**Клеточные и молекулярные механизмы развития сложных органов у Bilateria: адаптивная и макроэволюционная пластичность**

Ивашкин Евгений Геннадьевич

к.б.н., н.с., лаб. эволюции и систематики паразитов

На настоящий момент нет единых представлений об организации гипотетического предка всех билатеральных животных (Urbilateria). Активные дискуссии ведутся по деталям строения Urbilateria, в частности, по организации нервной системы. В соответствии с одной из концепций, представитель Urbilateria был небольшим подвижным организмом с билатеральной симметрией, нервной системой, мезодермальными структурами и, вероятно, простыми глазами. Согласно другой концепции, типичный представитель Urbilateria был сложным организмом, с сегментированным телом и продольными нервными тяжами, и имел уровень организации современных метамерных червеобразных животных. Противоположная концепция предполагает, что он представлял собой микроскопическое ресничное существо с примитивной, не централизованной нервной системой, и был похож на планктотрофную личинку. Сторонники каждой гипотезы приводят различные сценарии, как из этих двух планов строения нервной системы сформировалось всё многообразие различных линий Bilateria. Одним из ключевых вопросов во всех предлагаемых сценариях остаётся проблема гомологии и конвергенции развития центральной нервной системы (ЦНС) у разных представителей Bilateria. На настоящий момент подавляющее большинство имеющихся данных относится к животным с линейно-метамерной организацией тела, таким как аннелиды, членистоногие, хордовые. Однако целый ряд животных с нелинейной организацией тела обычно остаются за рамками подобного анализа.

Целью данной работы является выявление и характеристика клеточных и молекулярных механизмов универсальных и таксон-специфичных морфогенезов, основанных на миграции и пролиферации клеток, вовлечённых в формирование нервной системы у представителей беспозвоночных животных с нелинейным планом строения.

Формирование нервных систем у Bilateria представляет собой сложный морфогенетический процесс, основанный на консервативных и таксон-специфичных механизмах клеточной миграции, пролиферации и дифференцировки. Для анализа в данной работе были выбраны представители групп с неочевидным морфологическим происхождением нелинейного плана строения в теле. Коловратки, являясь представителями клады Gnathiferia, предок которой по современным представлениям ответвились в самом основании Spiralia. Тогда как моллюски, и, в частности, гастроподы, являются однимии из наиболее эволюционно дистантных и сложно организованных представителей Spiralia. Использование модели большого прудовика (*Lymnaea stagnalis*), обладающего относительно крупной и дифференцированной нервной системой, и коловратки (*Brachionus manjavacas*), характеризующейся компактностью и функциональной оптимизацией нейрогенеза, позволяет проанализировать степень консервативности клеточных и молекулярных механизмов, лежащих в основе формирования нелинейных ЦНС. Анализ медиолатеральной разметки нейроэктодермы у этих таксонов демонстрирует высокую степень консервативности, что является подтверждением в пользу ранее высказанной гипотезы об консервативности эволюционных механизмов начальных этапов закладки нервной системы, характерных для Bilateria. В наших исследованиях мы обнаружили, что наряду с консервативностью молекулярной пространственной разметки эктодермы, у исследованных представителей животных с нелинейной организацией тела, происходит усложнение путей миграции клеток. Мы предполагаем, что именно эволюционные изменения миграторной активности предшественников нейронов являются основой занчительного разнообразия строения дифинитивных планов строения ЦНС в разных группах Bilateria. Следы подобного эволюционного процесса адаптивной перестройки нейрогенезов обнаруживаются при анализе онтогенетических программ развития, что и было прослежено в данной работе.

Также мы обнаружили, что у коловраток и гастропод наблюдаются целый ряд сходных черты упрощения нейрогенеза, что может быть связано с конвергенцией определяемой неотеническим происхождением плана строения этих животных. Упрощение может сопровождаться как редукцией отдельных структур, так и их миниатюризацией, что делает такие нервные системы функционально эффективными в условиях специфических экологических ниш. При этом, несмотря на значительные различия в строении и планах организации нервной системы у моллюсков и коловраток, филогенетически далеких представителей Spiralia, их развитие может независимо формироваться за счёт кооптации консервативных и высоко устойчивых модулей генно-регуляторных сетей, появившихся в процессе формирования общего предка всех Bilateria. Эти сети координируют морфогенезы, основанные на миграции клеток, и позволяют достигать схожих функциональных решений в разных эволюционных линиях.

Обнаруженные механизмы подчёркивают фундаментальную роль клеточной миграции в эволюции нервных систем и их адаптивных изменений, обеспечивая как дивергенцию, так и конвергенцию морфогенетических процессов у разных групп Bilateria.