

БИЕНИЕ РЕСНИЧЕК В ОБЛАСТИ ОРГАНИЗАТОРА И УСТАНОВЛЕНИЕ ЛЕВО-ПРАВОЙ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ПОЗВОНОЧНЫХ

Ермаков А.С.

Московский Государственный Университет им М.В. Ломоносова, Биологический факультет, кафедра Эмбриологии, 119234, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Тел. +7 (495) 939-35-25, e-mail: ermakov99@mail.ru

Установление лево-правой висцеральной асимметрии позвоночных можно представить в виде трех этапов (Levin, 2005). На первом этапе происходит потеря билатеральной симметрии и активация специфической экспрессии генов. Вторым этапом – этап асимметричных паттернов экспрессии генов. На третьем этапе устанавливается морфогенез асимметричных органов. Еще в 1976 году было выдвинуто предположение о возможной связи между биением ресничек и установлением лево-правой асимметрии у млекопитающих (Afzelius, 1976). На рубеже 1990-2000-х было показано, что биение ресничек в области организатора и порождаемый левосторонний ток жидкости ведут к потере билатеральной симметрии у млекопитающих.

К настоящему времени выдвинуто 3 гипотезы о возможных механизмах этого процесса (см. Ермаков, 2013). Гипотеза градиента морфогена постулирует, что левосторонний ток переносит молекулы морфогена в левую часть организатора, что создает высокую концентрацию морфогена в левой стороне тела зародыша и стимулирует левостороннюю экспрессию специфических генов. Биомеханическая гипотеза (или “модель двух типов ресничек”) гласит, что левосторонний ток жидкости активирует механочувствительные Ca^{2+} каналы, затем Ca^{2+} зависимый сигнальный каскад запускает левостороннюю экспрессию генов. Челночная модель утверждает, что левосторонний ток жидкости переносит липидные везикулы, которые разбиваются при столкновении с неподвижными ресничками периферии гензеновского узелка и высвобождают находящиеся внутри сигнальные биомолекулы на левой стороне тела.

За последние 15 лет связь биения ресничек и установления лево-правой асимметрии показана также у представителей низших позвоночных. Встает вопрос о вероятной древности данного механизма.

Литература.

1. Afzelius B.A., A human syndrome caused by immotile cilia //Science. V. 193, no 4250, 1976. P. 317–319.
2. Ermakov A.S., Establishment of visceral left-right asymmetry in mammals: the role of ciliary action and leftward fluid flow in the region of Hensen’s node// Russ. J. Dev. Biol., V. 44, no. 5, 2013. P. 254–266.
3. Levin M. Left–right asymmetry in embryonic development: a comprehensive review// Mechanisms of Development, V. 122, no 4, 2005. P. 3–25.