

遵循大脑发育规律,促进儿童脑健康发展

邹丽萍,徐莹

中国人民解放军总医院儿科医学部,北京 100085

摘要: 脑科学是 21 世纪最具发展前景的研究领域之一,它对儿童发展与教育的研究有着极为重要的意义。本文从脑科学研究成果出发,阐述了儿童脑发育的基本规律,并从认知发展、情感发展和社会发展 3 个方面分析了脑科学研究对儿童发展的影响。具体而言,在认知发展层面探讨了其对注意力、记忆类型及思维能力的影响。基于脑科学研究,提出了促进儿童脑健康发展的教育建议,包括提供适宜的环境刺激、培养良好的生活习惯、注重情感支持与引导以及开展个性化教育等,以期儿童健康成长提供科学的指导,并对未来脑科学技术在儿童健康发展领域的应用进行了展望。

关键词: 脑科学; 脑发育; 脑健康; 儿童

中图分类号: R179

文献标识码: A

文章编号: 1008-6579(2025)06-0590-03

doi: 10.11852/zgetbjzz2025-0345

Promoting healthy brain development of children by following the rules of brain growth

ZOU Liping, XU Ying

Department of Pediatrics, General Hospital of the People's Liberation Army, Beijing 100085, China

Abstract: Neuroscience is one of the most promising research fields in the 21st century, holding significant importance for studies on child development and education. This article begins with findings from neuroscience research to outline the fundamental patterns of brain development in children. It then analyzes the impact of brain science on child development from three aspects: cognitive development, emotional development, and social development. Specifically, it examines influences on attention, types of memory, and thinking abilities within cognitive development. The article proposes educational recommendations based on neuroscience to promote healthy brain development in children, including providing appropriate environmental stimuli, fostering good living habits, emphasizing emotional support and guidance, and implementing personalized education. These suggestions aim to offer scientific guidance for the healthy growth of children. Additionally, the article offers a perspective on the future prospects of brain technology in the field of child health development.

Keywords: neuroscience; brain development; brain health; children

脑科学作为一门探索人类大脑奥秘的学科,在过去几十年中取得了长足的进展。随着研究技术的不断革新,我们对大脑的结构、功能及其发育过程的理解愈发深入。儿童时期,作为大脑发育的关键阶段,其脑发育状况对个体的认知、情感和社会发展具有深远影响。值得注意的是,许多罕见病会影响儿童脑健康。罕见病儿童因基因表达异常,出现智力低下、语言运动异常等症状,且近 50% 在儿童期起病。遵循大脑发育规律,对这类患儿进行早筛查早诊治,是改善其脑健康状况的关键。因此,深入研究儿童脑发育规律,对于促进儿童脑健康发展,具有重要的理论和实践意义。

1 儿童脑发育的基本规律

从胎儿期开始,大脑的发育便已启动。在妊娠

早期,神经元迅速增殖,并迁移至它们在大脑中的特定位置,逐渐构建起大脑的基本结构。新生儿的大脑重量约为成人的 25%,但在随后的几年中,大脑迅速发育。脑重的增加主要源于神经元之间的连接——突触的大量形成,以及神经纤维髓鞘化的逐步完成。突触是神经元之间传递信息的关键部位。在婴儿期和幼儿期,大脑经历了一个突触快速形成的阶段,这一时期被称为“突触爆炸”。以视觉皮层为例,在出生后的几个月内,突触数量急剧增加,在 2 岁左右达到顶峰,此时儿童的突触密度甚至超过成人。随后,那些很少被使用的突触会逐渐被修剪掉,而频繁使用的突触则会得到强化,这一过程被称为“突触修剪”^[1]。突触修剪使得大脑的神经连接更加高效和精准,以优化神经网络,提高大脑的效率和功能,是大脑发育过程中的重要机制,也是大脑发育过

基金项目: 国家重点研发计划“生育健康及妇女儿童健康保障”专项(2023YFC2706304);军队后勤科研项目计划生育专项课题(24JSZ11)

作者简介: 邹丽萍(1959—),女,教授,主任医师,博士学位,主要研究方向为儿童神经发育及相关疾病。

程中的一个重要环节。如果突触修剪出现问题,可能会导致多种神经发育和精神类疾病。浙江大学汪浩教授团队对脆性 X 智力低下 1 号基因敲除 Fmr1ko 小鼠的研究发现,其丘脑感觉突触存在发育障碍,提示丘脑对于脆性 X 染色体综合征躯体感觉过度反应有重要贡献,这可能与突触修剪异常有关。突触修剪异常导致这些疾病的具体机制仍在研究中,可能涉及到遗传因素、环境因素以及两者之间的相互作用^[2]。遗传因素可能影响突触修剪相关基因的表达和功能,而环境因素如早期生活经历、营养不良、感染等也可能对突触修剪过程产生干扰,最终增加了疾病发生的风险^[3]。神经纤维的髓鞘化也是大脑结构发育的重要方面。髓鞘化在胎儿期就已开始,但在出生后才大规模进行。例如,与感觉和运动功能相关的神经纤维髓鞘化较早,在婴儿期就已基本完成;而与高级认知功能如注意力、记忆和 executive 功能相关的神经纤维髓鞘化则持续到青少年甚至成年早期。

大脑功能的发展与结构发育密切相关,且具有明显的阶段性和可塑性。在婴儿早期,大脑的一些基本功能,如感觉和运动功能,开始逐渐发展。记忆功能在儿童时期也经历了显著发展。随着大脑海马体等记忆相关脑区的发育,儿童的记忆容量不断扩大,记忆策略也逐渐发展。值得注意的是大脑发育过程中存在着关键期和敏感期的现象。关键期是指在个体发展过程中,某些能力的发展只在特定的时期内才有可能,如果错过了这个时期,这些能力将难以获得或发展受到极大限制。大脑在某个特定的时间段内,对特定类型的刺激具有更高的敏感性和可塑性,此阶段学习和发展相应的能力会更加容易和高效,比如 2~6 岁被认为是语言学习的敏感期。在这个时期,儿童学习语言的速度非常快,能够轻松地掌握母语的语音、语法和词汇。如果在敏感期内为儿童提供丰富的语言环境,其语言能力往往能够得到更好的发展。在关键期和敏感期内,为儿童提供适宜的学习机会和环境刺激,对促进其大脑发育和相关能力的发展十分重要。

2 脑科学研究对儿童发展的影响

2.1 注意力的发展与大脑前额叶皮质的发育密切相关 注意力是认知发展的基础,它在儿童的学习和日常生活中起着至关重要的作用。脑科学研究表明,注意力的发展与大脑前额叶皮质的发育密切相关。前额叶皮质是大脑中负责高级认知功能的区域,它在儿童时期逐渐发育成熟。随着前额叶皮质的逐渐发育,儿童开始能够更好地控制自己的注意

力,有意注意能力逐渐增强。到了小学阶段,儿童能够根据任务的要求,主动地集中注意力,排除干扰,完成学习任务。如前文所述,儿童的记忆功能在大脑发育过程中不断发展完善。从记忆类型来看,儿童最早发展的是感觉记忆和短期记忆,随着大脑海马体和其他相关脑区的发育,长期记忆能力逐渐增强。脑科学研究发现,记忆的形成和巩固过程涉及到神经元之间突触连接的增强和重塑。当儿童学习新知识时,神经元之间会形成新的突触连接,这些连接在反复强化后会变得更加稳固,从而形成长期记忆。此外,睡眠在记忆巩固过程中也起着关键作用。在睡眠中,大脑会对白天学习的信息进行整理和巩固,将短期记忆转化为长期记忆。因此,保证儿童充足的睡眠,对于其记忆力的发展至关重要。思维能力是认知发展的核心,包括逻辑思维、创造性思维等多个方面。在儿童早期,思维主要以直观动作思维和具体形象思维为主。到了小学中高年级和青少年时期,随着大脑额叶的进一步发育,儿童的抽象逻辑思维逐渐发展起来,他们能够理解抽象的概念、进行逻辑推理和判断。大脑在进行创造性思维时,不同脑区之间的神经连接更加灵活和广泛,能够实现信息的跨区域整合。为儿童提供丰富的学习资源和宽松的学习环境,鼓励其大胆想象和尝试,有助于促进创造性思维的发展。

2.2 情绪调节与大脑中的前额叶皮质、杏仁核等区域密切相关 杏仁核是大脑中负责情绪反应的重要区域,它能够快速识别外界的情绪刺激,并产生相应的情绪反应。而前额叶皮质则可以对杏仁核的活动进行调节,使个体能够控制自己的情绪表达和行为反应。研究还发现,早期的生活经历,特别是与父母或照顾者之间的亲密关系,对儿童情绪调节能力的发展有着深远影响。在温暖、安全的家庭环境中成长的儿童,其大脑能够更好地发育出调节情绪的神经回路,从而拥有更好的情绪调节能力。良好的情感表达和理解能力有助于儿童建立良好的人际关系,促进其社会适应^[3]。

2.3 自我意识的发展与大脑前额叶皮质的发育密切相关 自我意识是个体对自己存在的认识和理解,包括自我认知、自我体验和自我控制等方面。脑科学研究表明,自我意识的发展与大脑前额叶皮质的发育密切相关。自我体验是自我意识的重要组成部分,包括自尊、自信等情感体验。在儿童成长过程中,积极的自我体验有助于培养其自信心和自尊心。例如,当儿童在学习或游戏中取得成功时,会体验到成就感,从而增强自信心。而消极的自我体验,如经常受到批评和否定,可能会导致儿童产生自卑心理。

自我控制能力的发展同样与大脑前额叶皮质的功能密切相关。随着前额叶皮质的发育成熟,儿童能够更好地控制自己的行为 and 情绪,遵守社会规则和道德规范。

2.4 人际交往的过程与大脑多个区域参与密切相关 人际交往能力是儿童社会发展的核心能力之一。大脑中的多个区域参与了人际交往的过程,包括额叶、颞叶、顶叶等。这些区域协同工作,使个体能够识别他人的面部表情、语言信息、身体语言等,并据此进行有效的沟通和互动。儿童在人际交往中能够促进大脑中相关神经回路的发展。例如,与同伴一起玩耍、合作完成任务等活动,能够锻炼儿童的沟通能力、合作能力和解决冲突的能力,同时也能够促进大脑中负责社会认知和情感调节区域的发育。良好的人际交往能力有助于儿童建立积极的人际关系,融入社会群体,对其身心健康和未来发展具有重要意义。

3 基于脑科学促进儿童脑健康发展的教育建议

根据儿童大脑发育过程中对环境刺激敏感的特点,应为儿童提供丰富多样且适宜的环境刺激,刺激儿童的触觉、视觉等多种感官,提升空间感知能力,促进大脑神经元之间的连接。让儿童在不同的社交和实践情境中锻炼大脑,提高综合能力。首先要保证不同年龄段儿童每天充足的睡眠,在睡眠中大脑会进行自我修复和整理,巩固白天学习的知识,促进大脑发育。合理的饮食也是促进大脑发育的关键因素^[4-5]。大脑的正常运转需要充足的营养支持,应确保儿童摄入均衡的饮食,包括富含蛋白质、碳水化合物、脂肪、维生素和矿物质的食物。例如,鱼类富含二十二碳六烯酸(DHA),对大脑的发育和功能具有重要作用;坚果中含有丰富的不饱和脂肪酸,有助于提高大脑的认知能力;新鲜的水果和蔬菜则提供了各种维生素和矿物质,维持大脑的正常代谢。同时,要注意控制儿童对糖分和盐分的摄入,避免过度食用垃圾食品,以免影响大脑健康。儿童的情感发展对大脑发育有着深远影响,因此,家长和教师应注重为儿童提供情感支持与引导。当儿童遇到困难或挫折时,家长要耐心倾听其感受并给予积极的反馈和情感支持。教师也要关注学生的情感需求,营造积极向上、和谐融洽的班级氛围。

4 脑科学未来发展方向

随着技术的不断进步,未来脑科学在儿童健康

发展领域将展现出更为广阔的前景。在大脑发育机制研究方面,单细胞测序技术、光遗传学技术等将进一步揭示大脑发育过程中细胞层面和分子层面的精细调控机制,为理解儿童大脑发育异常提供更深入的认识。在疾病防治领域,基于脑机接口技术的康复治疗设备有望为神经系统疾病患儿提供更精准、个性化的康复方案,通过实时监测大脑信号,实现对康复训练的智能调整。同时,人工智能和大数据分析技术,能够对儿童心理健康问题进行早期筛查和预警,及时干预以降低心理疾病的发生率。在教育领域,虚拟现实(virtual reality, VR)和增强现实(augmented reality, AR)技术与脑科学研究相结合,将为儿童创造沉浸式、互动式的学习环境,根据每个儿童的大脑反应和学习进度实时调整教学内容和方式,真正实现因材施教。此外,跨学科研究将成为趋势,脑科学与心理学、教育学、社会学等多学科深度融合,共同为促进儿童健康发展提供全面的理论支持和实践指导。

儿童大脑发育是一个充满奥秘的过程,脑科学的研究成果为人们理解儿童健康发展提供了宝贵的钥匙^[6]。从大脑发育的基础研究到在认知、心理、疾病防治和教育等领域的应用,脑科学正深刻影响着儿童健康事业的发展。应充分利用这些研究成果,为儿童创造更加有利于大脑发育和健康成长的环境,同时持续关注脑科学的前沿进展,不断探索促进儿童健康发展的新方法和新路径。

参考文献

- [1] Fine JG, Sung C. Neuroscience of child and adolescent health development[J]. J Couns Psychol, 2014, 61(4): 521-527.
- [2] Wu XT, Liu Y, Wang X, et al. Developmental impairments of synaptic refinement in the thalamus of a mouse model of fragile X syndrome[J]. Neurosci Bull, 2023, 40(4): 439-450.
- [3] Orben A, Tomova L, Blakemore SJ. The effects of social deprivation on adolescent development and mental health[J]. Lancet Child Adolesc Health, 2020, 4(8): 634-640.
- [4] Olivares GH. Editorial: The role of early-life nutrition and metabolism in brain development and adult behavior[J]. Front Neurosci, 2023, 18(17): 1308183.
- [5] Ahrens AP, Hyötyläinen T, Petrone JR, et al. Infant microbes and metabolites point to childhood neurodevelopmental disorders[J]. Cell, 2024, 187(8): 1853-1873.
- [6] 苏彦捷. 发展心理学[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2023.

收稿日期: 2025-04-02 修回日期: 2025-04-10 本文编辑: 李少闻