

Этап 1

Научная проблема проекта “Рост дендритов”

Городянский Ф.Н., Дзахмишев К.З.

20 марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

Студенты группы НКНбд-01-22:

- Городянский Фёдор Николаевич
- Дзахмишев Камбулат Заурович

Вводная часть

Дендриты представляют собой разветвлённые отростки нейронов, обеспечивающие передачу и обработку электрических и химических сигналов. Дендритный рост является сложным биологическим процессом, зависящим от множества факторов, таких как генетика, внешние сигналы и внутренняя активность нейронов.

Цель работы

Основной целью исследования является изучение механизмов роста дендритов, факторов, влияющих на их развитие, и возможных способов регулирования этих процессов.

Задачи

- Рассмотреть биологические основы роста дендритов, включая молекулярные и клеточные механизмы.
- Исследовать влияние внешних и внутренних факторов.
- Описать существующие математические модели, применяемые для изучения роста дендритов.
- Определить роль дендритного роста в когнитивных функциях, пластичности мозга и развитии нервной системы.
- Рассмотреть перспективы исследований в области регулирования дендритного роста для лечения неврологических заболеваний

Теоретическое описание задачи

Биологические основы роста дендритов

Рост дендритов регулируется сложными биохимическими механизмами. Основную роль играют:

- Нейротрофины – белки, способствующие росту и выживанию нейронов. Среди них наиболее изучены фактор роста нервов (NGF) и мозговой нейротрофический фактор (BDNF), которые активируют сигнальные пути, ведущие к развитию и ветвлению дендритов.
- Кальциевые сигналы – влияют на рост и реорганизацию дендритных ветвей. Колебания внутриклеточного уровня кальция регулируют полимеризацию актинового цитоскелета, который формирует структуру дендритов.
- Гены и белки – например, белок DSCAM играет ключевую роль в регуляции дендритной морфологии и предотвращает излишнюю ветвистость.
- Электрическая активность – синаптическая активность стимулирует или подавляет рост дендритов в зависимости от характера входных сигналов.

Моделирование роста дендритов включает несколько подходов: 1. Стохастические модели – основаны на вероятностных законах ветвления и роста. Они учитывают случайные процессы формирования новых ответвлений и конкуренцию за ресурсы. 2. Динамические модели на основе уравнений – описывают рост с использованием дифференциальных уравнений, отражающих влияние биохимических факторов. 3. Клеточные автоматы – модели, основанные на локальных правилах взаимодействия между клеточными элементами, имитирующие морфогенез нейронов. 4. Компьютерные симуляции – используют алгоритмы, приближённые к реальной нейронной сети, чтобы анализировать, как разные параметры влияют на морфологию дендритов.

Значение дендритного роста для нервной системы

Нарушения в росте дендритов ассоциируются со многими заболеваниями. Например: - При болезни Альцгеймера наблюдается дегенерация дендритов, приводящая к когнитивному снижению. - Шизофрения связана с уменьшением количества дендритных шипиков, что ухудшает синаптическую передачу. - В аутистическом спектре наблюдаются как избыточное ветвление дендритов, так и нарушения их структуры.

Заключение

Во время выполнения первого этапа группового проекта мы сделали теоретическое описание моделей роста дендритов и определили задачи дальнейшего исследования.

1. Jan, Y. N., & Jan, L. Y. (2010). Branching out: mechanisms of dendritic arborization. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(5), 316–328.
2. London, M., & Häusser, M. (2005). Dendritic computation. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 503–532.