

Эволюция рыб и криорезистентность сперматозоидов

Е.Ф. КОПЕЙКА

Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины, г. Харьков

Fish Evolution and Sperm Cryoresistance

E.F. KOPEYKA

*Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov, Ukraine*

В процессе длительной эволюции рыбы заселили почти все водные ниши Земного шара с разной температурой, соленостью и гидростатическим давлением. В результате взаимодействия исходных геномов клеток рыб с изменявшимися факторами окружающей среды в каждой нише возникли популяции рыб, у которых свойства большинства клеток стали адекватны нише обитания или размножения. Поэтому криорезистентность сперматозоидов рыб из разных ниш может сильно отличаться. Чтобы понять ее природу, необходимо определить экстремальные факторы криоконсервирования, наиболее уязвимые структуры сперматозоидов, а также рассмотреть, как в процессе эволюции факторы среды повлияли на молекулярные структуры и функциональные характеристики клеток. К основным повреждающим факторам криоконсервирования следует отнести изменения осмотичности среды и эффекты кристаллизации, которые в первую очередь влияют на мембраны и акросому. Сила воздействия каждого из них зависит от исходного состояния криоконсервированных клеток занимаемой ими ниши и протокола криоконсервирования. Наиболее сильным фактором среды является температура, влияющая на общую организацию клеток, скорость реакций, на структуру и свойства их мембран. В клетках рыб, живущих при минусовых температурах, синтезируются антифризы, что повышает их криорезистентность. Дефицит энергии и необходимость поддержания определенных скоростей реакций при пониженных температурах компенсируются у них снижением прочности связей между структурными элементами клеток. Поэтому у лососевых выживаемость сперматозоидов после криоконсервирования ниже, чем у карпов, нерестящихся при более высоких температурах. Кроме того, высокая ненасыщенность жирных кислот фосфолипидов мембран лососевых также снижает их криорезистентность. Сохранить функции клеток при разных температурах можно лишь при жидкокристаллическом состоянии мембран, что достигается изменением соотношения между насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами фосфолипидов мембран. С повышением температуры нереста увеличиваются насыщенность жирных кислот фосфолипидов и количество холестерина в мембранах, что снижает их чувствительность к изменениям осмотичности среды. Аналогичный эффект наблюдается и у рыб, нерестящихся в морской воде, так как их сперматозоиды активируются в гипертоничных средах. У рыб, нерестящихся в пресной воде, активация сперматозоидов происходит в условиях гипотонии, поэтому они могут быть более чувствительны к экстремальным факторам криоконсервирования. Таким образом, анализ криорезистентности сперматозоидов рыб из разных ниш позволяет нам утверждать, что она имеет полифакторную природу.

During continuous evolution fishes inhabited almost all the aquatic niches of the Earth with different temperature, salinity and hydrostatic pressure. Due to interaction between initial gene pools of fish cells with changed environmental factors fish populations appeared in every niche. These populations had properties of the most part of cells which were adequate to their niche of habitation or breeding. Therefore cryoresistance of fish spermatozoa from various niches can greatly differ. To understand its nature, it is necessary to determine the extreme cryopreservation factors, the most vulnerable structures of spermatozoa, as well as to consider how the evolution of environmental factors influenced the molecular structures and functional characteristics of cells. The main damaging factors of cryopreservation should include the changes in osmolality environment and crystallization effects, which primarily affect the membrane and acrosome. The impact strength for each of them depends on the initial state of cryopreserved cells, their occupied niches and the cryopreservation protocol. The strongest environmental factor is the temperature affecting a complete cell organization, response rate on the structure and properties of these membranes. In the cells of fish inhabiting under subzero temperatures, antifreezers are synthesized, increasing their cryoresistance. Energy deficiency and necessity to maintain certain response rates at low temperatures are compensated by reduction of bond strengths between structural elements of cells. Therefore, salmon sperm survival after cryopreservation is lower than carp one spawning under higher temperatures. Furthermore, a high unsaturation of fatty acids of salmon membrane phospholipids also reduces their cryoresistance. To preserve cell functions under different temperatures is possible only if the liquid-crystalline state of membranes achieved by varying the ratio between saturated and unsaturated fatty acids of membrane phospholipids. As the temperature rises the spawning of saturated fatty acids and cholesterol phospholipids in membranes is increased, reducing their sensitivity to changes in medium osmolality. Similar effect is observed in fish spawning in sea water, whereas their spermatozoa are activated in hypertonic media. Fish spawning in fresh water, sperm activation occurs under hypotension, so they may be more sensitive to extreme factors of cryopreservation. Thus, the analysis of fish sperm cryoresistance from different niches allows us to confirm that it is of multiple-factor nature.