

自闭症谱系障碍执行功能的理论模型与未来展望

郑荣双^{1,2}, 杨 健^{1,2}

¹广东省特殊儿童发展与教育重点实验室, 广东 湛江

²岭南师范学院教育科学学院特教系, 广东 湛江

收稿日期: 2022年4月11日; 录用日期: 2022年5月24日; 发布日期: 2022年5月31日

摘 要

自闭症谱系障碍的执行功能的理论模型主要有两大类, 即认知行为模型和神经功能生物学模型。认知行为模型主要包括基于心理理论的模型、以冷、热执行功能整合为导向的模型和单一因素核心模型。神经生物学模型中最有代表性的是鲁里亚的模型, 强调三个大脑功能单元的整合。自闭症谱系障碍执行功能未来的发展方向是深入研究自闭症患者执行功能发展的因果决定因素, 以及在研究模式上运用综合性的研究领域标准框架。

关键词

自闭症谱系, 执行功能, 理论模型

Theoretical Models and Future Direction of the Study on Executive Function of Autism Spectrum Disorder

Rongshuang Zheng^{1,2}, Jian Yang^{1,2}

¹Guangdong Provincial Key Laboratory of Development and Education for Special Needs Children, Zhanjiang Guangdong

²Department of Special Education, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

Received: Apr. 11th, 2022; accepted: May 24th, 2022; published: May 31st, 2022

Abstract

The theoretical models of executive function in autism spectrum disorders mainly fall into two

categories, namely cognitive behavioral models and neurofunctional biological models. Cognitive behavioral models mainly include theory of mind model, cold and hot executive function integration oriented model and single factor core model. The most representative of neurobiological model is Luria's model, which emphasizes the integration of three brain functional units. The future direction of executive function in autism spectrum disorders is to further study the causal determinants of executive function development in autistic patients, and to apply the Research Domain Criteria framework in the research field.

Keywords

Autism Spectrum, Executive Function, Theory and Research Model

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

执行功能(executive function, EF)异常是自闭症谱系障碍的临床标志(clinical markers) (Zhang et al., 2020)。自闭症谱系障碍(ASD)是一种神经发育障碍,主要表现为社会沟通和互动困难,以及受限和重复性的行为、兴趣或活动模式。社会沟通困难包括互动沟通、非语言社会交流以及发展、维持和理解人际关系的能力缺损(South et al., 2005)。受限和重复行为包括运动刻板印象、回声、同一性坚持、仪式化、狭隘兴趣以及对感觉刺激的高反应性或低反应(Demetriou et al., 2019)。这些复杂的神经发展性障碍以某些执行功能的缺损为特征(Alexandropoulou, 2021)。

执行功能包括一系列有目的的高阶神经心理学领域,包括目标导向行为、抽象推理、决策和社会调节(Demetriou et al., 2018),实际上是一些高阶的认知技能,比如决策、评估性思维,规则使用和概念获得,是在完成复杂的认知任务时,对各种认知过程进行协调,以保证认知系统以灵活、优化的方式实行特定目标的一般性控制机制。包括三个主要成分,即工作记忆刷新、抑制控制及注意转换(赵鑫, 李冲, 2017)。

执行功能中特定成分已被证明可以将自闭症与其他发育状况区分开来,如注意力缺陷/多动症(ADHD) (Demetriou et al., 2019)。无论执行功能在自闭症核心特征的表现中是否起着重要作用,它都是来自另一个认知系统的早期非典型输入的结果,都可能直接或间接地将自闭症儿童置于发育不良的风险中。在一项研究中,定势转换(set-shifting)能力的个体差异预测了3年后有认知能力的自闭症成人的社会能力得分,在另一项研究中,预测了11至27年后现实生活中的适应能力(Pellican, 2012),足见自闭症与执行功能之间的不可忽视的直接性关系。

在试图确定自闭症主要缺陷的模型中,一个重要的假设是执行功能水平的缺损可能导致许多自闭症症状。早期对高功能自闭症患者执行功能研究的重点是认知灵活性、计划和工作记忆领域。研究发现,在所有这些方面,无论是儿童还是青少年自闭症患者,均表现出执行功能的持续损伤,他们的认知灵活性经常以持续错误的形式存在。除此之外,自闭症儿童在注意力的转移、持续性或选择性注意和反应抑制方面表现出更多的缺陷。自闭症儿童的执行控制至少存在两个关键方面的损伤,即计划和灵活性。自闭症儿童在需要反应抑制、工作记忆、计划和注意力的任务中也表现出损伤,这些情况似乎也存在于成年期(Craig et al., 2016),有研究发现,执行功能在心理理论和社会认知、社会功能障碍、限制性和重复性行为模式以及生活质量等领域的广泛影响而导致自闭症患者表现出特定方面的损害(Demetriou et al.,

2018)。不但如此, 在自闭症个体那里, 通常会观察到执行功能方面的核心障碍, 比如计划、定势转换、抑制、自我监控和工作记忆等(Carotenuto et al., 2019)。

执行功能障碍已被证明是神经发育障碍, 已有的相关研究普遍认为执行功能困难在自闭症中起着重要作用, 而且二者的关系比较复杂, 并且自闭症的执行功能存在着显著的异质性的广泛损伤。目前, 自闭症谱系障碍的执行功能研究主要集中在离散的执行功能结构或结构域。这与针对神经典型发育而研发的更广泛性的执行功能模型形成对比(Luria, 1966)。本文拟对自闭症谱系的执行功能的理论模型和未来的研究发展方向进行阐释, 以期对这些问题有更清晰的认识。

2. 认知和行为模型

自闭症是一种极具异质性的发育障碍, 因此, 相关的研究者提出了很多理论模型对此进行分析和探讨。认知取向模型试图解释在自闭症患者的整个生命周期中表现出的困难, 其中一个模型就是执行功能障碍假说。它重点解释了自闭症谱系障碍中的非典型执行功能过程。该模型是在观察到定势转换(将思维模式转换为新概念的能力)、反应抑制(抑制显性反应的能力)和工作记忆(在短期记忆中保留和更新信息)的困难后而形成的(Miyake et al., 2000)。

早期的研究集中在定势转换及其与刻板印象和重复行为的关系上。研究结果显示, 认知刻板与在自闭症患者中观察到的常规和刻板印象的坚持之间存在联系。然而, 越来越多的研究表明执行功能对自闭症的表型(指载脂蛋白的基因型与发育的环境相互作用而产生的个体的可观察到的性状)有更广泛的影响。执行功能对社会认知、心理健康、失能(disability)以及终身功能的结果都会产生影响(Lai et al., 2017)。

2.1. 基于心理理论的模型

对于自闭症儿童执行功能的研究发现, 早期执行功能水平的个体差异可以从纵向预测心理理论能力的发展变化, 并且独立于年龄、语言、非语言智力和早期心理理论能力。然而没有相反方向的预测关系——这一发现与典型儿童执行功能——心理理论关系的纵向研究完全一致(Hughes & Ensor, 2007)。这些结果提供了自闭症儿童的认知功能呈动态发展的初步证据, 其中执行功能水平在形成心理理论的发展过程中起着关键作用。此模型的理论基础是心理理论缺损假设(Hill, 2004)。其生理机制是前额叶功能障碍。这种认知模型试图将二者结合起来对行为问题进行解释。

心理理论缺陷假说表明, 社会脑(the social brain)由多个部分组成, 其中的某部分功能障碍会影响其他部分的沟通能力, 儿童心理理论的发展依赖于执行功能各组成部分的发展状态。心理理论使得个体能够基于自己的心理状态评估来解释他人行为。自闭症儿童不能很好地完成心理理论测试任务, 比如主要评估社会理解能力的错误信念任务(false belief task, FBT)。心理理论任务方面的失败, 意味着抑制优势反应, 即抑制控制以及工作记忆功能缺损。即使有些自闭症儿童在执行心理理论任务时勉强能够产生想法、信念和意图, 但他们也不能在社会交往中运用这些技能(Andreou & Skrimpa, 2020)。

2.2. 以冷、热执行功能整合为导向的模型

所谓的热执行功能主要是指涉及个人情感和人对情感的解释, 由情感和动机需求介导的认知过程, 代表以目标为导向的行为, 由个人对刺激的情感或动机意义的评价来调节。冷执行功能则与之相反, 并且是去情境化的, 主要用来解释抑制控制和转换, 自闭症患者在这些方面也表现出缺损(Alexandropoulou, 2021)。斯塔斯(Stuss)提出的模型整合了冷执行功能(任务设置和监控)和非执行功能额叶过程(赋能、行为/情绪自我调节和元认知)。赋能是指完成认知任务时的处理速度。行为/情绪自我调节部分依赖于执行功能(任务设置和监控)的激活。元认知在整合所有执行功能和非执行功能过程以实现目标方面具有更高层次的

监督作用(Stuss, 2011)。

许多研究人员采用离散(discrete)的方法来区分单个执行功能过程或执行功能范畴(EFs)。已有的研究认为离散执行功能范畴数量从2个到超过30不等。三个最常报告的或核心执行功能范畴是定势转换、反应抑制和工作记忆(Baggetta & Alexander, 2016)。这就使得执行功能范畴呈现出了不同程度的复杂性。例如,上面提到的三个核心执行功能范畴有助于高阶执行功能,如推理、计划和问题解决。德利斯-坎普拉(Delis-Kaplan)模型是根据对额叶损伤敏感的功能的临床观察而研发的,并提出了九个执行功能范畴,包括定势转换(set shift),反应抑制、工作记忆、计划、问题解决、推理、流畅性、分类加工和语言抽象(verbal abstraction)。近年来,大多数研究都集中在将上述核心和高阶抑制功能范畴相结合上,也就是冷执行功能(Delis et al., 2001)。

在对自闭症谱系障碍者研究中,热执行功能的研究越来越多,并且由于它对行为调节的可能影响而与此群体特别相关,成为斯塔斯、巴克利(Barkley)和乔亚(Gioia)模型中一个整合性因素。这些模型中的每一个都采用了多因素方法,在不同程度上将冷、热执行功能以及行为调控功能相整合。

巴克利的模型是由五个执行功能因素定义的,包括个人时间管理与组织、问题解决、克制(exercise restraint)、自我激励和情绪调节能力,并推测这五个因素受外部(文化/社会因素)和个体内部过程的影响,控制着实现未来目标的行为(Barkley, 2012)。这五个执行功能因子是根据经验从行为评分中得出的。

贝克莱认为,执行功能是运用自我导向的行动去选择目标,并且选择、制定和维持跨时间的行为以实现这些目标。这些目标通常是在他者的背景下,依赖社会和文化手段,以实现个人长期福利的最大化(Barkley, 2014)。贝克莱的模式以认知过程为中介,利用执行功能的传统定义,即自我导向的注意力(自我意识和监控)、自我约束(抑制)、自我导向的感觉(非语言工作记忆)、自我导向的言语(语言工作记忆)、自我导向的情绪和动机、自我导向的活动(计划和解决问题)阐释执行功能的运行机制。

斯塔斯提出的模型整合了冷抑制控制因素,即任务设置和监控,以及非抑制控制范畴(Non-EFs)的额叶功能过程,即赋能、行为/情绪自我调节和元认知。赋能是指完成认知任务时的处理速度。行为/情绪自我调节部分依赖于抑制控制因素,也就是任务设置和监控的激活。元认知在整合所有抑制控制和非抑制控制过程以实现目标方面具有更高层次的监督作用(Demetriou et al., 2019)。

斯塔斯的模型又被称作执行功能和行为调节连接模型,其突出任务设置和任务监控,执行功能范畴与非执行功能范畴的相互作用,也就是激励行为、情绪的自我调节和元认知。任务设置和监控的执行功能过程受损,会导致个体行为功能特定缺陷和整体失调,其与行为和情绪有关(Demetriou et al., 2019)。乔亚使用了抑制控制功能自我调节过程的总括定义,包括认知和行为的选择、启动、执行和监控。在这一框架内,他研发了一种行为评估方式,利用自我和/或他人评级,并运用冷抑制控制功能,如反应抑制、定势转换和工作记忆和行为控制、情绪控制(Gioia et al., 2000),本质上是基于认知和行为的选择、启动、执行和监控的行为自我调节的一个模型。

2.3. 单一因素核心模型

这一模型主要有两个,即以注意力和记忆力为核心的模型。相关研究发现,自闭症患者的核心注意力过程受损,包括脱离(disengagement)或所谓的“粘性”注意力(sticky attention)问题(Mann & Walker, 2003)。因此,注意力方面的基本问题可能会限制执行功能发展的速度,这反过来又会阻碍自闭症儿童社交和学习成效的表现。当然,这种因果关系也可能存在于相反的方向。无论如何,到目前为止,自闭症患者的注意力和执行控制成分之间的关系依然没有得到解决。

在这个以注意力控制为重心的模型中,执行注意力被认为是一种具有调节作用的存在,有助于对明显线索进行关注和调节执行控制过程。这个模型主要有两个部分,一是注意控制,主要是指执行注意力,

构成因素包括定向、转换和认知,也就是负责调节认知功能的认知注意;二是注意力监控系统,指的是执行注意力的抑制控制,并且在日常或习惯性的行为和非日常行为的抑制控制之间作了区分。后者需要个体脱离习惯的行为模式并且做出一个新的反应。在一个日常的或先前习得的行为必须被抑制的新情况下,监控注意力系统就会发挥监控控制作用。

注意监控系统是来自行为控制模型(control-to-action model)理论,它影响任务选择,有别于感知水平的目标选择。根据这一认知模型,在日常任务和行为中存在两个系统。一个系统负责处理和确定日常操作的优先级,另一个系统负责调节非日常操作(Carotenuto et al., 2019)也就是说,在日常的任务和行为中有两个系统。一个系统负责处理并且将日常操作进行排序,另一个系统则负责调节非日常操作。研究表明,在额叶有损伤的患者中,就像自闭症患者一样,他们会失去监督控制能力,注意力严重丧失,转换反应时间变长,行为受到影响(Chan et al., 2008)。

以工作记忆为核心的模型突出了中央执行功能的主导作用,并将其分为集中注意、分散注意、注意转换和长时记忆的连接,即情景缓冲器(episodic buffer)。情景缓冲器这一概念由贝德利(Baddeley)于1974年提出,为工作记忆模型中除中央执行系统、视空间模板和语音回路的第四个要素,是指一个容量有限的暂时贮存多重编码信息的装置,受中央执行系统的控制。中央执行系统对语音回路和视空间模板的工作记忆成分过程的信息控制进行调节。

以上的两个模型,即以注意力和工作记忆为核心的模式,由于强调一个单一因素,例如注意力,而被称为单一因素模型。以多因素来阐释执行功能机制则称为多因素模型,这样的模型既重视统一性又强调多样性。统一性就是指在不同因素中有共同的因素,例如反应抑制、定势转换、工作记忆或记忆的刷新(Demetriou et al., 2019)。

3. 神经生物学模型

最有代表性的鲁里亚(Luria)的模型。认为复杂信息加工过程中,涉及到三个大脑功能单元的整合。第一和第二功能单元负责警觉性和感觉信息处理,第三功能单元负责行为的调节和执行。第一和第二功能单元由顶叶、颞叶和枕叶控制,第三功能单位则额叶调节。如果出现“额叶综合征”,即抑制解除不能跟随动作序列重复运动(Luria, 1969)。

在神经递质方面,多巴胺(DA)似乎可以影响冷执行功能过程(抑制和转换),并减少热执行功能结构(Demetriou et al., 2019)。一些相关的PET(计算机断层成像)研究报告了自闭症病例中多巴胺水平异常,并将神经递质与多种障碍,如运动问题、重复和刻板印象行为、癫痫、注意力缺陷和执行功能联系起来(Kriete & Noelle, 2015)。另一方面,血清素似乎可以改变眶额前额叶皮层的反应抑制,这在对自闭症男孩进行的PET研究也可以看到。去甲肾上腺素(NA)似乎会影响觉醒和注意力(Demetriou et al., 2019)。但最近在对自闭症进行的一项PET研究表明,去甲肾上腺素转运体(NAT)与共情和执行功能不存在关联。这一结果可能是由于自闭症的异质性和去甲肾上腺素(NA)影响了自闭症的临床特征(Kubota et al., 2020)。

4. 存在的问题与未来展望

目前,在自闭症执行功能研究方面存在一个关键问题,就是执行功能概念本身的混乱和不一致。此问题的解决寄希望于未来研究方法或方法论的统一。尽管已有研究发现执行功能的障碍可以解释自闭症的主要症状,但是并非所有自闭症患者都表现出执行功能方面的困难,例如,某些对自闭症儿童执行功能的调查没有发现他们表现出特有困难的证据(Yerys et al., 2007)。因此,研究人员已经从强调单一的、主要的神经认知非典型性(如执行功能)作为自闭症潜在原因的框架转向包含多种认知非典型性的框架。

虽然相关研究者对自闭症儿童发展结果的巨大可变性有很多了解,但对这种可变性的潜在原因却缺

乏经验性知识。执行功能的早期个体差异代表了这种异质性的一个可能来源。然而,为了解决这个问题,我们需要对自闭症患者执行功能发展的因果决定因素有更深入的了解,这需要前瞻性的纵向和精心设计的认知训练方面的研究。精心设计的认知训练研究需要理清训练结果是真正“提高”表现的上限,还是仅仅“加速发展”以达到孩子的既定能力。这样的知识将最终导致一个更加精细的理论和独特的自闭症执行功能的理念。阐明执行功能是否对儿童其他能力有直接或间接的纵向影响,对于了解是否直接“锻炼”自闭症儿童的执行功能技能,或者将注意力集中于执行功能对自闭症儿童行为结果的影响因素(注意力/语言/社会环境)而言是至关重要的(Pellican, 2012)。由于自闭症是一种具有多种行为问题的极端异质性发育障碍,因此导致相关研究报告经常会出现争议。

目前的大多数研究主要集中在抑制控制和转移方面的困难,即所谓的“冷”执行功能的结构,就“热”执行功能的结构要素而言,目前的研究还很少。尽管在过去的几年里,对自闭症的研究不断推进,试图探明自闭症认知方面表现出的不同或差异,但生物学和行为之间的关系仍然是一个谜(Alexandropoulou, 2021)。

在研究模式上,未来的发展方向是运用研究领域标准框架(the Research Domain Criteria framework, RDo)。它提供了研究的指导方针,可以解决一些在自闭症研究中遇到的局限性。这种方法将关注点放在维度性的研究框架上。具体而言,就是通过不同水平的评估而进行的基于跨系统领域的研究。

研究领域标准框架由六个体系域组成,即负价系统(negative valence systems)、正价系统(positive valence systems)、认知系统、社会过程、唤醒和监管体系以及感觉运动系统。每个系统都包含如下这样一些不同的分析单元,即基因、分子、细胞、大脑回路、生理、行为、自我报告和范例。执行功能在自闭症的研究集中了许多这些系统和专门的“正价系统”“负价系统”和“认知系统”。正价系统负责对积极的激励情况或背景做出反应,如奖励寻求;负价系统负责对厌恶的情况或环境,如恐惧、焦虑和丧失等做出反应;认知系统负责认知过程(Demetriou et al., 2019)。研究领域标准框架是一个多维度、多水平和多向度的研究模式,其目的是最大限度对自闭症的执行功能进行全方位的研究,得出比较完善的结论。自闭症执行功能的研究目前主要集中在理论方面,怎样在此基础上构建科学、高效的干预和康复模式,在实践中检验这些理论的正确性,也是自闭症执行功能研究亟待解决的一个问题。

基金项目

- 1) 广东省特殊儿童教育与发展重点实验室开放基金项目“自闭症儿童睡眠障碍的综合干预——光 + 短时有氧运动模式研究”资助(项目号: TJ202107);
- 2) 广东省重点学科科研项目(2019)“短时有氧运动训练对高功能自闭症儿童抑制控制功能干预效应研究”资助。

参考文献

- 赵鑫, 李冲(2017). 短时有氧运动对抑制控制功能的影响: 效果、机制及展望. *中国体育科技*, 53(2), 125-133.
- Alexandropoulou, E. (2021). Investigation of Executive Functioning in Autism Spectrum Disorder. *Academia Letters*, Article 1226. <https://doi.org/10.20935/AL1226>
- Andreou, M., & Skrimpa, V. (2020). Theory of Mind Deficits and Neurophysiological Operations in Autism Spectrum Disorders: A Review. *Brain Sciences*, 10, 393. <https://doi.org/10.3390/brainsci10060393>
- Baggetta, P., & Alexander, P. (2016). Conceptualization and Operationalization of Executive Function. *Mind, Brain, and Education*, 10, 10-33. <https://doi.org/10.1111/mbe.12100>
- Barkley, R. A. (2012). *Executive Functions: What They Are, Why They Work and Why They Evolved*. The Guildford Press.
- Barkley, R. A. (2014). The Assessment of Executive Functioning Using the Barkley Deficits in Executive Functioning Scales. In S. Goldstein, & J. A. Naglieri (Eds.), *Handbook of Executive Functioning* (pp. 245-263). Springer.

- https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5_15
- Carotenuto, M., Ruberto, M., Fontana, M. L., Catania, A., Misuraca, E., Precenzano, F. et al. (2019). Executive Functioning in Autism Spectrum Disorders: A Case-Control Study in Preschool Children. *Current Pediatric Research*, 23, 112-116.
- Chan, R. C., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. (2008). Assessment of Executive Functions: Review of Instruments and Identification of Critical Issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23, 201-216.
<https://doi.org/10.1016/j.acn.2007.08.010>
- Craig, F., Margari, F., Legrottaglie, A., Palumbi, R. et al. (2016). A Review of Executive Function Deficits in Autism Spectrum Disorder and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 12, 1191-1202.
<https://doi.org/10.2147/NDT.S104620>
- Delis, D. C., Kaplan, E., Kramer, J. H. et al. (2001). *D-KEFS Executive Function System: Examiners Manual*. Psychological Corporation.
- Demetriou, E. A., DeMayo, M. M., & Guastella, A. J. (2019). Executive Function in Autism Spectrum Disorder: History, Theoretical Models, Empirical Findings, and Potential as an Endophenotype. *Frontiers in Psychiatry*, 10, Article 753.
<https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00753>
- Demetriou, E. A., Lampit, A., Quintana, D. S. et al. (2018). Autism Spectrum Disorders: A Meta-Analysis of Executive Function. *Molecular Psychiatry*, 23, 1198-1204. <https://doi.org/10.1038/mp.2017.75>
- Gioia, G., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). Behavior Rating Inventory Of Executive Function. *Child Neuropsychology*, 6, 235-238. <https://doi.org/10.1076/chin.6.3.235.3152>
- Hill, E. L. (2004). Evaluating the Theory of Executive Dysfunction in Autism. *Developmental Review*, 24, 189-233.
<https://doi.org/10.1016/j.dr.2004.01.001>
- Hughes, C., & Ensor, R. (2007). Executive Function and Theory of Mind: Predictive Relations from Ages 2 to 4. *Developmental Psychology*, 43, 1447-1459. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1447>
- Kriete, T., & Noelle, D. C. (2015). Dopamine and the Development of Executive Dysfunction in Autism Spectrum Disorders. *PLoS ONE*, 10, e0121605. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121605>
- Kubota, M., Fujino, J., Tei, S., Takahata, K., Matsuoka, K., Tagai, K. et al. (2020). Binding of Dopamine D1 Receptor and Noradrenaline Transporter in Individuals with Autism Spectrum Disorder: A PET Study. *Cerebral Cortex*, 30, 6458-6468.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhaa211>
- Lai, C. L. E., Lau, Z., Lui, S. S. Y., Lok, E., Tam, V., Chan, Q. et al. (2017). Meta-Analysis of Neuropsychological Measures of Executive Functioning in Children and Adolescents with High-Functioning Autism Spectrum Disorder. *Autism Research*, 10, 911-939. <https://doi.org/10.1002/aur.1723>
- Luria, A. R. (1966). *Higher Cortical Functions in Man*. Basic Books.
- Luria, A. R. (1969). Frontal Lobe Syndromes. In P. Vinken, & G. Bruyn (Eds.), *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 2, pp. 725-757). North Holland, Amsterdam.
- Mann, T. A., & Walker, P. (2003). Autism and a Deficit in Broadening the Spread of Visual Attention. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 44, 274-284. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00120>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., Miyake, A. et al. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Pellican, E. (2012). The Development of Executive Function in Autism. *Autism Research and Treatment*, 2012, Article ID: 146132. <https://doi.org/10.1155/2012/146132>
- South, M., Ozonoff, S., & McMahon, W. M. (2005). Repetitive Behavior Profiles in Asperger Syndrome and High-Functioning Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 35, 145-158.
<https://doi.org/10.1007/s10803-004-1992-8>
- Stuss, D. T. (2011). Functions of the Frontal Lobes: Relation to Executive Functions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 759-765. <https://doi.org/10.1017/S1355617711000695>
- Yerys, B. E., Hepburn, S. L., Pennington, B. F., & Rogers, S. J. (2007). Executive Function in Preschoolers with Autism: Evidence Consistent with a Secondary Deficit. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 1068-1079.
<https://doi.org/10.1007/s10803-006-0250-7>
- Zhang, Z., Peng, P., & Zhang, D. (2020). Executive Function in High-Functioning Autism Spectrum Disorders: A Meta-Analysis of fMRI Studies. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50, 4022-4038.
<https://doi.org/10.1007/s10803-020-04461-z>