

УДК 576.31.9

ЦИТОЛОГИЯ

Ю. М. ВАСИЛЬЕВ, член-корреспондент АН СССР И. М. ГЕЛЬФАНД,  
О. Ю. ИВАНОВА, Л. Б. МАРГОЛИС

## ОРИЕНТАЦИЯ БОРОЗДЫ ДЕЛЕНИЯ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ КЛЕТОК

Поляризация и ориентация клеток, их вытягивание в определенном направлении и полярные движения являются важнейшими компонентами нормальных морфологических процессов. Традиционным объектом изучения механизмов поляризации и ориентации служат культуры нормальных фибробластов. В таких культурах вытягивание клетки сопровождается вытягиванием ядра. Направление длинной оси ядра — удобный показатель ориентации клеток: методы определения и значение этого показателя разобраны в работе (1). Направление ориентации интерфазных нормальных клеток может определяться структурами субстрата (2), а также контактами с соседними клетками (3). Для поддержания вытянутой формы клетки и ее ориентации существенно наличие микротрубочек: при применении веществ, разрушающих микротрубочки, ориентация утрачивается (4). В отличие от вопроса об ориентации интерфазных клеток, вопрос о факторах, определяющих ориентацию плоскости деления у делящихся фибробластов, остается совершенно неизученным. В начале митоза клетка округляется, утрачивая всякие внешние признаки полярности. Тем не менее, как будет показано в данной работе, направление борозды митоза в такой клетке определяется направлением длинной оси ядра клетки в период, предшествовавший митозу.

Работа проведена на культурах мышинных фибробластов линии L. Культуры плотностью  $0,2-0,6 \cdot 10^5$  кл/см<sup>2</sup> выращивали в специальных камерах для микрокиносъемки. Большинство клеток в культурах такой плотности имеет вытянутую или многоотростчатую форму и удлинённые эллипсоидные ядра. Съемку вели 24 часа с частотой 1 кадр/мин. Условия культивирования и методика съемки идентичны описанным ранее (4). Полученный фильм анализировали по кадрам при помощи анализатора кадров. Анализ проводили следующим образом: обнаружив на пленке клетку, вошедшую в митоз, зарисовывали на экране проекцию ее борозды деления; затем перематывали пленку обратно, возвращаясь к кадру, снятому в момент перед началом митоза, непосредственно предшествовавший началу округления клетки. Промежуток между этим моментом и появлением борозды составлял обычно 1—2 часа. С этого кадра зарисовывали контур проекции ядра клетки. На такой проекции определяли большую и малую оси ядра по описанной ранее методике (4). Если отношение длин осей оказывалось больше, чем 1, 2, то такая клетка считалась поляризованной и у нее определяли угол  $\alpha$  — наименьший угол между направлением проекции длинной оси интерфазного ядра и направлением проекции борозды деления. Заметим, что направление длинной оси ядра в течение 2—3 час. перед началом деления обычно существенно не менялось. При повторных измерениях независимыми исследователями значения угла  $\alpha$  различались менее чем на 5%.

**Результаты и обсуждение.** Всего было измерено 59 клеток: у 4 из них отношение осей было меньше или равно 1, 2; 4 клетки делились таким образом, что плоскость деления проходила параллельно субстрату. Для оставшихся 51 клетки угол распределялся так, как показано на рис. 1. Как видно из гистограммы на рис. 1, распределение неравномерно: оно от-

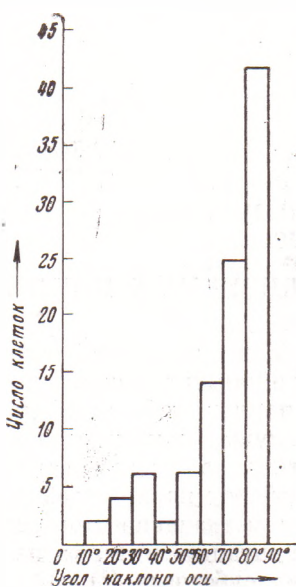


Рис. 1. Распределение значения угла  $\alpha$  между направлением длинной оси интерфазного ядра и бороздой деления клетки в митозе

личается от равномерного с вероятностью больше 99,99% по критерию  $\chi^2$ . 65% клеток делились так, что угол между плоскостью деления и бывшим направлением поляризации лежит между 70 и 90°.

В исследованных нами культурах клеток L большинство ядер было поляризовано, однако какое-либо общее направление взаимного ориентирования клеток в культуре, в отличие от культур нормальных фибробластов, отсутствовало: распределение направлений длинных осей интерфазных ядер в каждой группе, содержащих по 20–30 клеток, не отличалось от случайного (<sup>6</sup>). Поэтому направление борозды деления не могло определяться ориентирующим влиянием со стороны соседних клеток. Таким образом, направление деления клетки, расположенной на изотропной подложке, предопределено уже в интерфазе, за несколько часов до начала митоза. Направление вытягивания интерфазного ядра контролируется теми же структурами, которые определяют и направление последующего деления. Поэтому вытягивание ядра — важный показатель, характеризующий эту внутреннюю ориентированность внутриклеточной структуры. Возможно, что частью такой структуры являются центриоли, которые могут быть соединены с

микротрубочками не только во время деления, но и в интерфазе (<sup>6</sup>). Однако организация такой структуры пока остается неизвестной. Из полученных данных следует, что если клетки в ткани ориентированы определенным образом, то такое ориентирование может определить направление митозов и, следовательно, направление роста ткани.

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова

Поступило  
3 X 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Ю. М. Васильев, И. М. Гельфанд и др., Онтогенез, 2, 2, 138 (1971).  
<sup>2</sup> P. Weiss, A. Taylor, Anat. Rec., 124, 381 (1956). <sup>3</sup> M. Abercrombie, J. E. Neauman, Exp. Cell Res., 6, 293 (1954). <sup>4</sup> Ю. М. Васильев, И. М. Гельфанд и др., Цитология, 14, 80 (1972). <sup>5</sup> J. Freed, M. Leibowitz, J. Cell Biol., 45, 2, 334 (1970). <sup>6</sup> Л. Б. Марголис, В. И. Самойлов, Тез. докл. IV Международн. биофизического конгресса, 3, М., 1972, стр. 430.