

Поведение клеток в неизотонических условиях: дифференцированный подход к механизмам структурных нарушений и адаптации

В.А. БОНДАРЕНКО¹, О.К. ПАКУЛОВА², А.Е. ЖУЙКОВА²

¹Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины, г. Харьков

²Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина

Cell Behaviour Under Non-Isotonic Conditions: Differentiated Approach to Mechanisms of Structural Disorders and Adaptation

V.A. BONDARENKO¹, O.K. PAKULOVA², A.E. ZHUYKOVA²

¹Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine

of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov, Ukraine

²V.N. Karazin Kharkov National University, Ukraine

В настоящее время большой интерес представляет исследование реакции клеток на изменение параметров среды, в которой они находятся. Многие клетки реагируют на изменение условий среды включением внутренних адаптационных механизмов, которые еще до конца не исследованы, причем указанные механизмы характеризуются выраженной функциональной специфичностью, и соответственно клетки могут адекватно реагировать на разнообразные стимулы, включая изменения температуры, осмолярности, pH и ионной силы среды. Адаптивные реакции клеток носят как кратковременный, так и долговременный характер. В первом случае адаптация обеспечивается преимущественно мембранными механизмами, а во втором – процессами биосинтеза, происходящими в клеточном ядре. В итоге устанавливаются новые режимы интеграции систем клетки, обеспечивающие необходимый уровень адаптации к новым условиям. Данные, полученные при исследовании эритроцитов, доказывают, что адаптивный потенциал клеток по отношению к изменениям условий среды зависит от исходных условий, в которых они находятся. Это означает, что комбинация определенных начальных параметров среды программирует поведение клеток при дальнейших ее изменениях.

Помимо обратимости изменений, другим важным критерием является скорость изменений условий среды, когда выход за границу адаптации тем более вероятен, чем больше скорость этих изменений. При значительном нарушении согласованности между изменениями параметров среды и адаптивными изменениями, происходящими в клетке, результирующая реакция проявляется как «шок». Функциональный диапазон этих условий широк, в одних случаях можно говорить о сенсibilизации клеток, а в других – об адаптации. При этом важно отметить, что температурно-осмотическая адаптация клеток одинакова как при температурах выше 0°C, так и в условиях замораживания клеток, что свидетельствует о значительном потенциале клеток, возможность реализации которого зависит от оптимальной комбинации исходных параметров среды, и возможности направленно индуцировать процессы, позволяющие существенно расширить границы адаптации клеток. Значительный экспериментальный материал позволяет выдвинуть несколько гипотез относительно механизмов повреждений клеток при изменении осмотических условий среды и охлаждении. Роль цитоскелет-мембранного комплекса может рассматриваться как ключевая в процессах, приводящих к инициации, формированию и стабилизации трансмембранных пор. Общей основой указанных процессов, по-видимому, являются фазово-структурные изменения мембранных липидов. Именно это объясняет высокую эффективность амфифильных соединений в качестве агентов, модифицирующих процессы, связанные с формированием пор. Другой важный фактор – транспорт ионов и воды, а также состояние водных растворов электролитов и неэлектролитов, в которых экспонируются клетки.

Очевидно, в перспективе значительные усилия будут сосредоточены на изучении роли воды в механизмах адаптации на молекулярно-клеточном уровне.

Nowadays of great interest is to investigate the cell response on changed parameters of medium, where cells are. Many cells respond on a change in medium composition by triggering the internal adaptive mechanisms, which have still remained poorly studied, moreover the mentioned mechanisms are characterised by a manifested functional specificity and, as a result, the cells may adequately respond to different stimuli, including changes in temperature, osmolarity, pH and medium ion strength. Cell adaptive responses are of both short- and long-term characters. In the first case the adaptation is provided mostly by the membrane mechanisms but in the second one by biosynthesis processes, occurring in cell nucleus. New regimens of cell system integration, providing a necessary adaptive level to new conditions have been finally established. The data obtained during erythrocyte studies demonstrate the cell adaptive potential towards changes in medium conditions as depending on the initial conditions where they are. This means that the combination of certain initial medium parameters programmes the cell behaviour during its further changes.

The rate of changes in medium conditions when the over-running of adaptation limit is more probable with higher rate of these changes, is the another important criterion besides the change reversibility. Under significant disorder of conformity between changes of medium parameters and adaptive changes, occurring in a cell, the resulting response is manifested as a “shock”. Functional range of these conditions is wide, in one case we may suggest about cell sensibilisation, in other about adaptation. At the same time of note is the fact that the temperature and osmotic cell adaptation is equal both at temperature higher than 0°C and under cell freezing, testifying to a significant cell potential, which possible realisation depends on an optimal composition of medium initial parameters and a possibility of a directed induction of processes, enabling a considerable extension of cell adaptation limits. A huge experimental materials allows making some hypotheses in respect of cell damage mechanisms when changing medium osmotic conditions and cooling. The role of cytoskeleton-membrane complex may be emphasised as a key one in the processes, resulting in the initiation, formation and stabilisation of transmembrane pores. The common base for the mentioned processes is apparently the phase and structural changes in membrane lipids, which should be referred to both temperature-dependent changes and those, caused by cell dehydration. Namely this fact explains a high efficiency of amphiphil compounds as agents, modifying processes, related to the pore formation. Another important fact is the ion and water transport, as well as the state of electrolyte and non-electrolytes aqueous solutions, where cells are exposed.

Obviously, in future the great efforts will be focused in studying the role of water in adaptive mechanisms on molecular and cell levels.