

**Сравнительный анализ экспрессии компонентов SNARE-комплекса в  
раннем эмбриогенезе иглокожих и хордовых**

Ю.Б. Шмуклер<sup>1</sup>, Д.А. Никишин<sup>\*1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, Москва, Россия;

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

\* *d.nikishin@idbras.ru*

SNARE-белки формируют молекулярный аппарат, обеспечивающий специфичность и слияние мембран в ходе везикулярного транспорта. Этот процесс является фундаментальным для множества клеточных функций, включая экзоцитоз нейромедиаторов, гормонов и факторов роста. Проведён биоинформационный анализ общедоступных баз данных транскриптомов и протеомов ранних зародышей четырёх видов морских ежей, двух видов шпорцевых лягушек и мыши. Анализ t-SNARE синтаксинов (Stx) выявил наличие консервативного ядра. мРНК *Stx5*, *Stx6* и *Stx8* экспрессируются на высоком уровне, сопоставимом с генами «домашнего хозяйства», уже на стадии яйцеклетки у всех исследованных видов. Протеомные данные для *X. laevis* подтверждают стабильно высокую экспрессию соответствующих белков в ходе раннего развития. Помимо этого, в клетках ранних зародышей присутствует значительное разнообразие других синтаксинов, формирующих видоспецифичные комбинации: у морских ежей экспрессируется не менее 6 типов Stx, у шпорцевых лягушек – 10-13 типов, а у мыши – 12. Экспрессия синаптотагминов (Syt), также демонстрирует сложную картину. У зародышей морских ежей обнаружено 10 типов Syt, у мыши – 8, у шпорцевых лягушек – 5. Примечательно, что у *X. laevis* белки Syt5 и Syt16 присутствуют на значительном уровне при практически полном отсутствии соответствующих мРНК, что указывает на их трансляцию с материнских матриц или высокую стабильность. Выявлены филогенетические особенности: Syt1 и Syt7 экспрессируются у морских ежей и мыши, но не у лягушек; напротив, Syt14 активно экспрессируется у иглокожих и амфибий, но отсутствует у мыши. Также у всех видов выявлена значительная экспрессия других ключевых компонентов комплекса: SNAP25, v-SNARE синаптобревинов (VAMP) и регуляторных белков-комплексинов.

Полученные данные свидетельствуют о том, что клетки ранних зародышей обладают обширным и комбинаторно сложным репертуаром компонентов SNARE-аппарата. Такая множественность изоформ не является избыточной, а, вероятнее всего, представляет собой молекулярную основу для обеспечения пространственно-временной специфичности везикулярного транспорта. Различные комбинации SNARE-белков могут формировать уникальные комплексы, отвечающие за разные процессы – от конститутивной секреции факторов роста до регулируемого высвобождения морфогенов. Это позволяет эмбриональным клеткам одновременно и независимо управлять множеством сигнальных и транспортных путей, что является критически важным для координации сложных морфогенетических процессов.