

сфодизстеразы отражает
ется следствием воздейст-
ские органы и ткани, что
ций — лейкоцитах крови.
анизмов регуляции гомео-
получены нами ранее [2].

коцитах больных
ими синдромами

ность фосфодизстеразы
Ф в пикомолях на мг
белка в мин

1,23±0,07
p>0,1
1,27±0,07
p>0,1
1,2±0,05
p>0,1
1,1±0,09

армента под воздействием
ность косвенно судить об
словиях функциональной

достоверных изменений
овых лиц позволяют счи-
гипоталамических синдро-

ативно-сосудистыми синд-
я наблюдается тенденция
ИФ.

к действию стимуляторов
синдромами не отличается

жность считать, что изме-
и гипоталамических синд-

дина», 1976. 175 с.

и вегетативная нервная систе-

гипоталамических нейрогоρμο-
а думка», 1978. 216 с.

к клеток, М., «Медицина», 1976.
Takishima T. Leukocyte cyclic
bronchial asthma.—Annals of

Поступила в редакцию
Киев; 1.VI 1978 г.

УДК 534.88:591.185.5:599.53

В. А. Козак

О ПУЗЫРЬКОВЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ФРОНТАЛЬНОГО ВОЗДУШНОГО МЕШКА КАШАЛОТА

Сложная система воздушных мешков и спермацетовых образований кашалота (возникших в процессе эволюции после возвращения к водному образу жизни предков этого животного) принимает непосредственное участие в осуществлении процесса локации во время поиска и лова глубоководных кальмаров в условиях полной темноты больших глубин [5—7]. Согласно нашим представлениям, эта система расположена на роstrуме черепа и состоит из структурно и функционально направленных образований: а) округлого участка передне-верхней части головы животного, служащего входом, а в период звуковой активности — выходом акустической системы (это образование в силу своей обтекаемой формы уменьшает звуковые помехи, связанные с передвижением в водной среде); б) компоненты, расположенной в передней части спермацетового конуса, напоминающей акустическую линзу; в) спермацетового конуса, выполняющего роль звукопровода; г) проксимального конца спермацетового конуса — «экрана», соприкасающегося с пузырьрьковыми элементами; д) поля с пузырьрьковыми элементами и нервно-рецепторными образованиями; е) нервных окончаний, отходящих от рецепторов спермацетового конуса и формирующих ветвь верхне-челюстного нерва; ж) звукогенерирующего аппарата; з) опорного аппарата с активным поглощением звуковой энергии.

Принимая во внимание результаты исследований различных авторов [5—7, 10, 14, 17 и др.], можно полагать, что данный комплекс образований, объединенный в единую систему, является акустическим. Проводимые в настоящее время дискуссии и обсуждения сводятся, в основном, к определению, к какой части относится этот комплекс образований — звукогенерирующей или рецепторной, или он объединяет обе функции. Так, Норрис и Гарвей [14] считают, что спермацетовые образования и воздушные мешки относятся к системе, генерирующей звуковые сигналы. К этой точке зрения присоединяется Морозов [10]. Вуд [19] высказывает мнение, что представляется возможным считать этот орган звукогенерирующим, а «громадный» спермацетовый орган кашалота вполне может выполнять роль акустической линзы, наполненной жидким маслом». В то же время Вуд определяет акустическую систему кашалота как исключительно сложную и считает, что гидролокационные возможности кашалота на несколько порядков выше, чем у остальных китообразных.

Жироподобное образование, имеющее четкую геометрическую форму и расположенное в области роstrума, в той или иной степени свойственно всем китообразным, относящимся к подотряду зубатых. Вполне вероятно, что эти образования и система воздушных мешков кашалота являются наиболее развитым вариантом аппарата, присущего подотряду. Однако система этих образований у кашалота развита настолько

сложнее, что можно говорить не только о структурных отличиях, но и о качественном отличии их функций. Поэтому полная аналогия сперматозоидного органа семейства кашалотовых и мелона семейства дельфиновых, по-видимому, неправильна.

Равен и Грегори [16], Шенкан и Пурвес [17] показали, что у кogia имеется два отдельных образования — мелон и сперматозоидный орган. В частности, последние два автора считают, что мелон, принимая во внимание его развитие, соответствует нижней сперматозоидной подушке (клину), а верхний сперматозоидный мешок (конус) является отдельным органом с другими функциями.

Если сперматозоидные образования и прилегающие к ним воздушные мешки описаны различными авторами [2, 7, 11, 16, 17], то, по-сути, феноменологическое упоминание наличия пузырьковых образований нельзя считать исчерпывающим описанием данных структур. Неясным также остается функциональное значение пузырьков поля.

Норрис и Гарвей [14] считают, что задний (фронтальный) воздушный мешок является зеркалом для акустических волн, а пузырьковые образования помогают осуществлять отражение звука в любом положении тела животного в процессе глубоководных погружений. Однако эти авторы за основу своих рассуждений приняли неправильно определенную скорость звука в спермате, которая, по приводимым ими данным, соответствует 2669 м/с. Многократное определение скорости звука в спермате, сделанное в нашей лаборатории, а также данные, полученные в других трех лабораториях, соответствует при температуре 37°С 1350 ± 14 м/с. Бергман [1] приводит цифры скорости звука в спермате («сперматозоидное масло»), соответствующие 1210 м/с. Поэтому основная концепция Норриса и Гарвея о функции сперматозоидного органа, как реверберационной камеры неверна. Эти авторы, однако, допускали возможность того, что пузырьки должны фильтровать или пропускать поступающие звуки в соответствии с диаметром пузырька и частотой поступающего сигнала.

Принимая во внимание недостаточность сведений о структуре пузырьков элементов, а также неясность их функционального значения, мы изучали морфологические особенности данного аппарата, что может способствовать выяснению его функции.

Методика исследований

Изучали внешний вид, форму и структуру пузырьковой полости, которую определяли заливкой внутренней полости латексом, разогретой эпоксидной смолой с отвердителем, заливкой металлическими сплавами типа сплава Вуда и др. Проводили анализ особенностей внутренней структуры пузырьков с помощью введения в их полость рентгеноконтрастной массы (урографин — 60%) с последующей рентгенографией и воссозданием модели полости согласно полученным под различными углами снимкам. Этот метод позволял получить наименьшую деформацию полости. После заполнения полости отверждающими материалами проводили коррозию тканей в соляной кислоте для их удаления и получения внутренних слепков пузырьков элементов и их комплексов.

Кроме макроскопических исследований было проведено изучение микроскопических особенностей структуры ряда участков пузырьков образований. Применяли парафиновую заливку, с последующей окраской срезов гематоксилин-эозином, по ван-Гизону. Серебрение проводили по методу Бильшовского—Гросса. В некоторых случаях проводили тотальное серебрение небольших кусочков после пиридина. Для более детального изучения элементов строения пузырьков проводили электронномикроскопическое исследование. Для этого, после обработки глутаральдегидом на буфере Серенсена и фиксации в осмии производили заливку кусочков в эпон. Исследование проведено на электронном микроскопе Джемма-7.

Помимо морфологических исследований пузырьков элементов, определяли удельный вес жидкости, наполняющей полость пузырьков. Проведены некоторые биохимические исследования содержимого пузырьков — определено на пламенном фото-

метре содержание нитрогена, содержание белка и его нитрогенное геле.

Общее количество тального мешка — приведено в табл. 1 серии соответствует

Рис. 1. Различные формы полости пузырьков элементов.

а — заливка полости латексом (латекс) — коррозионный металл; б — заливка полости легким металлическим сплавом, типа Вуда; в — рентгенографический элемент после введения его полости урографина; г — рентгенографический элемент после проекции, отличающийся от на 45°.

табл. 1, закономерности ковых элементов не более мелкие элементы поверхностью, варьи

В результате анализа полости, обнаружены верхностью поля, с под поверхностью находится ближе назвали основным. С разными расширениями (рис. 1). Наблюдение цепочки пузырьков поля кашалота слепков внутренних основных пузырьков

Комплекс пузырьков элементов элемента, часто (рис. 1, б).

При изучении мальных элементов был Поверхность пузырьков нуса, покрыта многими для внешних покров

турных отличиях, но и о аналогизация сперматозоида семейства дельфи-

показали, что у когн сперматозоидный орган. то мелон, принимая во сперматозоидной подушке (с) является отдельным

ющие к ним воздушные [16, 17], то, по-сути, февых образований нельзя структур. Неясным также поля.

(фронтальный) воздушных волн, а пузырьковые звука в любом положении погружений. Однако эти неправильно определенным иводимым ими данным, е скорости звука в сперматозоиде данные, полученные при температуре 37° С сти звука в сперматозоиде м/с. Поэтому основная ацетового органа, как однако, допускали воз- ать или пропускать по- узырька и частотой по-

едений о структуре пу- кционального значения, то аппарата, что может

ой полости, которую опреде- оксидной смолой с отверди- да и др. Проводили анализ введения в их полость рент- рентгенографией и воссо- зными углами снимкам. Этот и. После заполнения полости в соляной кислоте для их ементов и их комплексов. ено изучение микроскопиче- их образований. Применяли матоксидин-эозинном, по ван- росса. В некоторых случаях те пиридина. Для более де- ли электронномикроскопиче- егидом на буфере Серенсена. Исследование проведено на

ых элементов, определяли. Проведены некоторые био- елено на пламенном фото-

метре содержание ионов натрия, калия и в некоторых случаях кальция, определено содержание белка и его фракционного состава методом электрофореза в полиакриламидном геле.

Результаты исследований

Общее количество пузырьковых элементов на задней стенке фронтального мешка — пузырьковом поле — подсчитанное у 11 кашалотов приведено в табл. 1. Среднее количество пузырьков у животных этой серии соответствует 2730 ± 708 . Как следует из данных, приведенных в

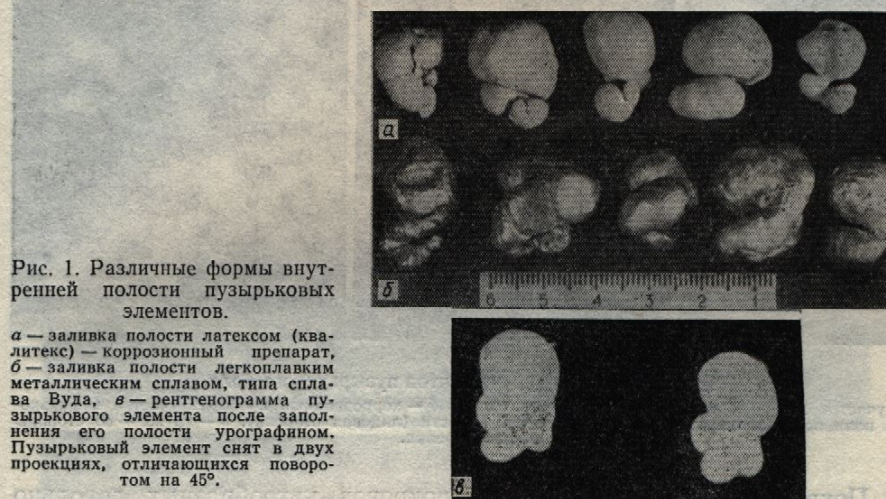


Рис. 1. Различные формы внутренней полости пузырьковых элементов.

а — заливка полости латексом (квалитекс) — коррозионный препарат, б — заливка полости легкоплавким металлическим сплавом, типа сплава Вуда, в — рентгенограмма пузырькового элемента после заполнения его полости урографинном. Пузырьковый элемент снят в двух проекциях, отличающихся поворотом на 45°.

табл. 1, закономерности между массой животного и количеством пузырьковых элементов не отмечено. Однако у молодых животных отмечаются более мелкие элементы. Обычно размеры пузырьков, выступающих над поверхностью, варьируют от нескольких до 30 мм.

В результате анализа данных, полученных после заливки внутренней полости, обнаружено, что каждый пузырек, выступающий над поверхностью поля, связан общей полостью с пузырьками, находящимися под поверхностью пузырькового поля. Как правило, один из пузырьков, находящийся ближе к поверхности поля, наиболее крупный — мы его называли основным. От него ближе к лобной кости идет канал с четкообразными расширениями, более мелкими, чем диаметр основного пузырька (рис. 1). Наиболее мелкие пузырьки располагаются чаще всего в конце цепочки пузырьков. На рис. 2, а представлен фрагмент пузырькового поля кашалота самца (длина 12,9 вес 31 т); на рис. 2, б — комплекс слепков внутренних полостей пузырьков соседнего участка со стороны основных пузырьков и на рис. 2, в — со стороны гребня лобной кости.

Комплекс пузырьков, связанных общей полостью, мы называли пузырьковым элементом. Пузырьки, относящиеся к одному пузырьковому элементу, часто располагаются завитком, напоминающим улитку (рис. 1, б).

При изучении микроскопических особенностей строения пузырьковых элементов был обнаружен ряд характерных деталей их структуры. Поверхность пузырьков, обращенная к задней стенке сперматозоидного конуса, покрыта многослойным ороговевающим эпителием, характерным для внешних покровов (рис. 3, а). На препаратах можно видеть все слои

кожного эпителия. Покровный эпителий часто пигментирован, что придает полю неравномерную пятнистую окраску.

На границе эпителиального слоя и подлежащей ткани хорошо выражены сосочковые образования, в которых со стороны прилежащей соединительной ткани просматривается капиллярная петля.

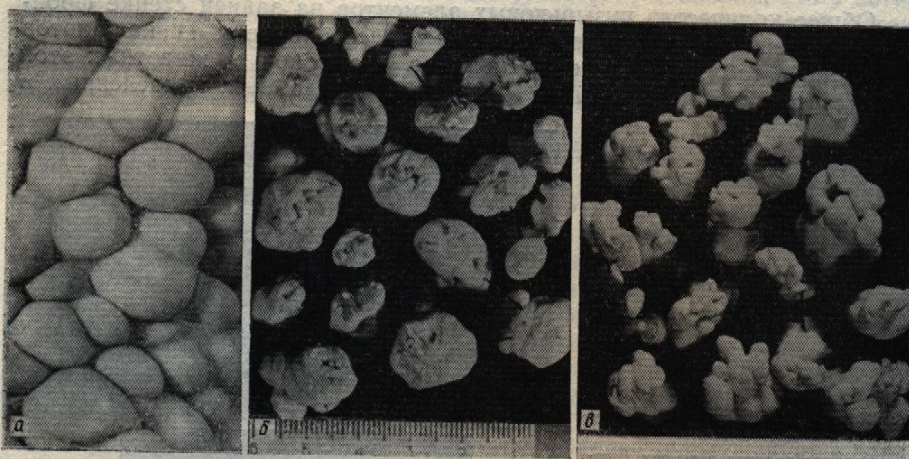


Рис. 2. Расположение элементов пузырькового поля.

а — участок пузырькового поля (естественный вид), б — коррозионный препарат участка пузырькового поля после заливки латексом внутренней полости (лицевая сторона), в — то же — со стороны лобного гребня.

Покровный эпителий внешних покровов китообразных довольно подробно описан Соколовым [12]. Существенных отличий от описаний, сделанных этим автором, мы не обнаружили, хотя данный эпителий относится к эпителию, выстилающему поверхность пузырька.

Следующий слой представлен коллагеновыми волокнами (рис. 3, б). На препарате видна складчатость волокон (по-видимому, в естественных условиях, когда пузырьковые элементы наполнены жидкостью под давлением, волокна находятся в расправленном состоянии, ограничивая

Таблица 1

Количество пузырьковых элементов у кашалотов

№ животного	Длина, в м	Вес, в г	Количество пузырьковых элементов на пузырьковое поле
1	16,1	58	2350
2	15,8	53	3902
3	15,2	48	1774
4	15,1	50	3518
5	14,7	42	3124
6	—	—	1734
7	15,4	50	2432
8	13,4	34	3722
9	15,2	48	2384
10	16,4	64	2380
11	13,8	—	2706

$$\bar{x}=15,1\pm 0,9$$

$$\bar{x}=49\pm 8,6$$

$$\bar{x}=2730\pm 708$$

растяжение полости). К значительному.

Структура средней их расположение — на рога, т. е. оболочек,



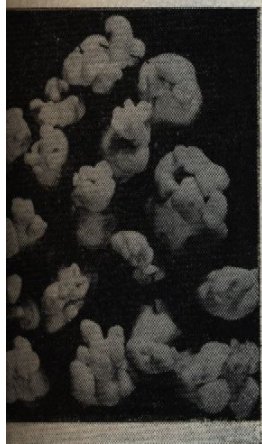
заполненную жидким соде. Об этом, в частности, св. вых волокон по нескольки кон очень прочен и плохо волокон в структурах пузеем [14].

Третий, внутренний с эпителиальный. Однако о

пигментирован, что при-
ей ткани хорошо выра-
ны прилежащей соеди-
тля.

растяжение полости). Количество клеточных элементов в этом слое не-
значительно.

Структура средней оболочки пузырька — коллагеновые волокна и
их расположение — напоминает структуру оболочек глаза — склеры и
роговицы, т. е. оболочек, также ограничивающих изолированную камеру,



ного поля.
ий препарат участка пузырько-
рона), а — то же — со стороны

итообразных довольно
отличий от описаний,
я данный эпителий от-
узырька.
волокнами (рис. 3, б).
дному, в естественных
ы жидкостью под дав-
остоянии, ограничивая

Таблица 1

шалотов

количество пузырьковых
элементов на пузырьковое
поле

2350

3902

1774

3518

3124

1734

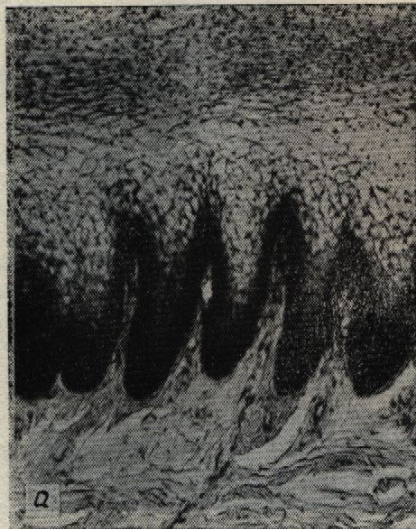
2432

3722

2384

2380

2706

 $\bar{x} = 2730 \pm 708$ Рис. 3. Микроскопическое строение
стенки у пузырькового элемента.

а — многослойный ороговевающий эпителий
с сосочковым слоем 10×10 , б — коллагено-
вые волокна среднего слоя 40×10 , а — внут-
ренний эпителий, выстилающий полость
пузырька с эпителиальной бляшкой 20×10 .

заполненную жидким содержимым с ограничением степени растяжения.
Об этом, в частности, свидетельствует расположение слоев коллагено-
вых волокон по нескольким осям (рис. 4). Как известно, этот тип воло-
кон очень прочен и плохо поддается растяжению. Наличие коллагеновых
волокон в структурах пузырька было также отмечено Норрисом и Гар-
веем [14].

Третий, внутренний слой стенки пузырька, так же, как и первый,
эпителиальный. Однако он характеризуется тонким слоем более или

менее однородных клеток, отсутствием сосочкового слоя и наличием в ряде мест эпителиальных утолщений—эпителиальных бляшек (рис. 3, в). При изучении срезов в электронном микроскопе в первом эпителиальном слое обнаружено большое количество десмозом. Это характерно для переднего отдела пищеварительного тракта, в частности, для эпителия ротовой полости.



Рис. 4. Коллагеновые волокна в среднем слое стенки пузырькового элемента кашалота (наш препарат) — а, б — препарат роговицы глаза (по Джакосу) по [3]).

Электронная микроскопия.

Между пузырьками в соединительнотканной прослойке находятся нервно-рецепторные образования [5, 6]. Вопрос о нервных окончаниях, расположенных в сосочковом слое, требует дальнейших исследований.

Жидкость из полости пузырьков слегка опалесцирует, солоновата на вкус, удельный вес довольно постоянен для различных животных и соответствует $1,01 \pm 0,0004$. При рассматривании образцов жидкости под микроскопом изредка встречаются отдельные отслоившиеся клетки эпителия, выстилающего внутреннюю полость.

В пузырьках было измерено давление с помощью ртутного манометра с малыми емкостями соединительных трубок, а также компенсационного манометра. Среднее давление в полости пузырьков, исследованное на девяти животных, составляет 24 ± 6 мм рт. ст.

При обсуждении механизма, обеспечивающего и поддерживающего давление в полости пузырька, следует остановиться на трех вариантах объяснений — в первую очередь, за счет осмотического фактора, затем онкотического, кроме того, давление в полости пузырька может быть результатом секреторной деятельности эпителиальных элементов, выстилающих внутреннюю полость.

Было определено содержание натрия, калия и, в ряде случаев, кальция в жидкости пузырьков, а также в сыворотке крови (табл. 2). Как следует из приведенных данных, содержание катионов в жидкости и сыворотке крови практически одинаково*. Необходимо отметить, что со-

* Если допустить возможность статистической обработки при столь малой выборке, то $p > 0,5$.

держание исследуемых и вообще различается несущественным, количество натрия $22 \text{ мг\%}$.

Содержание

№ пп

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

1

2

3

Как известно, осмотическое давление $7,5\text{—}8,0$ атм, или 511 мм рт. ст., в тканях. Около такого давления относятся несложных расчетов можно убедиться, что в полости пузырька 5—10 мл, то содержание натрия в 24 мм рт. ст., в крови на $0,2\text{—}0,5$ мг. Такого случая, вероятно, выхо-

Если содержание указывает на их содержание в крови при анализе содержания в крови и сыворотки.

При анализе белковой фракции (1,010) и сыворотки крови двумя методиками аналитической химии [15] при pH 2,7, а также с помощью рибонуклеазы (Reanal) — молекулярный вес $21000\text{—}23000$ из ядер кост-

вого слоя и наличием в
пных бляшек (рис. 3, в).
скопе в первом эпители-
есмозом. Это характерно
а, в частности, для эпи-



и пузырькового элемен-
овицы глаза (по Джа-

ой прослойке находятся
о нервных окончаниях,
пнейших исследований.
алесцирует, солоновата
различных животных и
ии образцов жидкости
ие отслоившиеся клетки

омощью ртутного манометра,
бок, а также компенса-
сти пузырьков, исследо-
рт. ст.

его и поддерживающего
ться на трех вариантах
ического фактора, затем
узырька может быть ре-
ных элементов, высти-

и, в ряде случаев, каль-
е крови (табл. 2). Как
ионов в жидкости и сы-
димом отметить, что со-

ботки при столь малой вы-

держание исследуемых катионов в сыворотке крови млекопитающих вообще различается несущественно. У человека, например, по различным данным, количество натрия в сыворотке — 300—360 мг%, калия — 14—22 мг%.

Таблица 2

Содержание катионов в мг % в жидкости пузырьков
и сыворотке крови кашалотов

№ пп	Na	K	Ca
Жидкость пузырьков			
1	325	30,5	2,1
2	345	30,2	2,3
3	270	21,9	1,8
4	315	25,2	1,8
5	372	27,6	—
6	355	17,4	—
7	336	19,7	—
8	264	—	—
9	351	23,7	—
10	424	30,6	—

$$\bar{x} = 336 \pm 42 \quad \bar{x} = 25,2 \pm 4,9$$

Сыворотка крови

1	316	28,7	—
2	379	24,7	—
3	330	24,9	—

$$\bar{x} = 341 \quad \bar{x} = 26,1$$

Как известно, осмотическое давление крови млекопитающих составляет 7,5—8,0 атм, или 5100—6080 мм рт. ст. Соответственно такое же давление в тканях. Около 60%, т. е. примерно 3500 мм рт. ст. осмотического давления относится за счет хлористого натрия [9]. В результате несложных расчетов можно убедиться, что если давление в полости пузырьков обеспечивается за счет хлористого натрия, при емкости пузырька 5—10 мл, то содержание хлористого натрия, обуславливающее давление в 24 мм рт. ст., в полости пузырька должно быть выше, чем в крови на 0,2—0,5 мг. Такая точность регуляции ионного состава, в данном случае, вероятно, выходит за рамки возможностей регуляторных систем.

Если содержание указанных катионов в жидкости пузырька соответствует их содержанию в сыворотке крови, то иная картина возникает при анализе содержания и сравнительной характеристики белков жидкости и сыворотки.

При анализе белковых компонентов жидкости пузырька (уд. вес 1,010) и сыворотки крови кашалота (уд. вес 1,023—1,028) применяли две методики аналитического электрофореза — разделения в кислой системе [15] при pH 2,7, а также в щелочной среде [8] при pH 8,3. Стандартом служила рибонуклеаза из поджелудочной железы (фирмы Reanal) — молекулярный вес 12400 и гистон Н-1 — молекулярный вес 21000—23000 из ядер костного мозга.

Концентрация белка в жидкости пузырька составляла 0,5—0,6 мг/мл (50—60 мг%). Молекулярный вес, согласно определению по электрофоретической подвижности в системе с додецилсульфатом натрия — 40 000—60 000. При применении обеих методик электрофореза белки разделялись на три фракции и по электрофоретической подвижности соответствовали высокоподвижным белкам сыворотки крови (альбуминам и преальбуминам).

Опалесценция жидкости устранялась при смешивании ее с жирорастворителями — ацетоном или эфиром, которые применялись в соотношении 1 : 5 по объему, чтобы не вызывать денатурации белка. Просветление отмечалось в водной фазе раствора. На основании этих опытов можно допустить, что белковый компонент связан с липидной фракцией и представляет липопротенновый комплекс.

При исследовании белкового состава сыворотки крови кашалота

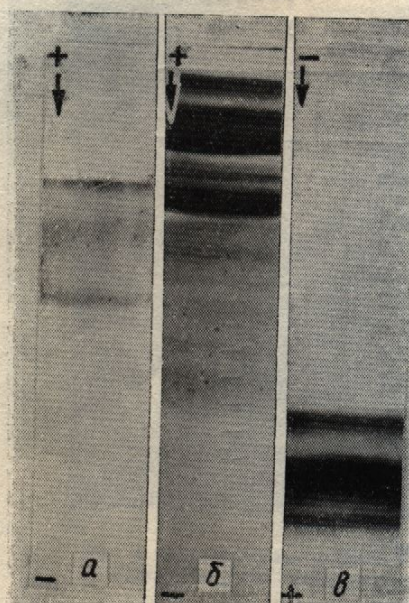


Рис 5. Электрофоретическое разделение белков жидкости из полости пузырьков — а, в; сыворотки крови кашалота — б.

а, б — разделение в системе 15% полиамидном геле при pH 2,7; в — разделение в системе 7,4% полиамидном геле при pH 8,3.

обнаружено 60 мг/мл белка (6000 мг%), из них на долю альбумина приходится 20 мг/мл. На электрофореграммах белков сыворотки крови в кислой системе геля обнаружено две группы полос. Группа, находящаяся на катодном участке электрофореграммы, содержит пять компонентов, обладающих относительно высокой подвижностью в полиакриламидном геле, а группа, находящаяся ближе к анодному участку фореграммы, содержит пять компонентов со значительно меньшей электрофоретической подвижностью. Основная часть белка приходится на группу малоподвижных компонентов с высоким молекулярным весом. Содержание близких по подвижности фракций (альбуминов и преальбуминов) жидкости пузырьков и сыворотки крови относятся как 50 к 2000. Следовательно, в жидкости пузырьков слишком мало соответствующих фракций, чтобы обеспечить осмотический или онкотический градиент, который мог бы обусловить давление в полости пузырька на уровне выше давления в крови и тканях.

Таким образом, напрашивается вывод, что давление в полости пузырьков, по всей вероятности, является результатом активной секреции жидкости эпителиальными элементами, выстилающими внутреннюю полость пузырька. В этом плане представляют интерес обнаруженные нами эпителиальные уплотнения — эпителиальные бляшки.

Принимая во внимание соответствие концентрации катионов в жидкости пузырьков и сыворотке крови, можно думать, что в первой фазе минеральные составляющие поступают в полость пузырька в результате диффузионных процессов, т. к. осмотическое давление в пузырьке соответствует наблюдаемому в крови и тканях организма. В дальнейшем

за счет активной секреции. Роль белка, находящегося. Возможно, этот белок связан с эпителием. Кроме того, не замкнута, и слушающая что может объяснить нал

Давление в полости и ризовано как исходное и ляет собой рецепторный которое действует на пузырька, отраженного от обь сущим информацию об о этот процесс может быть в котором P — окончательного от объекта встречи; А ние, обусловленное посту встречи.

Давление поступающее вым давлением в пузырьке велико ($P_0 \gg \Delta P$), то прир то, если же P_0 будет знач напряжение стенок пузырька полезного сигнала. соответствовать закону о тия (чувствительности) В ме уравнением $E = K \frac{\Delta P}{P_0}$, г

Дополнительное ощущение вого [4]. Давление в пуз 3200 Па. Если принять уро меньшим, то это округлен лению это соответствует с примерно громкому сигнал Известно, что поглощение меньше, чем в воздухе (соо ды — $3 \cdot 10^{-16}$ с²/см). Таким вое поле, может достигать помещении (0,002 Па или 4 все же дает основание пре раженного от объекта встр емого кашалотом, по данн 100 дБ (относительно 1 дил если при приеме отраженн чувствительность системы рядков.

Таким образом, особен кашалота представляются и циональных и акустических зону рецепторной.

1. Бергман Л. Ультразвук и его
2. Берзин А. А. Кашалот. М., 1971
3. Винников Я. А. Органы чувств
4. Воронцов Д. С., Емченко А. И.

ька составляла 0,5— согласно определению по додецилсульфатом нат- методик электрофореза юфоретической подвиж- твовали высокоподвиж- яворотки крови (альбу- ббуминам).

ция жидкости устраня- ивании ее с жирораство- ацетоном или эфиром, енялись в соотношении , чтобы не вызывать де- ка. Просветление отме- й фазе раствора. На осп- ытов можно допустить, компонент связан с ли- ей и представляет липо- омлекс.

едовании белкового со- тки крови кашалота

оретическое разделение бел- толости пузырьков — а, в; сы- крови кашалота — б.

в системе 15% полиамидном геле деление в системе 7,4% полиамид- геле при pH 8,3.

на долю альбумина при- ков сыворотки крови в полос. Группа, находя- я, содержит пять компо- вижностью в полиакрил- анодному участку форе- ельно меньшей электро- лка приходится на груп- кулярным весом. Содер- минов и преальбуминов) ся как 50 к 2000. Следо- соответствующих фрак- тический градиент, кото- ырька на уровне выше

то давление в полости льтатом активной секре- тилающими внутреннюю интерес обнаруженные ые бляшки.

атрации катионов в жид- мать, что в первой фазе ость пузырька в резуль- кое давление в пузырьке организма. В дальнейшем

за счет активной секреции жидкости, давление достигает 24 мм рт. ст. Роль белка, находящегося в полости пузырька, пока остается неясной. Возможно, этот белок связан с обменом белковых структур внутреннего эпителия. Кроме того, необходимо учитывать, что полость пузырька замкнута, и ссущивающийся эпителий должен подвергаться резорбции, что может объяснить наличие белка в жидкости пузырька.

Давление в полости пузырькового элемента может быть охарактеризовано как исходное или фоновое. Допустим, что пузырек представляет собой рецепторный комплекс, следовательно, звуковое давление, которое действует на пузырек в процессе попадания акустического сигнала, отраженного от объекта встречи, является дополнительным, несущим информацию об особенностях характеристики объекта. Тогда этот процесс может быть охарактеризован уравнением $P = f(P_0 + \Delta P)$, в котором P — окончательное давление после приема сигнала, отраженного от объекта встречи; P_0 — давление исходное, фоновое; ΔP — давление, обусловленное поступлением отраженного сигнала от объекта встречи.

Давление поступающего сигнала должно быть соизмеримо с фоновым давлением в пузырьке. Если давление в пузырьке будет слишком велико ($P_0 \gg \Delta P$), то приращение давления сигнала не будет воспринято, если же P_0 будет значительно меньше ($P_0 \ll \Delta P$), то в этом случае напряжение стенок пузырька может оказаться слабым для приема давления полезного сигнала. Отношение поступающего сигнала должно соответствовать закону о силе раздражителя и интенсивности восприятия (чувствительности) Вебера—Фехнера, выраженному в общей форме уравнением $E = K \frac{\Delta P}{P_0}$, где E — прирост ощущения, K — коэффициент.

Дополнительное ощущение может быть на 2—3 порядка меньше фонового [4]. Давление в пузырьке (P_0) — 24 мм рт. ст. — соответствует 3200 Па. Если принять уровень воспринимаемого сигнала на три порядка меньшим, то это округленно соответствует 3,2 Па. По звуковому давлению это соответствует сигналу, поступающему в воздушной среде, примерно громкому сигналу автомобильной сирены — 2,0 Па или 100 дБ. Известно, что поглощение звука в водной среде почти на три порядка меньше, чем в воздухе (соответственно α_0 для воздуха — $2 \cdot 10^{-13}$; для воды — $3 \cdot 10^{-16}$ с²/см). Таким образом, сигнал, поступающий на пузырьковое поле, может достигать уровня негромкой музыки или шума в жилом помещении (0,002 Па или 40 дБ). Этот приблизительный и грубый расчет все же дает основание предполагать возможность приема сигнала, отраженного от объекта встречи животного. Интенсивность звука, излучаемого кашалотом, по данным ряда авторов [13, 18], соответствует 70—100 дБ (относительно 1 дин/см² на 1 ярд). Необходимо учитывать, что если при приеме отраженного сигнала возникает резонансный процесс, чувствительность системы может повыситься еще на несколько порядков.

Таким образом, особенности пузырькового поля и его элементов у кашалота представляются весьма сложными и ряд структурных, функциональных и акустических характеристик дают основание считать эту зону рецепторной.

Литература

1. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике. М., 1957. 726 с.
2. Берзин А. А. Кашалот. М., 1971. 366 с.
3. Винников Я. А. Органы чувств. — В кн.: Гистология. М., 1972, с. 278—315.
4. Воронцов Д. С., Ёмченко А. И. Физиология тварин і людини. К., 1952. 656 с.

5. Козак В. А. Про можливість відеоакустичного сприйняття навколишнього середовища кашалотом.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1973, 10, № 2, с. 219—228.
6. Козак В. А. О «видеоакустической системе» кашалота.— Журн. эволюц. биохим. и физиол., 1974, 10, № 3, с. 276—281.
7. Козак В. А. Про апарат генерації звуків кашалота.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1977, 23, № 1, с. 123—128.
8. Маурер Г. Диск-электрофорез. М. 274 с.
9. Митрофанов П. П. Физическая химия. М., 1965. 238 с.
10. Морозов В. П. Эхолокация китообразных и гипотеза В. А. Козака о звуковидении у кашалота.— Журн. эволюц. биохим. и физиол., 1976, 12, № 1, с. 68—74.
11. Слепцов М. М. Китообразные дальневосточных морей. Владивосток, 1955, 162 с.
12. Соколов В. Е. Структура кожного покрова некоторых китообразных.— Бюл. Моск. об-ва испыт. природы. Отд. биол. 1955, 60, № 6, с. 45—60.
13. Dunn.— [Цит. по 14].
14. Norris K. S., Garvey A. W. A theory for the function of the spermaceti organ of the sperm whale (*Physeter catodon* L.). Oceanic Institute of Hawaii, 1970, p. 28.
15. Panyim S., Chalkley R. High resolution acrylamide gel electrophoresis of histones.— Arch. Biochem. Biophys., 1969, 130, 337—346.
16. Raven H. C., Gregory W. K. The spermaceti organs and nasal passages of the sperm whale (*Physeter catodon*) and other odontocetes.— Amer. Museum Novitates, 1933, p. 1—18.
17. Schenck E. J., Purves P. E. The comparative anatomy of the nasal tract and the function of the spermaceti organ in the *Physeteridae* (Mammalia, Odontoceti).— Bijdragen tot de Dierkunde, 1973, 43, 93—112.
18. Whitney, William — [Цит. по 14].
19. Wood F. A. Jr. Remark in general discussion concerning Dreher J. J., Evans W. E.— In: Marine Bio-acoustic. Ed. Tavolga W. N. Pergamon Press, N. Y., 1964, p. 395—396.

Институт физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев;
Институт океанологии им. П. П. Ширшова

Поступила в редакцию
8.VII 1977 г.

V. A. Kozak

ON VESICLE ELEMENTS OF SPERM-WHALE FRONTAL AIR SAC

Summary

The volumetric reconstruction of vesicle formations of the frontal sac posterior wall was conducted by means of hardening materials and X-ray analysis. The histological structure was studied, the biochemical analysis of the liquid filling the inner cavity of vesicles is performed. The pressure in the vesicle cavity is measured. It is shown that the vesicle complex, i. e. a vesicle unit, consists of the system of vesicles out of which the largest one is on the field surface—a chain of several vesicles of the decreasing size moves deep down. The vesicles within the limits of the vesicle unit are united by a single cavity. An elevated pressure in the cavity of the vesicle unit may be a result of the active secretory activity of the inner epithelium lining the cavity. The ionic composition of the liquid from the vesicle cavity corresponds to the ionic composition of blood serum, however the content of the protein fractions differs considerably from the protein composition of blood serum—the amount of protein in the liquid is considerably less than in blood serum and it refers to albumins and prealbumins. Structural peculiarities of the vesicle field and some other data as well as the conducted calculations make it possible to consider it as a matrix which is a receptor zone perceiving acoustic signals reflected from contrary objects.

The A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences, Ukrainian SSR; the P. P. Shirshov
Institute of Oceanology, Academy of Sciences, USSR

УДК 612.017.018.433.826

РЕАКЦИЯ НЕЙРОСЕКРЕТО РЕАКТИВИРУЮЩИХ

В связи с многолетн
11, 22], а также примене
антисывороток, специфич
ходимости исследования
действие. Результаты изу
доли гипофиза изложены
ку известно [1, 2, 7, 12
система по принципу обр
половых желез, мы сочл
состояние при воздействи
тотоксической сыворотки
растной гипофункцией го
гормонообразования [9],
пинов в гипофизах живо
яичкам, приводит к норм
кетостероидов, их α - и β -
надотропных гормонов [1
Мы исследовали реак
лярного (ПВЯ) ядер, сре
физа (ЗДГ) старых крыс
АТЦС.

Исследования проведены
чали иммунизацией кроликов
семенников крыс по экспрес
связывания комплемента. Он
гического раствора АТЦС вводи
вену крыс из расчета 0,0005
декапитировали на 3; 10; 21 и
жили интактные животные.

Гипофиз, гипоталамус жи
жидкости Буэна. Серийные пар
паральдегид-фуksiном по Гоме
состояние нейросекреторных кл
клеток, ядер и ядрышек. Объем
ядрышек — по формуле шара
ток, которые находятся на раз
гомориоположительных гранул
фрагментах аксонов и их расш
количество за 5 усл. ед. В ср
клеток, волокон гипоталамо-ги
портальных сосудов, а также