件[7] [8] [9]。也有研究指出孤独症患者存在顶叶、内侧颞叶以及额叶的机能障碍[10] [11] [12]。颞上沟被认为是“社会大脑”的关键皮层区域, 孤独症典型受损的社会知觉技能则与此区域有关[13]。

对孤独症儿童的康复训练主要包括言语训练、社会交往训练以及日常生活训练。人类的沟通能力是日常社交中必不可少的能力, 社交活动需要言语沟通和非言语沟通的共同参与, 如口头表达与肢体语言的并用。孤独症儿童的沟通通常是非言语性的沟通, 大部分孤独症儿童无法正常使用口头语言与他人进行交流。孤独症儿童的沟通能力受到自身对社会环境的应对能力以及心理发展阶段的影响[14]。因此对孤独症患儿的康复训练主要针对社会适应能力水平的提高, 社交干预能够提高孤独症患儿的社交能力, 增强其沟通能力[15]。图片交换沟通系统(Picture Exchange Communication System, PECS)是一套言语康复训练系统, 旨在增加孤独症患者功能性沟通行为[16]。近年来, 图片交换沟通系统在对孤独症儿童的治疗中得到了广泛运用。本文总结了图片交换沟通系统对孤独症儿童沟通能力的干预情况, 以及孤独症儿童沟通能力的神经机制, 以促进使用图片交换沟通系统对孤独症患儿的言语康复训练, 并进行更深入的神经机制的研究。

2. 孤独症儿童沟通能力的神经机制

2.1. 孤独症儿童言语功能的神经机制研究

人类以语言为基础进行交流沟通, 语言是大脑的高级机能, 不同皮层区域受损会导致不同的失语症状, 例如布洛卡区受损会导致布洛卡失语症, 患者语法功能受损, 难以表达复杂的句子, 发音困难, 表达不流畅。语言障碍是孤独症的主要临床症状之一, ASD 患者的言语理解以及言语表达能力较低。N400 是一种事件相关电位(Event-related potential, ERP)的晚期负波, 它反映了大脑对文字进行语义加工的过程[17]。Mcclerry 等人应用 ERP 技术, 采用图片 - 文字刺激以及图片 - 环境声音刺激匹配范式, 研究 ASD 儿童言语以及非言语的语义信息整合能力。结果发现正常儿童无论是在图片 - 文字不匹配条件下, 还是在图片 - 环境声音不匹配条件下, 都能够诱发 N400, 但 ASD 儿童只能在图片 - 环境声音不匹配条件下诱发 N400, 在图片 - 文字不匹配条件下无法诱发 N400, 结果表明 ASD 患者言语加工缺陷比非言语加工缺陷更为严重, 为 ASD 患儿语义表征缺陷提供了证据[18]。在社会交往中, 对视觉以及听觉信息进行信息整合能够有效的促进言语理解。Megin 等人对阿斯伯格患儿以及正常发育控制组分别“单独呈现声音刺激”, “单独呈现正常面孔刺激”, “单独呈现倒置模糊面孔刺激”, “联合呈现声音刺激以及正常面孔刺激”, “联合呈现声音刺激以及倒置模糊的面孔刺激”等五类刺激以探究阐明视觉言语(伴随着口语单词的嘴唇运动)对孤独症儿童听觉言语理解的影响。正常发育的控制组在 N1、P2、N4 时间窗都表现出了视听整合效应, 并在单独呈现面孔以及联合呈现面孔以及语音条件下有着不同的加工机制。孤独症患儿在 N1、P2、N4 时间窗口下也存在视听整合效应, 但其 P2 波形是由倒置模糊的面孔引起。结果表明孤独症患儿存在异常的视听整合加工机制, 无法完成听觉以及视觉信息的整合以促进言语理解[19]。

2.2. 孤独症儿童对社会交往情境的认知能力神经机制研究

在日常社会交往活动中, 人们需要对社会交往过程中的情境变化进行一定的评估和预测, 并采取有效的应对措施, 小脑功能异常导致孤独症患者无法对未来变化进行准确的预测, 从而一定程度上损害了

孤独症儿童的沟通能力[20]。沟通过程中，领悟交谈内容的隐喻性意义也十分重要，Castelli 等人利用正电子发射计算机断层显像技术对阿斯伯格患儿进行了研究，要求他们观看三种不同类型的动画。在观看有暗示意义的动画时，正常被试的内侧前额叶皮层、颞上沟组成的智能化网络激活，但阿斯伯格患儿智能化网络激活程度较低，并且颞上沟也显示出较低的连通性[21]。

情绪识别在社会交往过程中具有重要作用，在社交过程中，人类可以通过识别沟通对象的面部表情决定社交策略以及谈话内容。Nounchine 等人使用功能核磁共振成像，记录了十名孤独症患者以及七名正常对照组在进行面孔识别任务时的大脑激活情况，结果显示孤独症患者的面孔加工机制异常，其“社会性大脑”激活异常，主要涉及的脑区有枕叶、颞叶皮质、眶额叶、杏仁核以及扣带回等，与正常的对照组相比，孤独症患者存在着不同的面孔信息处理机制[22]。

2.3. 孤独症患者注意与自我意识的神经机制研究

在社会交往过程中，个体需要在交往过程中实时注意交往对象并监控交往过程，但孤独症患者兴趣狭窄，难以在社交活动中保持注意。Cherkassky 等人使用 fMRI 技术对孤独症患者和正常被试在静息态下进行研究，其结果表明，孤独症患者的额中回和额上回的活动显著高于控制组，而正常组被试的右侧额中回有更强的活动，这些脑区和执行控制能力有关，这在一定程度上可以解释孤独症患者在社交交往过程中难以持续注意交往对象以及监控交往过程[23]。Bireber 等人发现 ASD 与注意缺陷多动障碍(Attention deficit hyperactivity disorder, ADHD)的儿童都存在左侧颞叶的灰质体积减少和左下顶叶皮质的灰质体积增加。此外，ASD 患者右侧边缘叶的灰质体积增加，这些发现揭示了 ADHD 和 ASD 患者的神经认知特征的相似性，即都存在一定的注意问题。

社会交往活动中的个体需要对沟通对象的行为活动进行一定的评估和预测，并需要对自我相关的概念进行加工，先前的研究一致表明，孤独症患者的网络内部以及网络间的功能连接显著低于控制组，这可能与孤独症个体自我意识的受损，不会产生自发的和与自我相关的思考等有关[23] [24]。

3. 图片交换沟通系统对孤独症儿童沟通能力的干预

3.1. 图片交换沟通系统简介

鉴于传统 ASD 儿童沟通训练方法的不足，Bondy 以及 Frost 发展了图片交换沟通系统。PECS 是一套专门训练孤独症儿童使用图片辅助沟通的系统。PECS 强调孤独症儿童与人沟通的自发性，它以结构化的环境、程序和教材协助孤独症儿童学习主动与人沟通；借着强化物，循序渐进地使用图像和句子，让 ASD 儿童建立实用的沟通技巧。

运用图片交换沟通系统进行的训练过程分为以图换物、增加自发性、图卡辨别、句子结构、回应以及自发性反应六个循序渐进的阶段[25]。以图换物阶段的目标是建立基本的沟通模式，ASD 患儿需要将喜欢物体的对应图片交给训练员；第二阶段是增加 ASD 患儿在沟通过程中的自发性，患儿需要自行走向训练员并将图片交到训练员手中；图卡辨别阶段会逐渐增加图片库中图片的数量，ASD 患儿需要对图片进行辨认后，选出正确的图片，并完成上一阶段相同的任务；句子结构阶段需要孤独症患者在选取图片前使用“我要”图卡，并将选取的图片放在“我要”图卡后，当患儿熟悉后，让其自行组织整个句子；回应阶段即训练员对 ASD 患儿先前的行为进行一定的回应，当 ASD 患儿选择了正确的图卡并放置在“我要”图卡后，训练员对 ASD 患儿做出回应“你要什么？”；自发性回应阶段的目标是 ASD 患儿能回答评论性问题及表达意念，即 ASD 能够回答之前训练员在回应阶段中所提出的类似“你要什么？”的问题。通过以上过程的学习，ASD 患儿能够逐渐与他人进行沟通，表达自己的意念，促进孤独症患儿的社会化。

3.2. 图片交换沟通系统的干预方式

当前使用图片交换沟通系统对孤独症儿童的沟通能力进行干预常存在两种形式：一是单独使用 PECS 对孤独症儿童进行干预；二是 PECS 联合其他干预技术对孤独症儿童的沟通能力进行干预。

孤独症儿童社交和沟通能力的提升与同伴的积极影响是密不可分的，同伴的积极互动带来的效果可能是双向的。Thiemann-Bourque 等人的一项研究中以 4 个患有严重孤独症且语言能力有障碍的儿童和 7 个健康儿童为研究对象，让健康儿童与孤独症儿童共同完成图片交换沟通系统的训练任务[26]。研究发现，通过学习使用 PECS，正常发展的同伴能够更好地响应孤独症学龄前儿童的反应。7 个健康儿童都增加了与孤独症儿童的交流，并且 4 个孤独症儿童在健康儿童的引导下也都表现出了更好的社会参与。也有研究证实，教导健康儿童与孤独症儿童一起使用图片交换沟通系统训练可能是一种提高语言能力损伤的孤独症儿童自我控制能力和社会交往技巧的有效方法[27]。这很好的提示我们，在改善孤独症儿童的适应能力的同时，发挥孤独症儿童的交往环境以及交往对象的积极作用，可能会取得更好的效果。

随着技术的发展，iPad 等电子设备也被运用于 PECS 训练[28]。相较于传统纸质版的 PECS 训练方式，使用 iPad 等平板电脑的 PECS 训练应用程序对孤独症儿童进行干预，将更加方便。在这一过程中，我们需要尽力保留传统 PECS 训练模式的优势，并克服使用新技术可能带来的不良影响。

3.3. 图片交换沟通系统的有效性研究

短期内使用 PECS 训练孤独症儿童的积极效果得到了一致认可。Homlita 等人[29]使用图片交换沟通系统在短期内对孤独症儿童进行行为训练，发现孤独症儿童的行为技能得到显著提升。Ganz 和 Simpson 的研究[30]显示，PECS 训练能够增加孤独症儿童的词汇量，促进其对复杂语法的掌握。Charlop christy 等人通过观察玩耍和学习过程中 ASD 儿童的口头言语行为发生频率，来衡量 PECS 训练效果。结果表明 PECS 起到了增加社会交流行为和减少问题行为的积极作用[31]。在对 PECS 有效性的元分析研究中，Flippin 等人对 1994 年至 2009 年 6 月间编写的 PECS 文献进行了系统的回顾，其结果表明 PECS 是一个极具前景的提高孤独症儿童沟通能力的干预技术[32]。

针对 PECS 训练对孤独症儿童预后效果的持续时间仍然存在一定争议。Lerna 等人[33]将 14 名孤独症儿童分为两组，实验组和对照组分别使用 PECS 以及传统语言疗法(Conventional language therapy, CLT)进行干预。12 个月后，研究者对所有经过治疗的儿童进行随访，发现两组儿童的孤独症状均有稳定的改善，使用 PECS 进行训练的实验组相较于使用 CLT 训练的对照组的孤独症状改善程度更高，PECS 组在社会环境中的沟通技能有显著的改善。这些结果表明，PECS 训练可以促进孤独症儿童的社会交际能力的长期增强。而 Howlin 等人发现，老师对孤独症儿童进行 PECS 训练后，学生在课堂上提高了主动性，对语言的使用率也有所增加，可一旦这种主动干预停止，治疗效果就很难维持。以上的两项研究基于 PECS 对孤独症儿童预后效果的持续时间存在一定争议，不同的研究者可能在训练模式，训练时长，以及患儿病情严重程度等额外因素的控制方面存在差异。基于此，未来研究者将更需要发挥有利因素的影响，努力将 PECS 对 ASD 儿童的干预维持一个稳定且长期的效果[34]。

目前有关 PECS 的研究对象主要集中在学前期、小学以及初中阶段，针对幼儿期(0~2 岁)以及青少年时期(15~22 岁)的研究较少。学前期儿童开始逐步社会化，进入学校，社交范围从父母扩展到老师以及同学，Carr 等人发现对 3~7 岁孤独症儿童进行 PECS 训练能够有效增加孤独症儿童与老师的互动[35]。Jurgen 等人利用 PECS 技术对孤独症儿童进行训练后，发现孤独症儿童在学习社交情境中(如学校)，增加了口头表达行为[36]。小学儿童的社会交流范围更多的出现在学校内，使用 PECS 能够增加 ASD 儿童在课堂内的交流频率，尽管 ASD 儿童在课堂内的交流形式仍然较为单一[34]。未来的研究可以将 PECS 突破现有

情境的限制,应用到家庭、学校之外的更大社交范围; PECS 能否在更大程度上改善孤独症儿童的交流形式,从而提升其沟通能力和社交能力。

3.4. PECS 与其他弥散性发育障碍

弥散性发育障碍还包括非典型性孤独症、阿斯伯格综合征、Heller 综合征、Rett 综合征等, PECS 也用来对阿斯伯格综合征患儿进行言语康复训练,是促进阿斯伯格综合征患者提高社会交往能力、社交技巧的主要辅助康复训练手段[37]。Stasolla 使用 PECS 以及声音输出沟通辅助系统(Vocal output communication aid, VOCA)共同干预的策略对三名 Rett 综合征女孩进行干预,研究表明图片交换沟通系统与 VOCA 的联用能够有效减轻 Rett 综合征患者的刻板行为,并改善 Rett 综合征患者的沟通能力[38]。但目前使用图片交换沟通系统对其他弥散性发育障碍进行康复训练的研究较少,原因主要有两个方面:首先,难以找到合适的患者,例如 Rett 综合征的患病率为 0.008%,较为罕见[39];其次,与典型的孤独症患者不同,这类患者使用 PECS 进行沟通能力的康复训练没有一个标准化的训练过程,难以对其使用 PECS 进行研究以及康复训练。

4. 总结与展望

图片交换沟通系统是一种有效改善孤独症儿童沟通能力的训练方式,使用方法多样,单独使用 PECS 对孤独症儿童干预以及 PECS 联合其他治疗手段的干预方式都已被广泛的应用。随着技术的发展,使用 iPad 应用软件等进行电子版的 PECS 训练的方式逐渐取代了纸质版的 PECS 系统[28]。而多项研究都证明了 PECS 对孤独症儿童沟通能力的干预具有积极作用,其他种类的弥散性发育障碍也常用 PECS 进行康复训练。孤独症患儿言语功能存在一定的障碍,并且孤独症患儿在社会交往活动中存在一定的情绪识别异常、注意障碍以及自我加工异常。图片交换沟通系统在提升孤独症儿童社会交往活动表现的同时也有助于减少孤独症儿童的其他问题行为发生,这也启示我们图片交换沟通系统的应用可能存在更大的空间和前景,值得我们在未来的研究中去探索和发现。扩大图片交换沟通系统的应用范围,一方面需要医护人员和专业的研究者对图片交换沟通系统不断更新完善,并在 ASD 及其他弥散性发育障碍儿童的治疗实践中进行推广,另一方面需要广大的神经发育障碍儿童的家长积极配合和学习训练治疗,并将系统训练融入生活,有助于儿童训练效果的提升。

目前孤独症儿童的神经影像学研究显示其小脑、杏仁核等区域存在异常,目前图片交换沟通系统对 ASD 儿童的训练改善其沟通能力提升的神经机制并不清楚[40]。因 ASD 儿童沟通能力的欠缺,已有的研究中对孤独症儿童任务状态下的神经机制研究较少,而孤独症儿童在使用图片交换沟通系统进行训练的前后,其在静息态下的大脑功能的活动变化是反映其神经机制的有效研究方式,因此未来应当着重于研究孤独症儿童在使用 PECS 进行康复训练前后的大脑功能变化。随着神经生理研究的不断深入,脑影像技术的不断发展,新的数据分析方法的不断完善,不仅脑结构与脑功能的变化得以揭示,不同脑区之间的功能协同发展也得到更深入的研究,这都有助于揭示图片交换沟通系统提升孤独症儿童沟通能力的神经机制。另外,目前关于 PECS 与其他类型的弥散发育性障碍的研究较少,未来研究应在关注 PECS 对典型性孤独症的康复训练基础之上,也应关注 PECS 在 AS、Heller 综合征以及 RTT 等其他孤独症系障碍方面的应用研究。

基金项目

本研究得到重庆市社会科学规划项目(2016QNJY33)、国家自然科学基金青年项目(31600874)和重庆市基础科学与前沿技术研究专项项目(cstc2017jcyjAX0059)的资助。

参考文献

- [1] Lord, C., Rutter, M. and Couteur, A.L. (1994) Autism Diagnostic Interview—Revised: A Revised Version of a Diagnostic Interview for Caregivers of Individuals with Possible Pervasive Developmental Disorders. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, **24**, 659-685. <https://doi.org/10.1007/BF02172145>
- [2] Lai, M.C., Lombardo, M.V. and Baron-Cohen, S. (2014) Autism. *Lancet*, **383**, 896-910. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61539-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61539-1)
- [3] Liu, K.-Y., King, M. and Bearman, P.S. (2010) Social Influence and the Autism Epidemic. *American Journal of Sociology*, **115**, 1387-1434. <https://doi.org/10.1086/651448>
- [4] Li, N., et al. (2011) Prevalence of Autism-Caused Disability among Chinese Children: A National Population-Based Survey. *Epilepsy & Behavior*, **22**, 786-789. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2011.10.002>
- [5] 贾美香, 杨晓玲. 孤独症儿童智力水平及社会适应能力的比较研究.[J]. 中国心理卫生杂志, 1998(2): 88-88.
- [6] 邹小兵. 阿斯伯格综合征[J]. 中国实用儿科杂志, 2007, 22(3): 163-166.
- [7] Courchesne, E. (1997) Prediction and Preparation: Anticipatory Role of the Cerebellum in Diverse Neurobehavioral Functions. *Behavioral & Brain Sciences*, **20**, 248-249. <https://doi.org/10.1017/S0140525X97261431>
- [8] Piven, J., et al. (1997) An MRI Study of Autism: The Cerebellum Revisited. *Neurology*, **49**, 546-551. <https://doi.org/10.1212/WNL.49.2.546>
- [9] Fatemi, S.H., et al. (2012) Consensus Paper: Pathological Role of the Cerebellum in Autism. *Cerebellum*, **11**, 777-807. <https://doi.org/10.1007/s12311-012-0355-9>
- [10] Knaus, T.A., Tager-Flusberg, H. and Foundas, A.L. (2012) Sylvian Fissure and Parietal Anatomy in Children with Autism Spectrum Disorder. *Behavioural Neurology*, **25**, 327-339. <https://doi.org/10.1155/2012/817390>
- [11] Hardan, A.Y., et al. (2006) Magnetic Resonance Imaging Study of the Orbitofrontal Cortex in Autism. *Journal of Child Neurology*, **21**, 866. <https://doi.org/10.1177/08830738060210100701>
- [12] Yau, V., et al. (2013) Prenatal Exposure to Perfluorinated Compounds (PFC) and Autism Spectrum Disorders: Results from the Early Markers for Autism Study. 2013 *International Meeting for Autism Research*, Atlanta, Georgia, 2 May 2013, 104.003.
- [13] Boddaert, N., et al. (2004) Superior Temporal Sulcus Anatomical Abnormalities in Childhood Autism: A Voxel-Based Morphometry MRI Study. *Neuroimage*, **23**, 364-369. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.06.016>
- [14] Tagerflusberg, H., Paul, R. and Lord, C. (2013) *Language and Communication in Autism*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 335-364.
- [15] Green, J., et al. (2010) Parent-Mediated Communication-Focused Treatment in Children with Autism (PACT): A Randomised Controlled Trial. *Lancet*, **26**, 2152-2160. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60587-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60587-9)
- [16] Bondy, A.S. and Frost, L.A. (1998) The Picture Exchange Communication System. *Seminars in Speech & Language*, **19**, 373-388. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1064055>
- [17] Kutas, M. and Hillyard, S.A. (1980) Reading Senseless Sentences: Brain Potentials Reflect Semantic Incongruity. *Science*, **207**, 203-205. <https://doi.org/10.1126/science.7350657>
- [18] McCleery, J.P., et al. (2010) Neural Correlates of Verbal and Nonverbal Semantic Integration in Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, **51**, 277-286. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2009.02157.x>
- [19] Megnin, O., et al. (2012) Audiovisual Speech Integration in Autism Spectrum Disorders: ERP Evidence for Atypicalities in Lexical-Semantic Processing. *Autism Research*, **5**, 39-48. <https://doi.org/10.1002/aur.231>
- [20] Mostofsky, S.H., et al. (2000) Evidence for a Deficit in Procedural Learning in Children and Adolescents with Autism: Implications for Cerebellar Contribution. *Journal of the International Neuropsychological Society*, **6**, 752-759. <https://doi.org/10.1017/S1355617700677020>
- [21] Castelli, F., et al. (2002) Autism, Asperger Syndrome and Brain Mechanisms for the Attribution of Mental States to Animated Shapes. *Brain*, **125**, 1839-1849. <https://doi.org/10.1093/brain/awf189>
- [22] Hadjikhani, N., et al. (2007) Abnormal Activation of the Social Brain during Face Perception in Autism. *Human Brain Mapping*, **28**, 441-449. <https://doi.org/10.1002/hbm.20283>
- [23] Cherkassky, V.L., et al. (2006) Functional Connectivity in a Baseline Resting-State Network in Autism. *Neuroreport*, **17**, 1687-1690. <https://doi.org/10.1097/01.wnr.0000239956.45448.4c>
- [24] Hagen, E.A.H.V.D., et al. (2013) Reduced Functional Connectivity within and between “Social” Resting State Networks in Autism Spectrum Conditions. *Social Cognitive & Affective Neuroscience*, **8**, 694-701. <https://doi.org/10.1093/scan/nss053>

- [25] 徐燕. 例谈自闭症儿童的语言沟通能力训练——以图片交换沟通系统为例[J]. 现代特殊教育, 2014(6): 39-40.
- [26] Thiemann-Bourque, K., et al. (2016) Picture Exchange Communication System and Pals: A Peer-Mediated Augmentative and Alternative Communication Intervention for Minimally Verbal Preschoolers with Autism. *Journal of Speech Language & Hearing Research*, **59**, 1133-1145. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0313
- [27] Paden, A.R., et al. (2012) Teaching Children with Autism to Engage in Peer-Directed Mands Using a Picture Exchange Communication System. *Journal of Applied Behavioral Analysis*, **45**, 425-429. <https://doi.org/10.1901/jaba.2012.45-425>
- [28] Rayner, C.S. (2013) The Finding That Three Children with ASD Were Taught to Use an iPad PECS App Was Conclusive, though One Participant Retained a Preference for Use of the Traditional PECS Book. *Evidence-Based Communication Assessment and Intervention*, **7**, 68-72. <https://doi.org/10.1080/17489539.2013.829274>
- [29] Homlitas, C., Rosales, R. and Candel, L. (2014) A Further Evaluation of Behavioral Skills Training for Implementation of the Picture Exchange Communication System. *Journal of Applied Behavioral Analysis*, **47**, 198-203. <https://doi.org/10.1002/jaba.99>
- [30] Ganz, J.B. and Simpson, R.L. (2004) Effects on Communicative Requesting and Speech Development of the Picture Exchange Communication System in Children with Characteristics of Autism. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, **34**, 395-409. <https://doi.org/10.1023/B:JADD.0000037416.59095.d7>
- [31] Charlopchristy, M.H., et al. (2013) Using the Picture Exchange Communication System (PECS) with Children with Autism: Assessment of PECS Acquisition, Speech, Social-Communicative Behavior, and Problem Behavior. *Journal of Applied Behavioral Analysis*, **35**, 213-231. <https://doi.org/10.1901/jaba.2002.35-213>
- [32] Flippin, M., Reszka, S. and Watson, L.R. (2010) Effectiveness of the Picture Exchange Communication System (PECS) on Communication and Speech for Children with Autism Spectrum Disorders: A Meta-Analysis. *American Journal of Speech-Language Pathology*, **19**, 178. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2010/09-0022\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2010/09-0022))
- [33] Anna, L., et al. (2014) Long-Term Effects of PECS on Social-Communicative Skills of Children with Autism Spectrum Disorders: A Follow-Up Study. *International Journal of Language & Communication Disorders*, **49**, 478-485. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12079>
- [34] Howlin, P., et al. (2007) The Effectiveness of Picture Exchange Communication System (PECS) Training for Teachers of Children with Autism: A Pragmatic, Group Randomised Controlled Trial. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, **48**, 473-481. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01707.x>
- [35] Carr, D. and Felce, J. (2007) The Effects of PECS Teaching to Phase III on the Communicative Interactions between Children with Autism and Their Teachers. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, **37**, 724-737. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0203-1>
- [36] Jurgens, A., Anderson, A. and Moore, D.W. (2009) The Effect of Teaching PECS to a Child with Autism on Verbal Behaviour, Play, and Social Functioning. *Behaviour Change*, **26**, 66-81. <https://doi.org/10.1375/bech.26.1.66>
- [37] Fouché, M. and Flares, K. (2013) Techniques Enhancing Social Interaction of Children with Asperger's Syndrome during Foundation Phase Music Education. Talking Drum.
- [38] Stasolla, F., et al. (2014) Comparing PECS and VOCA to Promote Communication Opportunities and to Reduce Stereotyped Behaviors by Three Girls with Rett Syndrome. *Research in Autism Spectrum Disorders*, **8**, 1269-1278. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.06.009>
- [39] Kerr, A.M. and Stephenson, J.B. (1986) A Study of the Natural History of Rett Syndrome in 23 Girls. *American Journal of Medical Genetics Part A*, **1**, 77. <https://doi.org/10.1002/ajmg.1320250509>
- [40] 孙玉静, 蒋军. 图片交换沟通系统促进孤独症儿童沟通能力研究[J]. 心理学进展, 2018, 8(9): 1314-1321. <https://doi.org/10.12677/ap.2018.89154>