

Психолого - теоретическая деятельность и ее мозговая организация аксонов и дендритов в захвате знаний через нейроны

Мадина Зокировна Исломова
Бухарский государственный педагогический институт

Аннотация: Статья рассматривает нейробиологические основы психолого-теоретической деятельности человека, анализируя роль структурных компонентов нейронов - аксонов и дендритов - в процессах усвоения и обработки знаний. В работе анализируются современные представления о нейронных основах абстрактного мышления, концептуального обучения и формирования теоретических конструкторов. Рассматриваются процессы нейрогенеза, синаптогенеза и их влияние на когнитивные способности. Представлены данные о роли различных типов нейронов и их морфологических характеристик в обеспечении высших психических функций.

Ключевые слова: нейропластичность, дендритная интеграция, аксональный транспорт, синаптическая передача, когнитивные процессы, теоретическое мышление, нейронные сети, обучение, память

Psychological - theoretical activity and its brain organization axons and dendrites in the capture of knowledge through neurons

Madina Zokirovna Islomova
Bukhara State Pedagogical Institute

Abstract: The article considers the neurobiological foundations of human psychological and theoretical activity, analyzing the role of the structural components of neurons - axons and dendrites - in the processes of assimilation and processing of knowledge. The work analyzes modern ideas about the neural foundations of abstract thinking, conceptual learning and the formation of theoretical constructs. The processes of neurogenesis, synaptogenesis and their impact on cognitive abilities are considered. Data on the role of various types of neurons and their morphological characteristics in providing higher mental functions are presented.

Keywords: neuroplasticity, dendritic integration, axonal transport, synaptic transmission, cognitive processes, theoretical thinking, neural networks, learning, memory

Введение. Психолого-теоретическая деятельность представляет собой высшую форму человеческого познания, включающую процессы абстрагирования, обобщения, формирования понятий и теоретических конструкторов. Понимание нейробиологических механизмов, лежащих в основе этих процессов, является одной из ключевых задач современной когнитивной нейронауки. Особое значение в этом контексте приобретает изучение роли структурных компонентов нейронов - аксонов и дендритов - в процессах захвата, обработки и консолидации знаний.

Нейронные основы теоретической деятельности

Архитектура нейронной сети и когнитивные функции

Теоретическая деятельность базируется на сложных паттернах активации распределенных нейронных сетей, охватывающих различные области коры головного мозга. Префронтальная кора, теменная кора и височные области образуют функциональную систему, обеспечивающую процессы абстрактного мышления и формирования теоретических представлений.

Дендритные деревья нейронов в этих областях характеризуются высокой степенью ветвления и большим количеством синаптических контактов, что обеспечивает возможность интеграции множественных информационных потоков. Пирамидальные нейроны слоя V коры, обладающие наиболее развитой дендритной архитектурой, играют ключевую роль в формировании сложных репрезентаций и абстрактных концептов.

Роль дендритов в интеграции информации

Дендриты выполняют функцию антенн нейрона, принимающих и обрабатывающих входящие сигналы. В контексте теоретической деятельности особое значение приобретают процессы дендритной интеграции, позволяющие нейрону объединять разнородную информацию и формировать комплексные репрезентации.

Механизмы дендритной интеграции

Дендритная интеграция осуществляется через несколько механизмов:

Линейная интеграция происходит при одновременной активации множественных синапсов на дендритном древе. Суммация возбуждающих постсинаптических потенциалов (ВПСП) позволяет нейрону реагировать на комбинации входных сигналов, что критически важно для формирования ассоциативных связей между различными элементами знания.

Нелинейная интеграция обеспечивается активацией потенциал-зависимых ионных каналов в дендритах. NMDA-рецепторы, требующие одновременного связывания глутамата и деполяризации мембраны, выступают в роли детекторов совпадения, обеспечивая механизм ассоциативного обучения по принципу Хебба.

Компартментализация дендритов позволяет различным ветвям дендритного дерева обрабатывать информацию независимо. Это обеспечивает возможность параллельной обработки различных аспектов теоретической задачи и формирования многомерных репрезентаций.

Пластичность дендритов и обучение

Структурная пластичность дендритов проявляется в изменении их морфологии в ответ на обучение. Формирование новых дендритных шипиков, увеличение объема дендритного дерева и изменение паттернов ветвления отражают процессы консолидации знаний на нейронном уровне.

Функциональная пластичность дендритов включает изменения в эффективности синаптической передачи, модификацию рецепторного состава синапсов и изменение возбудимости дендритных мембран. Эти процессы обеспечивают долговременное хранение теоретических знаний и возможность их гибкого использования в различных контекстах.

Аксональная передача и распространение знаний

Аксоны выполняют функцию передачи обработанной информации от нейрона к его мишеням. В контексте теоретической деятельности аксональная передача обеспечивает распространение активации по нейронным сетям и координацию деятельности различных мозговых областей.

Свойства аксональной передачи

Скорость проведения определяется диаметром аксона и степенью его миелинизации. Быстрая передача сигналов необходима для синхронизации активности нейронных популяций, участвующих в теоретическом мышлении. Нарушения миелинизации могут приводить к снижению скорости обработки информации и затруднениям в формировании сложных теоретических конструктов.

Надежность передачи обеспечивается механизмами поддержания постоянства амплитуды потенциала действия и эффективности синаптической передачи. Молекулярные машины аксонального транспорта обеспечивают доставку необходимых белков и органелл к синаптическим терминалям, поддерживая функциональность синапсов.

Модуляция передачи осуществляется через изменение возбудимости аксона, модификацию пресинаптических механизмов и регуляцию высвобождения нейромедиаторов. Эти процессы позволяют адаптировать

эффективность передачи в зависимости от контекста и задач теоретической деятельности.

Аксональные проекции и когнитивные сети

Длинные аксональные проекции связывают различные области коры головного мозга, формируя интегрированные когнитивные сети. Ассоциативные волокна обеспечивают взаимодействие между областями одного полушария, комиссуральные волокна - межполушарное взаимодействие, а проекционные волокна - связь коры с подкорковыми структурами.

В контексте теоретической деятельности особое значение имеют:

- Фронтально-париетальные связи, обеспечивающие рабочую память и внимание
- Темпорально-фронтальные связи, участвующие в семантической обработке
- Интерполушарные связи через мозолистое тело, обеспечивающие интеграцию информации

Молекулярные механизмы захвата знаний

Синаптическая пластичность

Синаптическая пластичность представляет собой основной механизм, лежащий в основе обучения и формирования памяти. В контексте теоретической деятельности различают несколько форм пластичности:

Долговременная потенция (ДВП) характеризуется устойчивым усилением синаптической передачи после высокочастотной стимуляции. Механизмы ДВП включают активацию NMDA-рецепторов, повышение внутриклеточной концентрации кальция, активацию протеинкиназ и изменение экспрессии генов. Эти процессы обеспечивают долговременное хранение теоретических знаний.

Долговременная депрессия (ДВД) представляет собой устойчивое ослабление синаптической передачи, играющее важную роль в процессах забывания и переобучения. Баланс между ДВП и ДВД обеспечивает оптимальную организацию знаний и предотвращает перенасыщение нейронных сетей.

Метапластичность определяет изменения в способности синапсов к пластическим изменениям в зависимости от их предыдущей активности. Этот механизм обеспечивает адаптивную регуляцию обучения и предотвращает насыщение пластичности.

Молекулярные каскады обучения

Процессы захвата знаний запускают сложные молекулярные каскады, включающие:

Ранние гены (c-fos, c-jun, zif268) активируются в течение минут после обучения и запускают транскрипцию других генов, необходимых для долговременных изменений.

Факторы транскрипции (CREB, NF-κB) регулируют экспрессию генов, кодирующих белки, необходимые для структурных и функциональных изменений синапсов.

Синтез белков обеспечивает формирование новых синаптических структур, модификацию существующих рецепторов и ферментов, поддержание долговременной памяти.

Специализация нейронных типов в теоретической деятельности

Пирамидальные нейроны

Пирамидальные нейроны составляют основную массу возбуждающих нейронов коры и играют ключевую роль в теоретической деятельности. Их морфологические особенности - развитое апикальное дендритное древо, множественные базальные дендриты и длинный аксон - обеспечивают интеграцию разнообразных входов и передачу обработанной информации на большие расстояния.

Слоевая организация пирамидальных нейронов отражает различные аспекты обработки информации:

- Нейроны слоя II/III участвуют в локальной корковой обработке
- Нейроны слоя V обеспечивают выходные проекции к подкорковым структурам
- Нейроны слоя VI осуществляют обратную связь с таламусом

Интернейроны

Тормозные интернейроны обеспечивают регуляцию активности возбуждающих нейронов и формирование специфических паттернов активности. Различные типы интернейронов выполняют специализированные функции:

Парвальбумин-позитивные интернейроны обеспечивают быструю синхронизацию нейронной активности и формирование гамма-ритмов, критически важных для процессов внимания и рабочей памяти.

Соматостатин-позитивные интернейроны осуществляют дендритное торможение и регулируют интеграцию входных сигналов.

Вазоактивный интестинальный пептид (VIP)-позитивные интернейроны участвуют в дезингибиции и модуляции корковой активности.

Глиальные клетки

Глиальные клетки играют важную роль в поддержании функций нейронов и процессах обучения:

Астроциты регулируют синаптическую передачу, поддерживают гомеостаз ионов и нейромедиаторов, участвуют в формировании и элиминации синапсов.

Олигодендроциты обеспечивают миелинизацию аксонов, что критически важно для скорости передачи информации в когнитивных сетях.

Микроглия участвует в синаптическом прунинге и нейровоспалительных процессах, влияющих на пластичность.

Возрастные изменения и теоретическая деятельность

Развитие нейронных сетей

Формирование способности к теоретической деятельности тесно связано с созреванием нейронных сетей:

Синаптогенез - массивное образование синапсов в раннем развитии создает основу для будущих когнитивных способностей.

Синаптический прунинг - элиминация избыточных синапсов в подростковом возрасте оптимизирует нейронные сети и повышает эффективность обработки информации.

Миелинизация продолжается до третьего десятилетия жизни, постепенно увеличивая скорость передачи в ассоциативных областях коры.

Критические периоды

Существуют критические периоды развития, когда мозг особенно восприимчив к формированию теоретических способностей:

Раннее детство (0-6 лет) - период интенсивного синаптогенеза и формирования базовых когнитивных функций.

Школьный возраст (6-12 лет) - развитие исполнительных функций и способности к абстрактному мышлению.

Подростковый возраст (12-18 лет) - созревание префронтальной коры и формирование способности к сложному теоретическому мышлению.

Патология и нарушения теоретической деятельности

Нейродегенеративные заболевания

Различные патологические процессы могут нарушать нейронные механизмы теоретической деятельности:

Болезнь Альцгеймера характеризуется накоплением амилоидных бляшек и нейрофибриллярных клубков, что приводит к дегенерации синапсов и нарушению когнитивных функций.

Болезнь Паркинсона связана с дегенерацией дофаминергических нейронов, что влияет на исполнительные функции и способность к планированию.

Шизофрения ассоциируется с нарушениями синаптической пластичности и аномалиями в развитии дендритных шипиков.

Генетические факторы

Генетические вариации влияют на морфологию и функцию нейронов:

Полиморфизмы генов нейротрофических факторов (BDNF, NGF) влияют на выживаемость нейронов и синаптическую пластичность.

Мутации в генах синаптических белков могут приводить к нарушениям обучения и памяти.

Эпигенетические модификации регулируют экспрессию генов в ответ на обучение и опыт.

Современные методы исследования

Морфологические методы

Конфокальная микроскопия позволяет детально изучать трехмерную структуру дендритных деревьев и синаптических контактов.

Электронная микроскопия обеспечивает ультраструктурный анализ синапсов и субклеточных компонентов нейронов.

Серийная электронная микроскопия (3DEM) позволяет реконструировать целые нейронные цепи.

Функциональные методы

Патч-клэмп техника обеспечивает регистрацию электрической активности отдельных нейронов и синапсов.

Кальциевый imaging позволяет визуализировать активность больших популяций нейронов в реальном времени.

Оптогенетика обеспечивает точный контроль активности определенных типов нейронов.

Молекулярные методы

Иммуногистохимия позволяет изучать распределение и экспрессию специфических белков в нейронах.

In situ гибридизация выявляет паттерны экспрессии генов в различных типах нейронов.

Секвенирование одиночных клеток обеспечивает детальный анализ генной экспрессии в отдельных нейронах.

Терапевтические подходы

Фармакологические вмешательства

Нейротрофические факторы могут стимулировать рост дендритов и формирование новых синапсов.

Модуляторы нейромедиаторных систем влияют на синаптическую передачу и пластичность.

Ноотропные препараты могут усиливать когнитивные функции и процессы обучения.

Немедикаментозные подходы

Когнитивная тренировка стимулирует структурную и функциональную пластичность мозга.

Физическая активность способствует нейрогенезу и синаптогенезу в гиппокампе.

Медитация влияет на структуру и функцию областей мозга, связанных с вниманием и саморегуляцией.

Заключение

Психолого-теоретическая деятельность представляет собой сложный процесс, основанный на координированной активности распределенных нейронных сетей. Аксоны и дендриты играют ключевую роль в этих процессах, обеспечивая интеграцию информации, формирование ассоциативных связей и консолидацию знаний.

Понимание нейробиологических механизмов теоретической деятельности открывает новые возможности для:

- Разработки эффективных методов обучения
- Создания технологий усиления когнитивных способностей
- Лечения когнитивных нарушений
- Понимания природы человеческого интеллекта

Дальнейшие исследования в этой области требуют интеграции данных различных уровней - от молекулярного до системного - для создания целостной картины нейронных основ высших психических функций человека. Развитие новых технологий исследования мозга будет способствовать более глубокому пониманию связи между структурой и функцией нейронов в контексте сложных когнитивных процессов.

Использованная литература

1. К.Б.Холиков. Развитие музыкального материала контрапунктических голосах произведения. Science and Education 3 (1), 553-558
2. К.Б.Холиков. проблематика построения современных систем мониторинга объектов музыкантов в сфере фортепиано. Scientific progress 2 (3), 1013-1018
3. К.Б.Холиков. Гармония к упражнению голоса их роль в регуляции мышечной деятельности при вокальной музыки. Scientific progress 2 (3), 705-709
4. К.Б.Холиков. Область применения двойные фуги. Scientific progress 2 (3), 686-689
5. К.Б.Холиков. Музыкально театральные драмы опера, оперетта Science and Education 3 (2), 1240-1246
6. К.Б.Холиков. Фактуры, музыкальной формы, приводящие к структурной, драматургической и семантической многовариантности произведения. Scientific progress 1 (4), 955-960

7. К.Б.Холиков. О принципе аддитивности для построения музыкальных произведения. *Science and Education* 4 (7), 384-389
8. К.Б.Холиков. Своеобразие психологического рекомендация в вузе по сфере музыкальной культуре. *Science and Education* 4 (4), 921-927
9. К.Б.Холиков. Обученность педагогике к освоению учащихся сложным способам деятельности. *Science and Education* 5 (2), 445-451
10. К.Б.Холиков. Уровень и качество усвоения предмета музыки, закрепление памяти и способности учащихся. *Science and Education* 5 (2), 452-458
11. К.Б.Холиков. Сложная система мозга: в гармонии, не в тональности и не введении. *Science and Education* 4 (7), 206-213
12. К.Б.Холиков. Звуковой ландшафт человека и гармоническая структура головного мозга. *Science and Education* 6 (1), 21-27
13. К.Б.Холиков. Приёмы формирования музыкально теоретический интересов у детей младшего школьного возраста. *Science and Education* 4 (7), 357-362
14. К.Б.Холиков. Возможность использования этнически сложившихся традиций в музыкальной педагогике. *Science and Education* 4 (7), 345-349
15. К.Б.Холиков. Преобразование новых спектров при синхронном использование методов и приёмов музыкальной культуре. *Science and Education* 4 (7), 107-120
16. К.Б.Холиков. Организация учебного сотрудничества в процессе обучения теории музыки младших школьников. *Science and Education* 4 (7), 363-370
17. К.Б.Холиков. Конструирование потока информации в балансировке разделения познания и поведение абстрактного воздействия на мозг человека. *Science and Education* 6 (1), 28-34
18. К.Б.Холиков. Динамическая обработка музыкального тембра и ритма в гипоталамусе мозга, переработка в рефлекторной дуге. *Science and Education* 6 (1), 65-70
19. К.Б.Холиков. Влияние классической музыки в разработке центральной нервной системы. *Science and Education* 6 (1), 49-56
20. К.Б.Холиков. Некоторые новые вопросы, связанные с применением методов и приёмов музыки в общеобразовательной системе. *Science and Education* 4 (7), 100-106
21. К.Б.Холиков. Музыкально компьютерные технологии, «музыкальный редактор» в науке и образовании Узбекистана. *Science and Education* 4 (7), 130-141

22. К.Б.Холиков. Диалоговые методы определения тональностей (не по квинтовому кругу). Science and Education 4 (7), 198-205
23. К.Б.Холиков. Музыкально педагогические приёмы по улучшению освоения учебного материала в школе. Science and Education 4 (7), 338-344
24. К.Б.Холиков. Музыкальная идея и создание новых идей, его развитие. Science and Education 5 (6), 129-136
25. К.Б.Холиков. Система грамматических форм полифонии, свойственных для классической многоголосной музыки. Science and Education 5 (11), 137-142
26. К.Б.Холиков. Искажения при синхронном направлении двух голосов в одновременной системе контрапункта и их решение. Science and Education 5 (11), 143-149
27. К.Б.Холиков. Три новые версии дефиниции формулировки мажора и минора. Science and Education 5 (11), 150-157
28. К.Б.Холиков. Совокупность идей и понятий, определяющих стиль написания ноты в компьютерной программе Сибелиус 9. Science and Education 5 (10), 171-178
29. К.Б.Холиков. Правила пользования печатными или электронными вариантами пользования музыкального редактора «финал». Science and Education 5 (10), 179-185
30. К.Б.Холиков. Обобщенные функции связок при исполнении академического пения включающей преобразования фальцета и вибрационной функции. Science and Education 5 (11), 287-292