

视觉搜索在孤独症谱系障碍儿童研究中的现状和进展*

钟丽平^{1,2} 陈卓铭^{1,3}

孤独症谱系障碍(autism spectrum disorders, ASD)是以社交障碍为主要特征的神经发育障碍,并伴随刻板行为模式、兴趣狭窄等社会特征。目前对ASD的研究除关注其共同注意力^[1](joint attention)、中央执行系统^[2](central executive system)、心理推理^[3](theory of mind, ToM)等认知能力外,研究者愈加关注ASD个体的选择性注意,特别是视觉搜索能力^[4-6]。视觉搜索是一种复杂的认知活动,要求个体在干扰刺激背景中选择指定目标,这是个体获取外界信息的重要途径。梳理以往的实验研究发现,ASD个体视觉搜索能力的研究结果存在矛盾之处。有研究报道,与正常个体相比ASD个体视觉搜索更具优势,亦有研究显示两者的视觉搜索能力并不存在差异^[13,15,21-22]。了解ASD个体视觉搜索特点可以更好地分析其行为的内在机制,从而促进ASD有效治疗。本文梳理了国内外有关ASD个体视觉搜索的研究,总结目前解释视觉搜索能力的理论机制,即知觉增强(perceptual enhancement)、注意系统障碍(atypical attention)和弱中央统合理论(weak central coherence),并提出未来分析ASD个体视觉搜索能力的研究方向和建议。

1 孤独症个体视觉搜索能力特点

1.1 视觉搜索

视觉搜索是个体在刺激矩阵中寻找不同靶子的过程。目前研究视觉搜索主要使用特瑞斯曼范式,该范式包括单一特征搜索(the single feature search)和特征结合搜索(feature conjunction search)两种实验条件^[7]。在单一特征搜索任务中,靶子与干扰刺激区别于某一个特征,例如在O矩阵中寻找Q。在特征结合搜索任务中,靶子和干扰刺激存在两个相同特征,例如在蓝色圆圈和红色三角形中寻找红色圆圈。反应时和正确率是评估视觉搜索能力的两个常用指标。干扰刺激数量、目标与干扰的相似性会影响个体的任务表现^[8]。

1.2 孤独症视觉搜索能力

视觉搜索是一个复杂的认知过程,包括特征平行加工、聚焦加工和目标判断三个阶段^[9]。Plaisted K等最早发现

ASD个体可能存在视觉搜索优势,研究者让ASD儿童和语言能力正常发展儿童完成单一特征搜索和特征结合搜索实验任务,结果ASD儿童搜索目标刺激的反应时都少于正常儿童,因此他们认为ASD个体可能存在视觉搜索优势^[10]。随后,越来越多的研究者开始研究ASD个体的视觉搜索能力。

1.2.1 孤独症存在视觉搜索优势:控制被试的非语言能力^[12]、年龄^[13]、群体特征^[14]等干扰变量,使用反应冲突范式(response competition task)和隐藏图形搜索实验(hidden pictures task)来研究ASD个体的视觉搜索能力,结果发现其在视觉搜索过程中存在优势效应^[11]。

Remington等^[15]使用反应冲突范式,根据非语言能力将被试进行配对分组,要求被试忽略右侧的干扰字母判断左侧圆环是否存在目标刺激。结果发现正常个体的成绩随左侧圆环数字增加而下降,而ASD个体不受影响,说明ASD儿童在高负荷条件下视觉搜索仍优于正常儿童。Jobs等^[16]使用图形掩蔽任务亦发现ASD儿童的搜索优势。眼动数据也提供了证据:Baldassi等^[17]控制被试记忆能力的影响,在视觉搜索任务中设置静态和动态两种实验条件,发现ASD个体瞳孔反应大于正常个体,在动态条件下对目标刺激的搜索快于正常个体^[18]。Gadgil等^[19]让ASD个体完成分层抽象形状识别任务,fMRI研究结果显示被试具有相似的早期视觉区域激活模式,但ASD个体的初级视觉皮层(右侧枕叶)和其他视觉区域(右侧额上回)出现更大程度激活。McGrath J等^[20]从神经生物学角度研究ASD个体视觉空间处理的网络连接,发现ASD个体的额叶、颞叶、枕叶、纹状体和小脑区域的,连接程度随任务难度上升被抑制,但视觉皮层脑区的连接未受影响,表明ASD个体的相对优势可能与神经连接异常有关。

1.2.2 孤独症视觉搜索能力正常:尽管ASD个体在视觉搜索能力上可能存在优势,但也有研究表明ASD个体视觉搜索能力正常甚至存在缺陷^[21-22]。Constable等^[21]要求被试在圆形背景中寻找椭圆刺激,发现ASD个体既没有出现对拥挤效应的免疫,也没有表现出任何视觉搜索优势,未能证实其具有更强的辨别能力。Kechn等研究ASD个体社会交往

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2022.07.021

*基金项目:广东省重点领域研发计划资助(2019B030335001);广东省科技计划项目(2021A1414020006)

1 暨南大学附属第一医院康复科,广东省广州市,510000; 2 暨南大学管理学院; 3 通讯作者

第一作者简介:钟丽平,女,硕士研究生; 收稿日期:2021-05-20

障碍、视觉搜索能力和大脑神经之间的关系,行为数据和fMRI研究结果显示ASD个体和正常被试之间并没有存在显著差异^[22],甚至ASD个体的视觉搜索能力存在异常。Keehn B等使用多重联合搜索任务发现尽管ASD个体和正常被试刺激启动水平相同,但ASD个体的反应显著慢于同龄正常儿童^[23]。

通过分析以往研究,我们认为研究结果存在差异的原因有:①校标计算方式的差异。反应时和准确率是实验的常用校标,但校标计算方式在研究中各不相同。有些研究采用正确作答平均反应时作为校标^[24],而有些研究使用全部反应时计算校标,当实验出现天花板效应时,可能出现“人为优势”^[25-26],因为ASD个体简单任务的准确性虽然低于正常人,但仍能做出正确反应且用时较少。②任务难度差异。改变干扰物和目标刺激物之间的混淆程度会影响孤独症谱系障碍儿童视觉搜索优势的显现^[27-28]。目前探究ASD个体视觉搜索能力的实验难度各不相同。Plaiste的实验允许被试在预实验提前加工目标刺激^[10],而Keehn等^[22]的多重联合搜索任务只允许被试在正式实验中加工目标刺激,个体的辨别、分类和判断能力会影响实验结果。难度越大,优势结果越难显现^[28]。③群体异质性。考虑到ASD临床评定及执行功能,一些研究只采用了少量被试^[29-30]。研究发现ASD个体在视觉搜索任务中的成绩是在一个有限范围内上下波动^[31],当样本量较少且差异性大时便影响实验的生态效度。因此,ASD个体间的异质性会影响研究结果^[32]。

2 孤独症儿童视觉搜索能力特点的解释

虽然也有研究者对优势结果保持怀疑,但大多研究结果支持ASD存在视觉搜索优势。梳理文献发现,知觉能力、中央统合能力和过度聚焦非社会性刺激等可能和视觉搜索优势有关。

2.1 知觉增强

知觉增强模型(enhanced perceptual functioning model)^[33]由Motttron等提出,该理论的基本观点是:ASD个体在低层次的分辨过程中具有感知优势,从而促进刺激特征检测。该理论从低水平加工角度进行阐释,认为对目标刺激的高辨识能力使个体快速排除干扰并锁定目标物,在以目标—干扰物可辨识性为决定因素的视觉搜索任务中展现优势,并在知觉领域表现出更高的敏感性^[34]。Ide等对时间顺序判断任务进行分析发现ASD个体的左侧颞上回和中央前回活动强度更大,视觉搜索优势得益于ASD个体的高触觉辨别阈限^[35]。虽然该理论解释具有很强说服性和表面效度,但尚缺乏直接证据^[36]。

2.2 弱中央统合

弱中央统合(weak central coherence)模型^[37]认为孤独

症患者在进行复杂整体模型加工时主要聚焦细节。该模型从整体与部分关系角度指出ASD个体缺乏整体加工能力,在进行视觉搜索时主要关注构成整体的细节,将给定刺激看作相互分离的部分。和正常个体相比,ASD个体将局部特征整合成一个知觉整体需要花费更长的时间^[38],其自传也常出现对生活细碎感知的描述,且持续关注物体某一特定部分也是孤独症诊断的依据^[26]。

2.3 过度聚焦

注意系统非典型过度聚焦是解释ASD个体视觉搜索优势的另一观点。Posner等^[39]将注意划分为注意警觉、注意定向和注意执行,Keehn等^[40]发现ASD个体注意的三个阶段都存在异常,并将注意过度集中归因于注意警觉系统异常。注意资源有限理论认为目标刺激获得大量注意资源会使干扰刺激的资源减少,而注意唤醒功能失调使得个体将把更多注意资源用于目标刺激,从而引发搜索优势。蓝核(locus coeruleus)和人体兴奋有关,fMRI研究发现ASD个体的蓝核常处于高位状态^[41],这亦为注意警觉系统失调引起的注意过度聚焦提供了证据^[42]。

3 实践意义

儿童两岁时便可根据行为和生理特征进行ASD诊断,个体的视觉搜索特点为ASD早期识别提供了一个重要参考指标。早期凸显出的视觉搜索能预测出未来的ASD^[43],研究报告出生9个月的婴儿表现出来的视觉搜索能力和15个月诊断出的ASD严重程度显著相关。因此,结合ASD个体面孔注意力弱、信息关注少等特点,如果婴儿能够准确、快速地识别出与背景不一致或带有鲜艳颜色的刺激物时,父母应当引起警觉:这可能是婴儿的先天优势,也可能是ASD症状的早期显现。

特别强调,为求准确、高效,使用视觉搜索能力进行ASD识别时应当注意以下3点:首先,综合其它信息指标进行判断。虽然ASD儿童能够在干扰刺激中快速寻找目标刺激,但这仅是ASD儿童一个异常特征,科学的诊断还需要结合信息关注时间、注意转移能力及共同注意等特征。其次,虽然行为特征为ASD诊断提供了警报,但眼动、功能性磁共振等技术能够提供更精确的信息。眼动仪能直接获取眼睛的注视轨迹、首视点、注视时间和扫视反应时;功能性磁共振技术能从神经生理角度为ASD诊断提供更加细微的证据支持,提高评估准确性。最后,为排除成长、偏好等因素的影响,最好是对1岁内婴儿使用视觉搜索优势作为评估线索。

4 研究展望

关于ASD个体视觉搜索能力的研究一直是研究的热点,本文回顾了以往对ASD儿童视觉搜索能力的研究,并总

结了校标计算、任务难度及群体差异对孤独症谱系障碍儿童视觉搜索的影响。目前关于ASD视觉搜索能力的研究已有众多成果,但仍存在一定研究空间。例如,未来研究可以通过控制目标—干扰物之间的混淆程度分析知觉分辨率和弱中央统合能力的影响;通过设置实验条件、借助事件相关电位等具有高时间分辨率技术来探究视觉搜索优势发生的具体阶段;还可以进一步分析眼动模式和ASD诊断有效性之间的关系,强化视觉搜索的追究性考证,将ASD与其他发展障碍的预测区分开来^[43],形成一套更加标准有效的综合性预测体系。

参考文献

- [1] Stallworthy I, Lasch C, Berry D, et al. Variability in responding to joint attention cues in the first year is associated with autism outcome[J]. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 2021, S0890—8567 (21)00294—X.
- [2] Wiemers EA, Redick TS, Morrison AB. The influence of individual differences in cognitive ability on working memory training gains[J]. *Journal of Cognitive Enhancement*, 2019, 3 (2):174—185.
- [3] Neitzel I, Penke M. Theory of mind in children and adolescents with Down syndrome[J]. *Res Dev Disabil*, 2021, 113: 761—766.
- [4] Van de Cruys S, Lemmens L, Sapey-Triomphe L-A, et al. Structural and contextual priors affect visual search in children with and without autism[J]. *Autism Res*, 2021, 14(7): 1484—1495.
- [5] Allenmark F, Shi Z, Pistorius RL, et al. Acquisition and use of 'Priors' in autism: typical in deciding where to look, atypical in deciding what is there[J]. *J Autism Dev Disord*, 2021, 51(10):3744—3758.
- [6] Glennon JM, D'Souza H, Mason L, et al. Visuo-attentional correlates of autism spectrum disorder in children with Down syndrome: a comparative study with children with idiopathic ASD[J]. *Res Dev Disabil*, 2020, 104:103—108.
- [7] Treisman AM, Gelade G. A feature-integration theory of attention[J]. *Cogn Psychol*, 1980, 12:97—136.
- [8] Wolfe JM, Horowitz TS. What attributes guide the deployment of visual attention and how do they do it?[J]. *Nat Rev Neurosci*, 2004, 5(6):495—501.
- [9] Itti L, Koch C. A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention[J]. *Vision Res*, 2000, 40(10):1489—1506.
- [10] Plaisted K, O'Riordan M, Baron-Cohen S. Enhanced visual search for a conjunctive target in autism: a research note[J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 1998, 39:777—783.
- [11] Shirama A, Kato N, Kashino M. When do individuals with autism spectrum disorder show superiority in visual search[J]. *Autism*, 2017, 21(8):942—951.
- [12] O'Riordan M. Superior modulation of activation levels of stimulus representations does not underlie superior discrimination in autism[J]. *Cognition*, 2000, 77:81—96.
- [13] O'Riordan M, Plaisted K. Enhanced discrimination in autism[J]. *Q J Exp Psychol A*, 2001, 54:961—979.
- [14] O'Riordan M. Superior visual search in adults with autism[J]. *Autism*, 2004, 8:229—248.
- [15] Anna Remington, John Swettenham, Ruth Campbell, et al. Selective attention and perceptual load in autism spectrum disorder[J]. *Psychol Sci*, 2009, 20(11):1388—1393.
- [16] Nilsson Jobs E, Falck-Ytter T, Bölte S. Local and global visual processing in 3-year-olds with and without autism[J]. *J Autism Dev Disord*, 2018, 48(6):2249—2257.
- [17] Baldassi S, Pei F, Megna N, et al. Search superiority in autism within, but not outside the crowding regime[J]. *Vision Res*, 2009, 49:2151—2156.
- [18] Kovarski K, Siwiaszczyk M, Malvy J, et al. Faster eye movements in children with autism spectrum disorder[J]. *Autism Res*, 2019, 12:212—224.
- [19] Gadgil M, Eric Peterson, Jason Tregellas, et al. Differences in global and local level information processing in autism: an fMRI investigation[J]. *Psychiatry Res*, 2013, 213(2):115—121.
- [20] McGrath J, Katherine Johnson, Christine Ecker, et al. Atypical visuospatial processing in autism: insights from functional connectivity analysis[J]. *Autism Res*, 2012, 5(5):314—330.
- [21] Constable P. Crowding and visual search in high functioning adults with autism spectrum disorder[J]. *Clinical Optometry*, 2010, 2:93—103.
- [22] Keehn B, Shih P, Brenner LA, et al. Functional connectivity for an 'island of sparing' in autism spectrum disorder: an fMRI study of visual search[J]. *Hum Brain Mapp*, 2013, 34(10):2524—2537.
- [23] Keehn B, Joseph RM. Slowed search in the context of unimpaired grouping in autism: evidence from multiple conjunction search[J]. *Autism Res*, 2016, 9(3):333—339.
- [24] De Jonge MV, Kemner C, van Engeland H. Superior disembedding performance of high functioning individuals with autism spectrum disorders and their parents: the need for subtle measures[J]. *J Autism Dev Disord*, 2006, 36: 677—683.
- [25] Jarrold C, Gilchrist ID, Bender A. Embedded figures detection in autism and typical development: preliminary evi-

- dence of a double dissociation in relationships with visual search[J]. *Dev Sci*, 2005, 8:344—351.
- [26] Brinkert J, Remington A. Making sense of the perceptual capacities in autistic and non-autistic adults[J]. *Autism*, 2020, 24(7):1795—1804.
- [27] 彭晓玲, 黄丹. 任务难度对自闭症儿童视觉搜索优势显现的影响[J]. *心理科学*, 2018, 41(2):498—503.
- [28] Tillmann J, Swettenham J. Contrasting the effects of task difficulty and perceptual load on auditory detection sensitivity in individuals with autism[J]. *J Autism Dev Disord*, 2019, 49:762—772.
- [29] Kemner C, van Ewijk L, van Engeland H, et al. Brief report: eye movements during visual search tasks indicate enhanced stimulus discriminability in subjects with PDD[J]. *J Autism Dev Disord*, 2008, 38:553—557.
- [30] Shirama A, Kato N, Kashino M. When do individuals with autism spectrum disorder show superiority in visual search[J]. *Autism*, 2017, 21:942—951.
- [31] White SJ, Saldaña D. Performance of children with autism on the embedded figures test: a closer look at a popular task[J]. *J Autism Dev Disord*, 2011, 41:1565—1572.
- [32] Iarocci G, Armstrong K. Age-related changes in conjunctive visual search in children with and without ASD[J]. *Autism Res*, 2014, 7:229—236.
- [33] Mottron L, Dawson M, Soulières I, et al. Enhanced perceptual functioning in autism: an update, and eight principles of autistic perception[J]. *J Autism Dev Disord*, 2006, 36: 27—43.
- [34] Mottron L, Bouvet L, Bonnel A, et al. Veridical mapping in the development of exceptional autistic abilities[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2013, 37:209—228.
- [35] Ide M, Atsumi T, Chakrabarty M, et al. Neural basis of extremely high temporal sensitivity: insights from a patient with autism[J]. *Frontiers in Neuroscience*, 2020, 14:1—12.
- [36] Kaldy Z, Giserman I, Carter AS, et al. The mechanisms underlying the ASD advantage in visual search[J]. *J Autism Dev Disord*, 2016, 46:1513—1527.
- [37] Francesca Happé, Uta Frith. The weak coherence account: detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders [J]. *J Autism Dev Disord*, 2006, 36(1):5—25.
- [38] Booth RDL, Happé FGE. Evidence of reduced global processing in autism spectrum disorder[J]. *J Autism Dev Disord*, 2018, 48(4):1397—1408.
- [39] Posner MI, Petersen SE. The attention system of the human brain[J]. *Annu Rev Neurosci*, 1990, 13:25—42.
- [40] Keehn B, Müller RA, Townsend J. Atypical attentional networks and the emergence of autism[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2013, 37:164—183.
- [41] Mehler MF, Purpura DP. Autism, fever, epigenetics and the locus coeruleus[J]. *Brain Res Rev*, 2009, 59:388—392.
- [42] Song YN, Hakoda YJ, Sanefuji W, et al. Can they see it? The functional field of view is narrower in individuals with autism spectrum disorder[J]. *PloS One*, 2015, 10(7): 23—33.
- [43] Seernani D, Damania K, Ioannou C, et al. Visual search in ADHD, ASD and ASD + ADHD: overlapping or dissociating disorders[J]. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 2021, 30: 549—562.