

# 基于连接组预测模型的视角：童年创伤、脑网络连接与抑郁的关联及记忆控制的调节作用

张天元

西南大学心理学部，重庆

收稿日期：2026年1月23日；录用日期：2026年2月12日；发布日期：2026年3月4日

## 摘要

童年创伤是抑郁症的重要风险因素，但其神经机制及个体差异尚不清楚。本文基于连接组预测模型(CPM)的视角，系统梳理了童年创伤如何通过影响大脑功能连接，进而增加抑郁风险，并重点探讨记忆控制在这一过程中的调节作用。研究发现，童年创伤与默认模式网络、突显网络和执行控制网络等核心脑网络的功能连接异常密切相关，这些异常可通过CPM模型稳定预测个体的创伤暴露程度和抑郁症状。更重要的是，记忆控制能力显著调节“童年创伤→脑网络异常→抑郁”这一神经认知路径：高记忆控制者表现出更强的韧性，能够缓冲创伤带来的神经心理影响；而低记忆控制者则更易受到负面神经路径的影响。本文整合神经影像与认知机制研究，为早期识别高危个体及开发精准干预策略提供了新思路。

## 关键词

童年创伤，抑郁，脑网络连接，连接组预测模型，记忆控制

## A Connectome-Based Predictive Modeling Perspective: The Associations among Childhood Trauma, Brain Network Connectivity, and Depression, and the Moderating Role of Memory Control

Tianyuan Zhang

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing

Received: January 23, 2026; accepted: February 12, 2026; published: March 4, 2026

## Abstract

Childhood trauma is a well-established risk factor for major depressive disorder (MDD), yet the underlying neural mechanisms and individual differences in vulnerability remain poorly understood. From the perspective of connectome-based predictive modeling (CPM), this review systematically examines how childhood trauma increases depression risk by influencing brain functional connectivity, with a focus on the moderating role of memory control in this process. Findings indicate that childhood trauma is strongly associated with abnormal functional connectivity within and between core brain networks—including the default mode network, salience network, and executive control network—which can reliably predict individual differences in trauma exposure and depressive symptoms via the CPM model. More importantly, memory control (MC) ability significantly modulates the neurocognitive pathway from “childhood trauma to brain network abnormalities to depression”: individuals with high memory control exhibit greater resilience, buffering the neuropsychological impact of trauma, whereas those with low memory control are more susceptible to adverse neural pathways. By integrating neuroimaging and cognitive mechanism research, this review offers novel insights for early identification of high-risk individuals and development of targeted interventions.

## Keywords

Childhood Trauma, Depression, Brain Network Connectivity, Connectome-Based Predictive Modeling (CPM), Memory Control

Copyright © 2026 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

童年创伤是一个严峻的全球性公共健康与社会问题(Teicher et al., 2016; Zhao et al., 2021)。它泛指个体在 18 岁之前所经历的各种虐待与忽视事件, 涵盖身体虐待、性虐待、情感虐待以及身体和情感忽视(Moody et al., 2018; Uzun et al., 2024; Yu et al., 2019)。大量研究一致表明, 童年创伤是多种精神障碍的非特异性风险因子, 其影响深远, 可贯穿个体终生(Teicher & Samson, 2016)。在各类精神障碍中, 童年创伤与重度抑郁障碍的关联尤为突出(Nelson et al., 2017)。一项针对 6830 名成人 MDD 患者的大规模分析显示, 超过半数(62%)报告有童年创伤史, 证实了童年创伤在抑郁人群中的高普遍性(Kuzminskaite et al., 2022)。不仅如此, 有童年创伤史的抑郁患者往往表现出更严重、更复杂的临床症状(Zhao et al., 2025)。因此, 深入探究童年创伤导致抑郁的内在机制, 已成为精神病理学与临床神经科学领域的迫切课题。童年是大脑发育的关键窗口期, 神经可塑性极强, 同时也意味着大脑对环境应激高度敏感。经历严重创伤的儿童, 其大脑会表现出不同程度的功能损害和持久的结构改变(Hart & Rubia, 2012)。即使是在精神病理学上健康的个体中, 童年创伤暴露也会改变大规模脑网络内部及网络间的功能连接模式(Begemann et al., 2023; Crozier et al., 2014; Garrett et al., 2019)。这些神经改变被认为是连接早期逆境与后期精神病理表现的关键桥梁。

然而, 一个关键的科学与社会现实是: 并非所有经历童年创伤的个体都会发展出精神障碍。这凸显了心理韧性(Resilience)的重要作用。心理韧性被定义为个体在面对创伤或逆境时良好适应的能力(Collishaw et al., 2007; Feder et al., 2009)。研究表明, 不良童年经历与抑郁之间的关联在低心理韧性个体中更强, 而在高心理韧性个体中则较弱(Ding et al., 2019; Poole et al., 2017; Youssef et al., 2017)。因此, 心

理韧性可能在童年创伤个体中扮演着保护性角色。心理韧性是一个动态的、多系统的适应能力。在个体层面,其核心特征包括强大的自我调节能力、积极的自我认知和灵活的应对策略。其中,自我调节,特别是对注意力、情绪、行为和生理反应的管理能力,被认为是基础性的保护机制(Masten et al., 2021; Perna et al., 2020; Sætren et al., 2019)。从机制上讲,心理韧性可能涉及对负面情绪和行为的适应性抑制,从而促进有效调整(Waugh & Koster, 2015; Zelazo, 2020)。

在此背景下,记忆控制(Memory Control, MC)作为自我调节和认知控制的关键成分,受到越来越多的关注。经历过童年创伤的个体常会反复体验创伤性记忆,表现为闯入性回忆(Finn et al., 2018)。这些个体往往难以在面对这些记忆时有效地抑制它们(Gravitz, 2019)。而遗忘,作为一种适应性反应,可以通过更新或删除不需要的记忆来塑造个体的记忆内容(Fawcett & Hulbert, 2020; Stramaccia et al., 2021)。记忆控制在此过程中起着至关重要的作用,它通过调节闯入性记忆的意识表达,保护创伤后的心理健康(Mamat & Anderson, 2023; Mary et al., 2020)。有效的记忆控制使个体能够有意识地抑制创伤记忆并继续前行(Stramaccia et al., 2021),而记忆控制缺陷则与反复的闯入性回忆相关,并增加罹患 MDD 和创伤后应激障碍(PTSD)等精神障碍的风险(Engen & Anderson, 2018; Schmaal et al., 2017)。此外,研究表明,心理韧性与记忆控制能力呈正相关(Shi et al., 2021)。因此,记忆控制是否可以作为个体用以减轻创伤经历长期心理后果的认知机制,成为一个新颖的理论与实证问题(Mary et al., 2020)。

近年来,计算方法学,特别是连接组预测建模(CPM)的兴起,为探索上述复杂问题提供了新的视角。CPM 是一种数据驱动的机器学习策略,它利用全脑功能连接数据构建预测个体行为或特质的模型(Shen et al., 2017)。与传统的组水平统计比较相比,全脑分析将所有脑特征整合到一个预测模型中,增强了统计效力,减少了多重比较问题,并能识别与行为相关的连接特征,为揭示神经生物学机制提供线索(Tie et al., 2025)。CPM 在预测人格特质和认知功能方面已被证实有效(Anderson & Barbey, 2023; Horien et al., 2022; Yoo et al., 2018),并且其构建的预测模型比传统的群体统计具有更大的实用价值。

综上所述,本综述将围绕以下核心脉络展开:首先,系统阐述童年创伤与抑郁关联的流行病学与临床重要性;其次,重点综述基于神经影像学,特别是 CPM 方法所揭示的童年创伤相关脑网络改变,及其作为抑郁风险神经标记的证据;接着,深入探讨记忆控制作为心理韧性核心成分,在调节“童年创伤-脑网络改变-抑郁”这一通路中的潜在保护作用;最后,评述当前研究的局限性,并展望未来整合计算神经科学与临床心理干预的研究方向,以期为促进童年创伤暴露人群的心理健康发展提供科学依据。

## 2. 童年创伤影响大脑网络连接的神经影像学证据

童年期大脑正处于快速发育和成熟阶段,对环境经验异常敏感。严重的童年创伤会对大脑产生广泛的负面影响(Begemann et al., 2023; Crozier et al., 2014; Garrett et al., 2019)。神经影像学研究,尤其是静息态功能磁共振成像研究,为了解童年创伤如何塑造大脑功能组织提供了重要窗口。

### 2.1. 大规模脑网络的功能重组

研究表明,即使在精神健康的个体中,童年创伤暴露也会显著改变大规模脑网络内部及网络间的功能连接。这些网络主要包括默认模式网络(Default Mode Network, DMN)、中央执行网络(Central Executive Network, CEN, 亦称额顶控制网络)和显著性网络(Salience Network, SN)。DMN 通常在内省、自我参照思维和情景记忆提取时活跃;CEN 负责目标导向的注意、工作记忆和认知控制;而 SN 则像一个“开关”,负责检测和过滤内外环境中 salient(显著)的刺激,并在 DMN(关注内部)和 CEN(关注外部)之间进行切换(Menon, 2011)。

童年创伤似乎破坏了这些网络之间正常的动态平衡与分离状态。根据“高效神经资源分配”的经典观点,功能分离且相互抗相关的网络状态是大脑最优功能的基础(Fox et al., 2005)。而童年创伤暴露者的

大脑常常表现出与此原则显著偏离的模式，即功能连接异常增强(Hyperconnectivity)，这被视为一种脑功能失调的表现(Hillary & Grafman, 2017)。这种过度连接可能是一种代偿机制，类似于脑损伤后受损网络或远端区域的功能连接增强而非减弱，但这也可能是童年创伤后大脑长期脆弱性的神经基础。

具体而言，研究发现童年创伤与 DMN 内部(如左侧内侧前额叶皮层)以及 SN 内部(如左侧前脑岛)的功能连接增强有关。同时，CEN 内部(如下顶叶)的连接性可能减弱。更重要的是，网络间的连接也发生改变。例如，DMN 与 CEN 通常在静息态下呈现抗相关关系(Fox et al., 2005; Sherman et al., 2014)，但童年创伤个体中，二者在静息态下的同步性却有增强趋势，这可能暗示着内外注意调节的受损。此外，DMN 和 CEN 均与 SN 表现出高协同性，表明 SN 可能在静息态下持续试图调控另外两个网络。这种三大网络间动态平衡的破坏可能损害认知、情绪和执行控制能力。另外，DMN 与背侧注意网络(Dorsal Attention Network, DAN，主要负责外源性注意和执行控制)之间的异常增强连接也被观察到，这可能导致个体无法有效分离外部注意与内部思维，易陷入闯入性沉思。

## 2.2. 连接组预测模型(CPM)的贡献与神经标记的识别

尽管传统神经影像研究揭示了童年创伤与特定脑区或网络连接的关联，但这些研究多基于预定义的兴趣区域或群体水平的比较，在个体化预测和神经标记的稳健性方面存在局限。CPM 方法的引入，为从全脑连接组角度识别童年创伤稳定、可预测的神经特征带来了突破。

CPM 利用全脑功能连接矩阵(通常基于脑图谱将大脑划分为数百个节点)，通过计算每个连接(边)与目标行为(如童年创伤问卷得分)的相关性，筛选出与行为显著相关的正性网络和负性网络。然后，通过交叉验证构建线性预测模型，评估模型对未见个体行为分数的预测能力(Shen et al., 2017)。应用 CPM 于童年创伤研究发现，基于正性网络(即连接强度与创伤分数正相关的连接组合)的功能连接模式，能够成功预测个体的童年创伤经历程度。这些预测有效的连接特征构成了童年创伤的神经标记。更重要的是，这些与童年创伤相关的神经标记组合，还能进一步预测个体的抑郁症状严重程度，从而在神经水平上将童年创伤与抑郁风险直接联系起来。对贡献最大的网络和节点的分析进一步揭示了关键脑区。节点贡献分析显示，前额叶皮层(特别是内侧和背外侧前额叶)是预测童年创伤最重要的脑区。网络贡献率分析则突显了特定网络对之间连接的重要性，主要包括：DMN-SN、DMN-DAN、DMN-CEN、CEN-SN 以及 SN-躯体运动网络之间的连接。这些发现与“三重网络模型”和网络功能失调理论高度一致，表明童年创伤导致的脑网络改变并非随机，而是集中于负责认知控制、情绪调节和内外环境监控的核心系统。

## 3. 记忆控制：概念、测量与神经基础

如前所述，心理韧性是解释童年创伤后发展路径异质性的关键。记忆控制，作为评估心理韧性的重要认知维度，在调节创伤后心理适应中扮演着核心角色(Dewhurst et al., 2019; Shi et al., 2021)。

### 3.1. 记忆控制的概念与测量

记忆控制指的是个体有意识地抑制或排除不想要的记忆进入意识的能力。这种能力对于管理创伤后常见的闯入性记忆至关重要。通常使用思维控制能力问卷(Thought Control Ability Questionnaire, TCAQ)来评估个体对自身控制侵入性思维能力的感知。研究表明，TCAQ 得分与实验性的记忆抑制任务表现显著正相关，具有良好的信效度(Küpper et al., 2014)。较高的记忆控制能力意味着个体能更有效地阻止负面记忆的反复侵扰。从神经机制上看，记忆控制依赖于特定的脑环路。

### 3.2. 记忆控制的神经环路基础

从神经机制上看，成功的记忆控制依赖于一个关键的抑制性神经环路，尤其是海马与前额叶皮层之

间的动态交互。海马是情景记忆提取的核心枢纽，而前额叶皮层(特别是背外侧前额叶皮层，dlPFC 和腹外侧前额叶皮层，vlPFC)则负责实施认知控制。当个体意图抑制一个不想要的记忆时，前额叶皮层(尤其是右下前额叶皮层)会被显著激活，并通过在海马神经活动自上而下的抑制，来阻止特定记忆痕迹的检索和进入意识(Anderson & Hulbert, 2021)。这个“前额叶-海马抑制通路”的效能，直接决定了个体记忆控制能力的强弱。童年创伤可能损害这一环路的发育或功能，例如导致前额叶抑制功能减弱或海马过度反应，从而使得创伤记忆更容易不受控制地闯入。

记忆控制不仅依赖于局部环路，更体现为大规模网络的协同与调节。例如，海马-前额叶通路的功能耦合强度，会进一步影响默认模式网络(DMN)与中央执行网络(CEN)之间的动态关系。高效的记忆控制通常伴随着 DMN (尤其是后扣带回/楔前叶)与 CEN (尤其是 dlPFC)在任务态下的更强负相关，这反映了个体能够灵活地在内部记忆提取与外部认知控制之间切换(Schmaal et al., 2017; Shi et al., 2021)。相反，记忆控制能力较弱的个体，则可能表现出 DMN 与 CEN 之间功能分离不足，甚至在静息态下出现异常的过度连接，这种网络状态的僵化可能使其难以抑制闯入性的创伤记忆。

从全脑连接的角度看，CPM 能够从全脑功能连接矩阵中捕捉与记忆控制相关的神经特征。通过计算每条边与记忆控制能力(如 TCAQ 得分)的相关性，可以筛选出正性记忆控制网络(连接强度与记忆控制能力正相关)和负性记忆控制网络(连接强度与记忆控制能力负相关)。例如，正性网络可能包括海马-dlPFC、海马-ACC，以及 dlPFC 与 CEN 核心节点之间的连接，这些连接共同支持高效的抑制控制。而负性网络可能涉及 DMN 内部(如 PCC-mPFC)的过度连接，或 DMN 与 SN、DAN 之间在静息态下的异常增强耦合，这些连接模式可能反映抑制功能不足和网络分离丧失。更进一步，CPM 不仅能识别静态的连接特征，还能通过动态功能连接分析或基于任务的连接建模，捕捉记忆控制过程的时变特性(Rosenberg et al., 2016; Tie et al., 2025)。因此，CPM 提供了一种强大的计算工具，能够将记忆控制的微观神经环路机制映射到宏观的全脑连接组特征上，并量化其对个体心理韧性的贡献。那么，这种记忆控制能力如何在童年创伤与抑郁的关系中发挥调节作用？

## 4. 记忆控制调节童年创伤、脑网络与抑郁关系的机制

如前所述，心理韧性是解释童年创伤后发展路径异质性的关键。

### 4.1. 记忆控制作为调节变量的理论依据

记忆控制作为心理韧性的重要认知维度，在调节创伤后心理适应中扮演着核心角色(Dewhurst et al., 2019; Shi et al., 2021)。经历过童年创伤的个体常会反复体验创伤性记忆，而有效的记忆控制能抑制这些闯入性记忆，保护心理健康(Mamat & Anderson, 2023; Mary et al., 2020)。因此，记忆控制可能作为一个保护性因素，缓冲童年创伤对脑网络和抑郁的影响。这一假设与心理韧性的动态网络观点一致(Kalisch et al., 2019)，即保护性因素可以削弱风险因素与精神病理之间的关联。

### 4.2. 有调节的中介模型：童年创伤→脑网络异常→抑郁

基于理论框架和实证证据，可以构建一个有调节的中介模型来阐释记忆控制的作用。该模型假设，童年创伤(X)通过导致特定的脑网络功能连接异常(M，中介变量)，进而增加抑郁风险(Y)。而记忆控制能力(W)则作为一个调节变量，作用于这一中介路径的两个环节。

首先，记忆控制能力可能调节童年创伤对脑网络的影响。个体如果拥有较高的记忆控制能力，可能通过主动抑制童年创伤记忆的反复闯入，减少这些负面记忆对大脑的长期“侵蚀”，从而减弱童年创伤对相关脑网络(如前额叶-边缘系统回路)功能失调的诱发程度。反之，记忆控制能力较低的个体，则难以抵御创伤记忆的侵扰，长期的潜伏性压力可能破坏大脑的抑制功能，导致网络整合异常和过度同步化

(Battaglini et al., 2016; Iyadurai et al., 2019), 并且异常的脑活动无法得到抑制功能的充分调节(Hulbert & Anderson, 2018)。

其次, 记忆控制能力也可能调节异常脑网络连接对抑郁的影响。即使存在一定程度的脑网络改变, 高记忆控制能力的个体可能通过增强的认知控制资源, 补偿或抵消网络异常带来的情绪调节缺陷, 从而降低发展出临床抑郁的可能性。相反, 低记忆控制能力的个体则缺乏这种补偿机制, 使得脑网络异常更直接地转化为抑郁症状。

采用贝叶斯有调节的中介分析对这一模型进行检验, 结果支持了记忆控制的调节作用。分析表明, 通过脑功能连接的中介效应随着记忆控制能力的变化而改变。在记忆控制能力较低时, 童年创伤通过脑网络影响抑郁的间接效应显著且较强; 在平均记忆控制能力水平时, 间接效应依然显著但有所减弱; 而在记忆控制能力较高时, 该间接效应变得不再显著, 其可信区间包含零。这一结果模式清晰地表明, 较高的记忆控制能力能够显著弱化甚至“阻断”童年创伤通过脑网络异常导致抑郁的病理通路。

这一发现与现有的理论假设相符, 即保护性因素(如记忆控制)是动态变量, 它们可以在症状网络中“断开”或“减少节点激活”(Kalisch et al., 2019)。通过削弱症状或风险因素之间的关联, 它们可以防止压力事件触发整个网络进入病理性激活状态。

### 4.3. 记忆控制调节作用的神经机制与临床意义

从神经环路层面理解, 高记忆控制能力的保护作用可能源于其背后强大的前额叶抑制功能。这种抑制功能既在源头缓解了创伤对网络的冲击, 又在终端补偿了网络异常带来的负面影响。具体而言, 高效的海马-前额叶抑制环路使个体能够更有效地抑制创伤记忆的提取, 减少边缘系统的过度激活, 从而减轻创伤对 DMN、SN 等网络功能连接的长期影响。同时, 即使在脑网络已经出现一定异常的情况下, 强大的前额叶控制资源也能帮助个体维持情绪调节和行为适应, 防止抑郁症状的产生。

这一机制为干预提供了潜在的靶点。未来的预防和干预措施可以聚焦于强化记忆控制能力, 例如通过认知训练(如记忆抑制训练)或神经调控技术(如经颅磁刺激)增强前额叶功能。同时, 基于 CPM 的个体化神经标记可以用于筛查高风险个体, 为早期精准干预提供依据。这些转化方向虽然仍需实证检验, 但代表着从机制研究迈向临床实践的重要一步。

## 5. 当前研究的局限与未来展望

尽管现有研究, 特别是结合 CPM 与心理韧性框架的研究, 为理解童年创伤与抑郁的神经机制提供了重要洞见, 但仍存在一些局限性, 指明了未来研究的方向。

### 5.1. 研究设计的局限

当前大多数研究, 包括应用 CPM 的研究, 多为横断面设计, 并采用回顾性自评问卷(如 CTQ-SF)评估童年创伤。这限制了对早期创伤与神经改变之间因果关系的推断。童年创伤的回顾性报告可能受到回忆偏差、社会赞许性, 特别是研究对象本身的记忆控制能力的影响。记忆控制能力强的个体可能因更强的记忆抑制能力而无意中少报创伤经历, 从而混淆创伤暴露与其神经后果之间的真实关系。未来研究迫切需要采用纵向设计, 追踪个体从童年期或青少年期到成年期的发展轨迹, 以厘清时间顺序, 验证脑网络标记的预测效度, 并明确记忆控制的长期保护作用。

### 5.2. 样本代表性的限制

现有研究样本多集中于年龄范围较窄(如 17~26 岁)的健康大学生群体。这限制了研究结果向更广泛年龄层、不同文化背景以及临床人群的推广。未来的研究需要扩展到临床样本, 如已确诊的 MDD 患者、PTSD

患者等，以检验这些神经标记和调节模型在病理状态下的适用性和特异性，从而提高研究的转化价值。

### 5.3. 方法学上的挑战

在 CPM 分析中，阈值的选择(如  $p < 0.01$ )可能影响模型的稳定性和可解释性。过于严格的阈值可能丢失信息，而过于宽松的阈值可能引入噪音。虽然通过交叉验证和 Dice 系数等方法可以优化阈值选择，但其稳健性仍需在不同独立数据集中进行验证。此外，CPM 基于静态功能连接，难以捕捉记忆控制等认知过程的动态特性。未来的研究可以探索将动态功能连接或脑状态切换特征纳入预测模型，以更好地表征前额叶-海马环路等在认知任务中瞬息万变的抑制过程。同时，负性功能网络(反映认知控制与边缘区域间抑制降低)的预测效力往往不如正性网络稳定，这可能与静息态活动的高异质性及方法学有关。未来研究可采用更严格的头动校正策略、更高采样率、替代性统计阈值或在独立数据集中验证，以增强负性功能网络特征的稳健性。

### 5.4. 童年创伤概念的精细化

使用童年创伤问卷总分可能掩盖了创伤不同类型(如情感虐待与躯体忽视)、发生时间、主观严重程度、持续时间和频率等重要维度的独特影响。不同亚型的创伤可能通过不同的神经通路影响大脑和心理健康。未来研究应超越总分，深入探讨创伤亚型特异性的功能连接模式，并整合发育时序等维度，以建立更精细、更有力的早期逆境的神经生物学模型。

### 5.5. 干预转化与应用前景

本综述揭示的机制为新一代认知干预提供了蓝图。研究发现表明，与童年创伤相关的脑改变并非不可逆转，培养特定的外部保护因素可以显著降低抑郁风险。干预可以有针对性地聚焦于：强化前额叶抑制控制功能、使大规模网络(如 DMN 与 CEN)间的过度连接正常化，以及利用基于连接组的预测模型筛查高风险个体并纳入预防性训练(如记忆控制训练)。虽然这些设想尚需实证检验，但这种基于个体神经特征、精准定位的干预策略，代表着向个性化心理健康预防的 promising 转变。

## 6. 结论

本综述系统整合了当前关于童年创伤、脑网络连接与抑郁之间关系的神经影像学研究，特别强调了连接组预测模型和记忆控制调节作用的新视角。主要结论如下：

童年创伤与稳定的脑网络改变相关：童年创伤会导致默认模式网络、中央执行网络、显著性网络等大规模脑网络的功能连接异常，主要表现为网络间的过度连接和功能分离丧失，这些模式构成了抑郁风险的潜在神经生物标记。CPM 提供了个体化预测的工具：基于 CPM 方法识别出的全脑功能连接特征，能够预测个体的童年创伤程度和未来的抑郁风险，为实现早期神经标志识别和风险分层提供了计算工具。这些宏观网络特征可能蕴含了如海马-前额叶抑制环路等微观神经机制的功能状态信息。记忆控制是关键的保护性调节因子：记忆控制能力作为心理韧性的核心成分，其神经基础涉及前额叶-海马抑制环路的功能完整性，能够显著调节“童年创伤→脑网络异常→抑郁”这一中介路径。较高的记忆控制能力可以减弱甚至阻断该病理通路，起到保护作用。机制研究指向新的干预靶点：这些发现不仅加深了我们对早期逆境如何通过经验依赖性、可塑性塑造精神病理脆弱性的理解，也为开发针对特定神经环路(如强化前额叶抑制功能)和脑网络功能正常化的新型干预措施指明了方向。

总之，这项工作计算神经科学与临床心理学之间架起了桥梁，为理解创伤暴露人群的精神健康提供了机制性见解，并具有转化为早期识别、预防和个性化治疗策略的潜力。未来的研究需要在更严谨的设计、更多样的样本和更精细的测量基础上推进，以最终实现科学发现向临床实践的有效转化，减轻童

年创伤的长期负担，提升全民心理健康水平。

## 参考文献

- Anderson, E. D., & Barbey, A. K. (2023). Investigating Cognitive Neuroscience Theories of Human Intelligence: A Connectome-Based Predictive Modeling Approach. *Human Brain Mapping, 44*, 1647-1665. <https://doi.org/10.1002/hbm.26164>
- Anderson, M. C., & Hulbert, J. C. (2021). Active Forgetting: Adaptation of Memory by Prefrontal Control. *Annual Review of Psychology, 72*, 1-36. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-072720-094140>
- Battaglini, E., Liddell, B., Das, P., Malhi, G., Felmingham, K., & Bryant, R. A. (2016). Intrusive Memories of Distressing Information: An fMRI Study. *PLOS ONE, 11*, e0140871. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140871>
- Begemann, M. J. H., Schutte, M. J. L., Van Dellen, E., Abramovic, L., Boks, M. P. et al. (2023). Childhood Trauma Is Associated with Reduced Frontal Gray Matter Volume: A Large Transdiagnostic Structural MRI Study. *Psychological Medicine, 53*, 741-749. <https://doi.org/10.1017/S0033291721002087>
- Collishaw, S., Pickles, A., Messer, J., Rutter, M., Shearer, C., & Maughan, B. (2007). Resilience to Adult Psychopathology Following Childhood Maltreatment: Evidence from a Community Sample. *Child Abuse & Neglect, 31*, 211-229. <https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2007.02.004>
- Crozier, J. C., Wang, L., Huettel, S. A., & De Bellis, M. D. (2014). Neural Correlates of Cognitive and Affective Processing in Maltreated Youth with Posttraumatic Stress Symptoms: Does Gender Matter? *Development and Psychopathology, 26*, 491-513. <https://doi.org/10.1017/S095457941400008X>
- Dewhurst, S. A., Anderson, R. J., Howe, D., & Clough, P. J. (2019). The Relationship between Mental Toughness and Cognitive Control: Evidence from the Item-Method Directed Forgetting Task. *Applied Cognitive Psychology, 33*, 943-951. <https://doi.org/10.1002/acp.3570>
- Ding, C., Wang, T., Chen, X., Li, J., Wang, W., Huang, D., Yan, H., & Li, S. (2019). Association of Adverse Childhood Experience and Attention Deficit Hyperactivity Disorder with Depressive Symptoms among Men Who Have Sex with Men in China: Moderated Mediation Effect of Resilience. *BMC Public Health, 19*, 17-26. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-8016-2>
- Engen, H. G., & Anderson, M. C. (2018). Memory Control: A Fundamental Mechanism of Emotion Regulation. *Trends in Cognitive Sciences, 22*, 982-995. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.07.015>
- Fawcett, J. M., & Hulbert, J. C. (2020). The Many Faces of Forgetting: Toward a Constructive View of Forgetting in Everyday Life. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition, 9*, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2019.11.002>
- Feder, A., Nestler, E. J., & Charney, D. S. (2009). Psychobiology and Molecular Genetics of Resilience. *Nature Reviews Neuroscience, 10*, 446-457. <https://doi.org/10.1038/nrn2649>
- Finn, H., Warner, E., Price, M., & Spinazzola, J. (2018). The Boy Who Was Hit in the Face: Somatic Regulation and Processing of Preverbal Complex Trauma. *Journal of Child & Adolescent Trauma, 11*, 277-288. <https://doi.org/10.1007/s40653-017-0165-9>
- Fox, M. D., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., Corbetta, M., Van Essen, D. C., & Raichle, M. E. (2005). The Human Brain Is Intrinsically Organized into Dynamic, Anticorrelated Functional Networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 102*, 9673-9678. <https://doi.org/10.1073/pnas.0504136102>
- Garrett, A., Cohen, J. A., Zack, S., Carrion, V., Jo, B., Blader, J. et al. (2019). Longitudinal Changes in Brain Function Associated with Symptom Improvement in Youth with PTSD. *Journal of Psychiatric Research, 114*, 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.jpsyres.2019.04.021>
- Gravitz, L. (2019). The Forgotten Part of Memory. *Nature, 571*, S12-S14. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-02211-5>
- Hart, H., & Rubia, K. (2012). Neuroimaging of Child Abuse: A Critical Review. *Frontiers in Human Neuroscience, 6*, Article 52. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00052>
- Hillary, F. G., & Grafman, J. H. (2017). Injured Brains and Adaptive Networks: The Benefits and Costs of Hyperconnectivity. *Trends in Cognitive Sciences, 21*, 385-401. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.03.003>
- Horien, C., Floris, D. L., Greene, A. S., Noble, S., Rolison, M., Tejavibulya, L. et al. (2022). Functional Connectome-Based Predictive Modeling in Autism. *Biological Psychiatry, 92*, 626-642. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2022.04.008>
- Hulbert, J. C., & Anderson, M. C. (2018). What Doesn't Kill You Makes You Stronger: Psychological Trauma and Its Relationship to Enhanced Memory Control. *Journal of Experimental Psychology: General, 147*, 1931-1949. <https://doi.org/10.1037/xge0000461>
- Iyadurai, L., Visser, R. M., Lau-Zhu, A., Porcheret, K., Horsch, A., Holmes, E. A. et al. (2019). Intrusive Memories of Trauma: A Target for Research Bridging Cognitive Science and Its Clinical Application. *Clinical Psychology Review, 69*, 67-82. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2018.08.005>

- Kalisch, R., Cramer, A. O. J., Binder, H., Fritz, J., Leertouwer, I., Lunansky, G. et al. (2019). Deconstructing and Reconstructing Resilience: A Dynamic Network Approach. *Perspectives on Psychological Science, 14*, 765-777. <https://doi.org/10.1177/1745691619855637>
- Küpper, C. S., Benoit, R. G., Dalgleish, T., & Anderson, M. C. (2014). Direct Suppression as a Mechanism for Controlling Unpleasant Memories in Daily Life. *Journal of Experimental Psychology: General, 143*, 1443-1449. <https://doi.org/10.1037/a0036518>
- Kuzminskaite, E., Gathier, A. W., Cuijpers, P., Penninx, B. W. J. H., Ammerman, R. T., Brakemeier, E. et al. (2022). Treatment Efficacy and Effectiveness in Adults with Major Depressive Disorder and Childhood Trauma History: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Lancet Psychiatry, 9*, 860-873. [https://doi.org/10.1016/s2215-0366\(22\)00227-9](https://doi.org/10.1016/s2215-0366(22)00227-9)
- Mamat, Z., & Anderson, M. C. (2023). Improving Mental Health by Training the Suppression of Unwanted Thoughts. *Science Advances, 9*, 52-92. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh5292>
- Mary, A., Dayan, J., Leone, G., Postel, C., Fraisse, F., Malle, C. et al. (2020). Resilience after Trauma: The Role of Memory Suppression. *Science, 367*, eaay8477. <https://doi.org/10.1126/science.aay8477>
- Masten, A. S., Lucke, C. M., Nelson, K. M., & Stallworthy, I. C. (2021). Resilience in Development and Psychopathology: Multisystem Perspectives. *Annual Review of Clinical Psychology, 17*, 521-549. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-081219-120307>
- Menon, V. (2011). Large-Scale Brain Networks and Psychopathology: A Unifying Triple Network Model. *Trends in Cognitive Sciences, 15*, 483-506. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.08.003>
- Moody, G., Cannings-John, R., Hood, K., Kemp, A., & Robling, M. (2018). Establishing the International Prevalence of Self-Reported Child Maltreatment: A Systematic Review by Maltreatment Type and Gender. *BMC Public Health, 18*, Article No. 1164. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6044-y>
- Nelson, J., Klumpp, A., Doebler, P., & Ehring, T. (2017). Childhood Maltreatment and Characteristics of Adult Depression: Meta-Analysis. *British Journal of Psychiatry, 210*, 96-104. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.115.180752>
- Perna, G., Riva, A., Defillo, A., Sangiorgio, E., Nobile, M., & Caldirola, D. (2020). Heart Rate Variability: Can It Serve as a Marker of Mental Health Resilience? *Journal of Affective Disorders, 263*, 754-761. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.10.017>
- Poole, J. C., Dobson, K. S., & Pusch, D. (2017). Childhood Adversity and Adult Depression: The Protective Role of Psychological Resilience. *Child Abuse & Neglect, 64*, 89-100. <https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2016.12.012>
- Rosenberg, M. D., Finn, E. S., Scheinost, D., Papademetris, X., Shen, X., Constable, R. T. et al. (2016). A Neuromarker of Sustained Attention from Whole-Brain Functional Connectivity. *Nature Neuroscience, 19*, 165-171. <https://doi.org/10.1038/nn.4179>
- Sætren, S. S., Sütterlin, S., Lugo, R. G., Prince-Embury, S., & Makransky, G. (2019). A Multilevel Investigation of Resiliency Scales for Children and Adolescents: The Relationships between Self-Perceived Emotion Regulation, Vagally Mediated Heart Rate Variability, and Personal Factors Associated with Resilience. *Frontiers in Psychology, 10*, Article 438. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00438>
- Schmaal, L., Hibar, D. P., Sämann, P. G., Hall, G. B., Baune, B. T., Jahanshad, N. et al. (2017). Cortical Abnormalities in Adults and Adolescents with Major Depression Based on Brain Scans from 20 Cohorts Worldwide in the ENIGMA Major Depressive Disorder Working Group. *Molecular Psychiatry, 22*, 900-909. <https://doi.org/10.1038/mp.2016.60>
- Shen, X., Finn, E. S., Scheinost, D., Rosenberg, M. D., Chun, M. M., Papademetris, X. et al. (2017). Using Connectome-Based Predictive Modeling to Predict Individual Behavior from Brain Connectivity. *Nature Protocols, 12*, 506-518. <https://doi.org/10.1038/nprot.2016.178>
- Sherman, L. E., Rudie, J. D., Pfeifer, J. H., Masten, C. L., McNealy, K., & Dapretto, M. (2014). Development of the Default Mode and Central Executive Networks across Early Adolescence: A Longitudinal Study. *Developmental Cognitive Neuroscience, 10*, 148-159. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.08.002>
- Shi, L., Ren, Z., & Qiu, J. (2021). High Thought Control Ability, High Resilience: The Effect of Temporal Cortex and Insula Connectivity. *Neuroscience, 472*, 60-67. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2021.07.034>
- Stramaccia, D. F., Meyer, A., Rischer, K. M., Fawcett, J. M., & Benoit, R. G. (2021). Memory Suppression and Its Deficiency in Psychological Disorders: A Focused Meta-Analysis. *Journal of Experimental Psychology: General, 150*, 828-850. <https://doi.org/10.1037/xge0000971>
- Teicher, M. H., & Samson, J. A. (2016). Annual Research Review: Enduring Neurobiological Effects of Childhood Abuse and Neglect. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 57*, 241-266. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12507>
- Teicher, M. H., Samson, J. A., Anderson, C. M., & Ohashi, K. (2016). The Effects of Childhood Maltreatment on Brain Structure, Function and Connectivity. *Nature Reviews Neuroscience, 17*, 652-666. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.111>
- Tie, B., Zhang, T., He, M., Geng, L., Feng, Q., Liu, C. et al. (2025). Smartphone and the Brain: Stress and Self-Control Mediate the Association between the Connectome-Based Predictive Modeling of fMRI Brain Network and Problematic Smartphone Use. *Computers in Human Behavior, 165*, Article ID: 108531. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108531>

- 
- Uzun, K., Tagay, Ö., & Cırcır, O. (2024). Childhood Traumas and Future Expectations in Adolescents: Examination the Role of Perceived Social Support and Attitudes to Seeking Psychological Help. *Current Psychology*, *43*, 7116-7130. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04925-2>
- Waugh, C. E., & Koster, E. H. W. (2015). A Resilience Framework for Promoting Stable Remission from Depression. *Clinical Psychology Review*, *41*, 49-60. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2014.05.004>
- Yoo, K., Rosenberg, M. D., Hsu, W., Zhang, S., Li, C. R., Scheinost, D. et al. (2018). Connectome-Based Predictive Modeling of Attention: Comparing Different Functional Connectivity Features and Prediction Methods across Datasets. *NeuroImage*, *167*, 11-22. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.11.010>
- Youssef, N. A., Belew, D., Hao, G., Wang, X., Treiber, F. A., Stefanek, M. et al. (2017). Racial/Ethnic Differences in the Association of Childhood Adversities with Depression and the Role of Resilience. *Journal of Affective Disorders*, *208*, 577-581. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.10.024>
- Yu, M., Linn, K. A., Shinohara, R. T., Oathes, D. J., Cook, P. A., Duprat, R. et al. (2019). Childhood Trauma History Is Linked to Abnormal Brain Connectivity in Major Depression. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*, 8582-8590. <https://doi.org/10.1073/pnas.1900801116>
- Zelazo, P. D. (2020). Executive Function and Psychopathology: A Neurodevelopmental Perspective. *Annual Review of Clinical Psychology*, *16*, 431-454. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-072319-024242>
- Zhao, H., Dong, D., Sun, X., Cheng, C., Xiong, G., Wang, X. et al. (2021). Intrinsic Brain Network Alterations in Non-Clinical Adults with a History of Childhood Trauma. *European Journal of Psychotraumatology*, *12*, Article 51.
- Zhao, N., Tang, M., Wang, L., Liu, T., Zhao, T., Xie, K. et al. (2025). Effects of Childhood Trauma on Depression and Cognitive Function in First-Diagnosed, Drug-Naïve Depressed Patients: An Observational Case-Control Study. *BMC Psychiatry*, *25*, Article No. 329. <https://doi.org/10.1186/s12888-025-06764-w>