

Л. В. КОМАРОВ

ОПЫТ ОЖИВЛЕНИЯ УШЕЙ КРОЛИКОВ, ЗАМОРОЖЕННЫХ В ЖИДКОМ КИСЛОРОДЕ

(Представлено академиком Л. А. Орбели 10 XII 1948)

Сообщаемый опыт является одним из первых шагов на пути к разрешению проблемы полного анабиоза (в интерпретации проф. П. Ю. Шмидта) ⁽³⁾ теплокровных животных.

Возможность осуществления полного анабиоза путем применения глубокого охлаждения с предварительным высушиванием, до совершенного удаления несвязанной воды, была доказана с полной очевидностью многими учеными для целого ряда мелких объектов (нематоды, коловратки, тихоходки, семена растений, споры и т. д.) еще в XIX в. Без предварительного же высушивания, или хотя бы некоторого подсушивания, эти опыты до сих пор не давали положительных результатов.

Подвергать предварительному высушиванию более крупные объекты, а тем более теплокровных животных, до тех степеней, при которых удается получить состояние полного анабиоза у микрообъектов, по известным причинам не представляется возможным. Следовательно, для решения проблемы полного анабиоза применительно к теплокровным организмам надлежит искать методы, почти в полной мере исключающие обезвоживание организмов.

Принципиально возможность получения полного анабиоза без какого-либо предварительного высушивания была доказана лишь в последние годы ⁽²⁾ при быстром и глубоком охлаждении мышечных волокон лягушки, давшем некоторый (весьма незначительный) процент оживания.

Все остальные успехи в этом направлении были получены лишь после предварительного частичного обезвоживания, но опять-таки на таких микрообъектах, как миксамебы, сперматозоиды, одноклеточные слои эпидермиса и т. п. ^(1, 2).

Между тем, как показал ряд проделанных нами опытов, оказывается вполне возможным восстановление жизнедеятельности даже таких несравненно более крупных объектов, как уши кроликов, после их замораживания в кипящем жидком кислороде ($t = -182,98^{\circ}\text{C}$) и, что особенно важно, без какого-либо предварительного подсушивания.

Первые опыты в этом направлении ставились на изолированных ушах кроликов с применением методики проф. Н. П. Кравкова для определения факта восстановления жизнедеятельности клеток сосудов. В дальнейшем было сделано предположение, что при восстановлении жизнедеятельности клеток решающее значение должна играть трофическая полноценность тканевой жидкости, омывающей клетки в первые минуты восстановления. Так как никакая искусственная смесь не может обеспечить лучше собственной крови кролика *in vivo* наиболее

благоприятного состава тканевой жидкости, дальнейшие опыты выполнялись на неизолированных ушах кроликов.

Первая же серия опытов с неизолированными ушами живых кроликов полностью подтвердила сделанное предположение. Во всех случаях замораживание ушей производилось без наркотизирования животных. Кролик привязывался к операционному станку обычным способом спинкой вниз. С помощью обычного зажима голова закреплялась над прорезью станка. Ухо, подлежащее замораживанию, выводилось в прорезь станка и неподвижно фиксировалось. В значительной части опытов волосяной покров уха подстригался. Для замера температуры в толщу уха вводилась игла медь-константановой термопары, с надлежащей теплоизоляцией. Термопара подключалась по нормальной схеме к чувствительному гальванометру, после чего станок с кроликом поворачивался таким образом, чтобы фиксированное ухо быстро опустилось в кипящий кислород, налитый в соответствующий сосуд. Уши, в разных опытах, опускались на глубину от $1/2$ до $3/4$ своей длины и выдерживались в кислороде от 20 сек. до 5,5 мин.

Размораживание производилось в различных вариантах по-разному. Вот некоторые из них:

1. Извлеченное из кислорода ухо немедленно переносилось в водяную ванну с температурой $+45^{\circ}$.

2. Извлеченное из кислорода ухо закутывалось ватой и оставлялось в таком виде до полного восстановления первоначальной температуры.

3. Извлеченное из кислорода ухо закутывалось в вату. Когда его температура поднималась до минус 30° , вата быстро удалялась и ухо немедленно опускалось в водяную ванну с температурой $+45^{\circ}$.

В некоторых опытах при размораживании применялись токи УВЧ. Скорость снижения температуры варьировала в зависимости от густоты волосяного покрова, толщины кожи уха (возраст, упитанность кролика), места введения и глубины введения термопары и т. п. В среднем она составляла $30-40^{\circ}/\text{сек.}$, доходя в некоторых случаях до $60^{\circ}/\text{сек.}$

Средняя скорость повышения температуры, в разных вариантах, составляла от $4^{\circ}/\text{сек.}$ до $6,5^{\circ}/\text{мин.}$

Сразу же после размораживания ухо предоставлялось самому себе с тем, чтобы проследить без какого-либо внешнего вмешательства развивающийся воспалительный процесс.

Следует подчеркнуть, что независимо от метода размораживания (из применявшихся нами) или, иначе говоря, независимо от скорости размораживания уха, непременно и во всех без исключения случаях имело место восстановление жизнедеятельности клеточных элементов, составляющих ухо. Безошибочным индикатором этого являлся воспалительный процесс, развивавшийся в тканях уха и сопровождавшийся повышением температуры уха, причем повышенная температура держалась от 3 до 8 суток. Кровообращение в ухе полностью восстанавливалось сразу же по окончании размораживания.

В качестве иллюстрации приводим данные пяти опытов разных вариантов (табл. 1).

Внешняя картина изменений находившегося под опытом органа в общих чертах была следующей.

Первые стадии развития патологического процесса во всех случаях протекали, с небольшими отклонениями, по одному плану. При рассмотрении уха в проходящем свете в первые же минуты наблюдался ровный розовый цвет органа, обусловленный воспалительной гиперемией. Через 15—30 мин. появлялась отечность, распространявшаяся от границы погружения уха в кислород и достигавшая максимальной величины на вторые-третьи сутки. Вслед за этим начинался более медленный процесс спадения отека, длившийся 3—4 суток и проходивший без следа. Параллельно с появлением отека развивалась гипер-

Таблица 1

№ опыта	Полное время пребывания в жидком кислороде	Глубина погружения уха	Средняя скорость снижения т-ры в °/сек.	Метод размораживания	Средняя скорость повышения т-ры	Конечный результат
26	20 сек.	$\frac{3}{4}$ длины	31	Вар. 1	4°/сек.	Ухо пришло в норму на 46-е сутки
27	17 сек.	$\frac{3}{4}$ »	43	Вар. 2	4°/мин.	Ухо мумифицировалось и отпало
28	5,5 мин.	$\frac{4}{5}$ »	35	Вар. 1	2,4°/сек.	То же
33	2 мин.	$\frac{1}{2}$ »	32	Вар. 3	2,7° мин.* 8°/сек.**	То же
37	2 мин.	$\frac{1}{2}$ »	48	Вар. 1	3,5°/сек.	Ухо пришло в норму на 43-и сутки

* При повышении температуры от -183° до -30° С.

** При повышении температуры от -30° до $+36,5$ С.

мья уха, также полностью прекращавшаяся на четвертые-восьмые сутки. Гиперемия органа в разных опытах имела различную интенсивность. В одних опытах (опыты 26, 27, 28) она возрастала в течение 1—2 суток настолько значительно, что на ее фоне при просвечивании совершенно не видны были даже крупные сосуды, в других (опыт 39) она была весьма незначительная и вся кровеносная сеть отчетливо выступала в течение всего времени развития воспалительного процесса. На 2—5-е сутки наблюдалось выхождение на поверхность кожи экссудата, в некоторых опытах выхождение экссудата не имело места совершенно. Часто на 2—3-и сутки по всей поверхности уха, или местами на нем, появлялись мелкие пузырьки с бесцветным содержимым. В некоторых опытах появление пузырьков не наблюдалось. В некоторых случаях местами наблюдалось обнажение мальпигиевого слоя дермы. В опытах с применением медленного размораживания (опыты 27, 28 и 33) на 2—9-е сутки происходил тромбоз v. auricularis posterior, обычно на границе погружения уха в жидкий кислород. В этих случаях тромбоз распространялся постепенно по сосудам в дистальном направлении и вследствие нарушения трофики тканей являлся причиной возникновения гангрены, мумифицировавшей на 6—14-е сутки все ухо, вплоть до демаркационной линии, образующейся на уровне погружения уха в жидкий кислород. Мумифицированный участок на 20—30-е сутки отпадал.

В других опытах (опыты 26, 39) тромбоза не наблюдалось и в этом случае на 35—40-е сутки патологические явления полностью исчезали. В последнюю очередь на 40—45-е сутки исчезала гиперемия органа и вместе с тем наполнение сосудов сравнивалось с наполнением сосудов второго, контрольного уха. На 30—35-е сутки начинал отрастать волосяной покров. Чувствительность уха к болевым раздражениям восстанавливалась полностью.

Выявившаяся возможность восстановления жизнедеятельности после замораживания до температуры -183° такого относительно крупного и сложного образования, как ухо кролика, позволяет ставить на очередь разрешение проблемы полного анабиоза целостных организмов теплокровных животных.

Иркутский медицинский институт

Поступило
10 XII 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ П. Ю. Шмидт, Анабиоз, 1948. ² Э. Я. Граевский, Усп. совр. биол., 25, в. 2. 195 (1948). ³ П. Ю. Шмидт, Анабиоз, 1935.