

Г. М. БЕЛЯЕВ

**НОРМАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ
ПОЛОСТНОЙ ЖИДКОСТИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
БАРЕНЦОВА МОРЯ**

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 19 I 1950)

Первые данные об общей осмотической концентрации полостной жидкости различных беспозвоночных, обитающих в водоемах нормальной морской солености, были получены в конце XIX и начале XX века (5, 6). На основании этих данных был установлен так называемый закон пойкилосмотичности морских беспозвоночных Ботацци, согласно которому морские беспозвоночные находятся в полном осмотическом равновесии с окружающей их внешней средой. Такой взгляд прочно вошел в специальную литературу и приводится на этом основании в современных сводках, учебниках и руководствах (2-4, 7). Однако эти исследования производились до разработки точных микрометодов определения осмотической концентрации растворов.

Поэтому определения проводились на смешанных пробах из большого числа животных, причем зачастую исследовалась не нормальная полостная жидкость, а «сок», выжатый из нескольких животных. При этом, конечно, могло происходить изменение естественной концентрации полостной жидкости за счет смешения последней с внутриклеточным соком, с одной стороны, и с морской водой, находящейся в полостях животного, сообщающихся с внешней средой, с другой. Кроме того, в большинстве случаев не производились постоянные параллельные определения концентрации морской воды, а лишь определялась средняя концентрация ее в районе работ.

Вследствие указанных причин показатели осмотической концентрации полостной жидкости оказывались колеблющимися примерно на уровне концентрации морской воды с отклонениями как в ту, так и в другую сторону, в ряде случаев довольно значительными. Это не давало возможности произвести дифференцированную оценку результатов, полученных для различных беспозвоночных, и привело к установлению упомянутого выше закона Ботацци в применении ко всем морским беспозвоночным вообще. В дальнейшем рядом авторов производились достаточно точные определения осмотической концентрации полостной жидкости различных беспозвоночных из водоемов нормальной морской солености, показавшие, что существуют многочисленные исключения из правила Ботацци.

Летом 1947 г. я имел возможность на Мурманской биологической станции АН СССР провести определения микрокриоскопическим методом депрессии полостной жидкости у 48 видов беспозвоночных Баренцова моря, обитающих в условиях нормальной океанической солености

Таблица 1

Вид	Δ° полости жидкости		Δ° морской воды	Степень гипертонии (+) или гипотонии (-)	Число определенных
	крайние велич.	средн.			
Priapulida					
<i>Priapulus caudatus</i>		2,15	2,03	+0,12	1
Polychaeta					
<i>Nereis pelagica</i>	2,04—2,09	2,06	1,96	+0,10	2
<i>Lepidonotus squamatus</i>		2,04	1,94	+0,10	1
<i>Glycera capitata</i>		2,11	2,03	+0,08	1
<i>Brada villosa</i>		2,00	1,97	+0,03	1
<i>Arenicola marina</i>	1,94—1,96	1,95	1,92	+0,03	3
<i>Ophelia limacina</i>	2,12—2,16	2,14	1,94	+0,20	2
Mollusca					
<i>Tonicella marmorea</i>		2,07	2,03	+0,04	1
<i>Mytilus edulis</i>	1,95—2,13	2,00	1,97	+0,03	8
<i>Pecten islandicus</i>		1,97	1,97	0	1
<i>Cyprina islandica</i>		1,97	1,97	0	1
<i>Cardium edule</i>	2,01—2,06	2,03	2,01	+0,02	3
<i>C. ciliatum</i>		1,99	1,97	+0,02	1
<i>Macoma baltica</i>	1,95—2,13	2,02	1,96	+0,06	5
<i>M. calcarea</i>		1,98	1,97	+0,01	1
<i>Mya arenaria</i>	2,04—2,05	2,04	2,02	+0,02	3
<i>Littorina littorea</i>	1,90—1,92	1,91	1,90	+0,01	2
<i>Natica clausa</i>		1,98	1,97	+0,01	1
<i>Nucella lapillis</i>		2,10	2,03	+0,07	1
<i>Buccinum undatum</i>	1,97—1,99	1,98	1,92	+0,06	2
<i>Neptunia despecta</i>		2,02	1,98	+0,04	1
<i>Acanthodoris pilosa</i>		2,04	1,94	+0,10	1
Brachiopoda					
<i>Rhynchonella psittacea</i>		2,01	1,98	+0,03	1
Cirripedia					
<i>Balanus balanoides</i>	2,00—2,30	2,16	1,99	+0,17	15
<i>B. balanus</i>	2,06—2,11	2,08	1,98	+0,10	2
<i>B. crenatus</i>		2,08	1,95	+0,13	1
Amphipoda					
<i>Pseudalibrotres litoralis</i>	1,98—1,99	1,99	1,93	+0,06	3
<i>Orchomenella minuta</i>	2,11—2,23	2,15	2,00	+0,15	8
<i>Anonyx nugax</i>	1,96—2,07	2,01	1,95	+0,06	9
<i>Pontoporeia femorata</i>	2,12—2,17	2,15	2,07	+0,08	2
<i>Gammarus obtusatus</i>	1,90—2,20	2,03	1,94	+0,09	19
<i>G. locusta</i>	2,00—2,11	2,06	2,00	+0,06	10
<i>Gammarellus homari</i>	2,01—2,11	2,06	1,95	+0,11	8
<i>Calliopius laeviusculus</i>		2,01	1,94	+0,07	2
<i>Paramphithoe hystrix</i>		2,01	1,98	+0,03	1
<i>Ischyrocerus anguipes</i>	2,19—2,22	2,20	2,02	+0,18	2
<i>Amphithoe rubricata</i>	2,06—2,09	2,08	1,94	+0,14	3
<i>Tmetonyx cicada</i>		2,08	1,98	+0,10	1
<i>Caprella septentrionalis</i>	2,17—2,25	2,21	1,90	+0,31	2
Isopoda					
<i>Idothea baltica</i>	2,02—2,10	2,07	1,97	+0,10	3
<i>I. granulosa</i>		2,08	1,96	+0,12	1

Вид	Δ° полостной жидкости		Δ° морской воды	Степень гипертонии (+) или гипотонии (-)	Число определенных
	крайние велич.	средн.			
<i>Mysidacea</i>					
<i>Praunus inermis</i>	1,70—1,87	1,75	2,00	-0,25	6
<i>Decapoda</i>					
<i>Spirocaris polaris</i>	2,00—2,04	1,95	1,94	+0,01	1
<i>S. turgida</i>	1,90—2,02	2,02	1,94	+0,08	2
<i>S. gaimardi</i>		1,96	1,94	+0,02	2
<i>Pagurus pubescens</i>	1,99—2,03	2,20	1,94	+0,26	1
<i>Hyas araneus</i>		2,02	1,99	+0,03	3
<i>Enteropneusta</i>					
<i>Saccoglossus mereschkowskii</i> .		1,87	1,77	+0,10	1

(около 35‰). Результаты определений приведены в табл. 1*. В табл. 2 полученные данные суммированы по систематическим группам. Для сравнения в правой части таблицы суммированы имеющиеся в литературе** определения депрессии полостной жидкости беспозвоночных из различных морей с нормальной океанической соленостью.

Таблица 2

Группы	Данные автора		Литературные данные	
	средняя степень гипертонии (+) или гипотонии (-)	число исследованных видов	средняя степень гипертонии (+) или гипотонии (-)	число исследованных видов
Coelenterata	—	—	0	5
Priapulida	+0,12	1	—	—
Annelida	+0,09	6	+0,08	3
Mollusca	+0,03	15	+0,06	8
Brachiopoda	+0,03	1	—	—
Cirripedia	+0,13	3	—	—*
Amphipoda	+0,11	13	+0,04	2
Isopoda	+0,11	2	+0,10	1
Mysidacea	-0,25	1	—	—
<i>Decapoda:</i>				
креветки Palaemoninae	—	—	-0,51	3
большинство грапсоидных крабов	—	—	-0,24	11
прочие Decapoda	+0,08	5	+0,03	18
Xiphosura	—	—	+0,02	1
Echinodermata	—	—	0	8
Enteropneusta	+0,10	1	—	—
Tunicata	—	—	+0,04	2

* По И. А. Ветохину (1), баренцовоморский *Balanus porcatus* изотоничен с морской водой. Однако, как указывает сам автор, им исследовалась не кровь, а жидкость из сообщающейся с внешней средой мантийной полости баланусов.

Как видно из табл. 1 и 2, только два вида моллюсков оказались полностью изотоничными с морской водой, причем следует отметить,

* Выражаю свою искреннюю признательность В. А. Яшнову и Я. А. Бирштейну за определение исследованных мною ракообразных.

** По данным более 30 работ различных авторов, без учета недостаточно точных данных, имеющихся в работах конца XIX — начала XX века.

что для обоих видов имеется лишь по одному определению. Для всех остальных исследованных беспозвоночных оказалось характерным наличие осмотического градиента между полостной жидкостью и внешней средой. Мизиды *Platynus inermis* обладает резко выраженной гипотонией крови. Представители всех других групп поддерживают ту или иную степень гипертонии. Наименьшей степенью гипертонии обладают моллюски и брахиоподы. Приапулиды, полихеты, ракообразные (кроме мизид) и кишечнодышащие характеризуются значительно более высокой степенью гипертонии, примерно одного и того же порядка у всех перечисленных групп (в среднем $+0,10^3$). У ряда видов наблюдаются значительные колебания депрессии полостной жидкости у отдельных особей и единичные случаи изотонии и даже незначительной гипотонии у представителей видов, для которых в среднем характерна та или иная степень гипертонии.

Возможно, что объяснение этому следует искать в различиях в физиологическом состоянии животных в момент взятия у них полостной жидкости для исследования. Из табл. 2 видно, что наличие осмотического градиента между внутренней и внешней средой в такой же мере характерно для беспозвоночных других полностью соленых морей, как и для беспозвоночных Баренцова моря. Исключением являются лишь кишечнополостные и иглокожие, по имеющимся до сих пор данным, изотоничные в морской воде. Однако в настоящее время трудно сказать, имеет ли такая изотония место в действительности или она обусловлена методическими трудностями получения достаточно точных данных для представителей этих групп.

Результаты определений депрессии полостной жидкости беспозвоночных Баренцова моря в сопоставлении с литературными данными позволяют сделать следующие выводы.

1. Морские беспозвоночные, независимо от того, являются ли они стено- или эвригалинными, как правило, в условиях обитания в воде нормальной морской солености не находятся в осмотическом равновесии с окружающей средой. Различные морские беспозвоночные поддерживают либо более высокую осмотическую концентрацию полостной жидкости, либо более низкую, чем осмотическая концентрация окружающей их морской воды.

2. Резко гипотоничны в условиях нормальной морской солености лишь представители некоторых групп ракообразных (мизиды, креветки *Palaeomonidae*, большинство граптоидных крабов). Остальные беспозвоночные в этих условиях гипертоничны.

3. Кишечнополостные и иглокожие, по имеющимся литературным данным, изотоничны с морской водой, представляют исключение из общего правила анизотонии морских беспозвоночных.

Институт зоологии
Московского государственного университета
им. М. В. Ломоносова

Поступило
17 I 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. А. Ветухин, Изв. Биол. н.-и. ин-та Пермского гос. ун-та, 7, № 6 (1930).
² Х. С. Коштоянц, Основы сравнительной физиологии, изд. АН СССР, 1940.
³ Д. Л. Рубинштейн, Физико-химические основы биологии, 1932. ⁴ М. Флоркэн, Биохимическая эволюция, 1947. ⁵ F. Botazzi, *Ergebn. Physiol.*, 7, 161 (1908).
⁶ L. Frédéricq, *Bull. Acad. Roy. Belgique, Cl. Sci.*, 8, 428 (1901). ⁷ A. Krogh, *Osmotic Regulation in Aquatic Animals*, Cambridge, 1939.