

3. Капелько В. И. Влияние гипоксии и ишемии на ионный транспорт и сократительную функцию сердечной мышцы.— Бюл. Всесоюз. кардиол. науч. центра АМН СССР, 1981, 4, № 1, с. 103—110.
4. Прончук Н. Ф. Морфо-функциональные свойства кардиомиоцитов в культуре и влияние на их электрическую и сократительную активность катехоламинов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук.— Киев, 1982.—24 с.
5. Прончук Н. Ф., Хомутовский О. А. Морфологическая характеристика миокардиальных клеток новорожденных крысят в культуре.— Физиол. журн., 1981, 27, № 5, с. 645—649.
6. Charbonne F., Moalic J. M., Perissel B. et al. Cultures primaires de cellules isolées de ventricules de rat nouveau-né. Differentiation du matériel myofibrillaire.— Etude au microscope électronique.— Biol. Cell., 1977, 30, N 1, p. 55—60.
7. Hohl Ch., Ansel A., Altschuld R., Brierley G. P. Contracture of isolated rat heart cells on anaerobic-to-aerobic transition.— Amer. J. Physiol., 1982, 242, N 6, p. H1022—H1030.
8. Kaumann A. J., Wittman R. Apparent equilibrium constant between β -adrenoreceptors and a competitive antagonist of cultured pacemaker cells of mammalian heart.— Naunyn-Schmiedeberg's Arch. Pharmacol., 1975, 287, N 1, p. 23—32.
9. Lau Y. H., Robinson R. B., Rosen M. R., Bilezikian J. P. Subclassification of β -adrenergic receptors in cultured rat cardiac myoblasts and fibroblasts.— Circulat. Res., 1980, 47, N 1, p. 41—48.
10. Lejkowitz R. J., O'Hara D., Warschaw J. B. Surface interaction of H^3 -norepinephrine with cultured chick embryomyocardial cells.— Biochim. et biophys. acta, 1974, 332, N 3, p. 317—328.
11. Masson-Pevet M., Jongsma H. J., De Bruijne J. Collagenase- and trypsin-dissociated heart cells: a comparative ultrastructural study.— J. Mol. and Cell. Cardiol., 1976, 8, N 6, p. 747—757.
12. Moustafa E., Skomedal T., Osnes J., Oye I. Cyclic AMP formation and morphology of myocardial cells isolated from adult heart: effect of Ca^{2+} and Mg^{2+} .— Biochim. et biophys. acta, 1976, 421, N 4, p. 411—415.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила 30.05.84

УДК 612.391+612.577.3+612.014.461

Б. Е. Есипенко, Т. Г. Каревина, А. П. Костромина

О ЗАВИСИМОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОЗБУДИМОСТИ ОТ МАССЫ ТЕЛА, ПОЛА ЖИВОТНЫХ И ВРЕМЕНИ ГОДА

В сложной системе обеспечения водного равновесия важная роль принадлежит начальному звену этой системы — потреблению воды. Стимулом этой реакции является повышение питьевой возбудимости, выражающееся чувством жажды при дефиците воды в организме различного происхождения.

Несмотря на важность научной информации о питьевой возбудимости для возможно более полного понимания механизма обмена воды в организме, данных об этом вопросе явно недостаточно.

Мы изучали зависимость питьевой возбудимости у собак от массы тела, пола и времени года.

Методика. Исследования проведены на собаках обоего пола с фистулами желудка различной массы тела (9—24 кг) в разное время года. Питьевую возбудимость животных повышали содержанием их на режиме сухоядения (за сутки до опыта собак кормили сухой пищей — 500 г хлеба + 200 г вареного мяса, без доступа к воде). О питьевой возбудимости судили по количеству мнимой выпитой воды [4]. При анализе зависимости питьевой возбудимости от массы тела использовали также результаты определения общего содержания воды у собак антипириновым методом, внеклеточного пространства тела — при помощи тиосульфата натрия и внутриклеточного пространства — как разность между общим содержанием воды и ее внеклеточной фракцией.

Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение. Мнения исследователей о связи между массой тела и уровнем питьевой возбудимости у животных весьма противоречивы. Одни авторы отрицают наличие этой связи [9, 16], другие наблюдали отрицательную корреляцию между этими показателями [15], третьи, наоборот, указывают на прямую зависимость потребления воды от массы тела [12, 13].

Результаты наших опытов, проведенных на собаках после суточной водной депривации, указывают на четко выраженную и, по нашему мнению, вполне естественную зависимость объема потребляемой воды

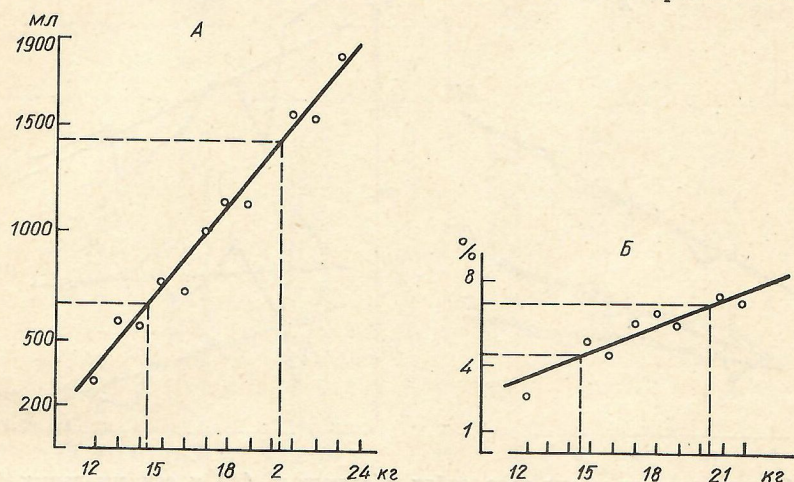


Рис. 1. Зависимость потребления воды от массы тела после суточной водной депривации собак по показателям объема выпитой воды ($A: y = 126,6 \cdot x - 115,4$) и отношения этого объема к массе тела ($B: y = 0,4 \cdot x - 1,2$).

от массы тела собак. Анализ данных, приведенных в табл. 1, свидетельствует о тесной функциональной связи между показателями массы тела и уровнем питьевой возбудимости собак (коэффициент корреляции — +0,9). Количественно эта зависимость определяется потреблением воды животными относительно небольшой массы тела (12—17 кг)

Таблица 1. Потребление воды после суточной водной депривации у собак разной массы тела

Масса тела, кг	n	мл	мл/кг	% от массы тела
12	13	325,0	27,1	2,7
13	50	603,6	46,4	4,6
14	24	578,3	41,3	4,1
15	44	793,6	52,9	5,3
16	54	740,8	46,3	4,6
17	21	1017,1	59,8	6,0
18	160	1162,7	64,6	6,5
19	13	1149,7	60,5	6,0
20	36	1381,7	69,1	6,9
21	19	1556,7	74,1	7,4
22	11	1541,4	70,1	7,0
23	18	1833,3	79,7	8,0
$M \pm m$ 17,5 ± 1,0		1057,0 ± 133,5	57,7 ± 4,7	5,8 ± 1,5

в объеме 676,4 мл, а более крупными собаками (18—23 кг) — 1437,6 мл. Регрессионный анализ этих данных (рис. 1) показал, что у собак, масса тела которых отличается на 1 кг, различие в потреблении воды составляет 126,6 мл ($p < 0,001$).

Эти данные указывают также на отсутствие параллелизма между массой тела и объемом потребляемой воды у собак после суточной водной депривации. Так, масса тела крупных собак (18—23 кг) в среднем на 41,4 % больше, чем мелких (12—17 кг). В то же время крупные собаки выпивают воды на 112,5 % больше по сравнению с мелкими. Это обстоятельство проявляется, хотя и в меньшей степени, при использовании других показателей, характеризующих интенсивность потребления воды после суточной водной депривации или питье-

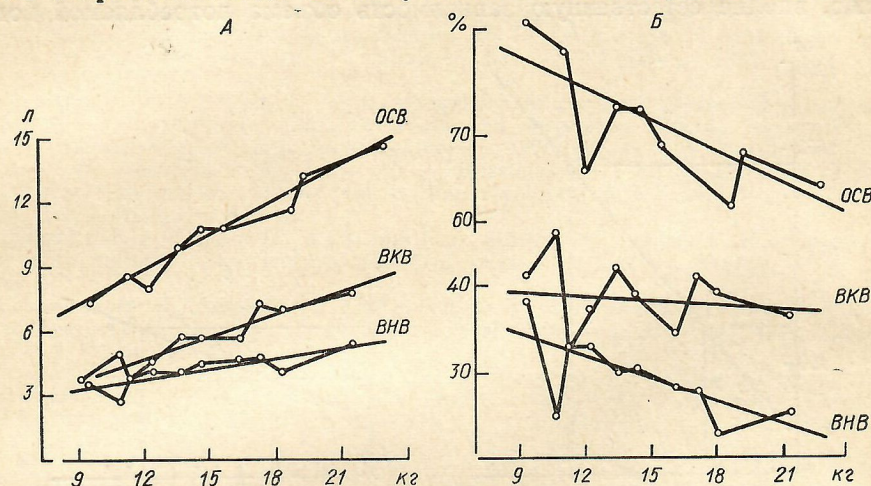


Рис. 2. Зависимость от массы тела собак абсолютных (А) и относительных (Б) величин общего содержания воды (ОСВ), внеклеточного (ВКВ) и внутриклеточного (ВНВ) пространств тела.

А: $ОСВ = 2,43 + 0,54 \cdot x$; $p < 0,001$; $ВКВ = 0,58 + 0,34 \cdot x$; $p < 0,001$; $ВНВ = 2,06 + 0,15 \cdot x$; $p < 0,001$; Б: $ОСВ = -86,3 - 1,03 \cdot x$; $p < 0,01$; $ВКВ = 41,3 - 0,2 \cdot x$; $p > 0,5$; $ВНВ = 42,4 - 0,88 \cdot x$; $p < 0,01$.

вую возбудимость у этих животных, а именно: объем выпиваемой воды по отношению к единице массы тела (мл/кг) и отношение объема потребляемой воды к массе тела (в процентах).

Таким образом, связь объема потребления воды животными с массой тела определяется, видимо, одной из ее составляющих. Определенное значение в данном случае может иметь связь между массой тела, количеством потребляемой пищи и объемом выпиваемой воды, необходимой для усвоения этой пищи [12]. Однако имеется больше оснований считать, что уровень питьевой возбудимости определяется состоянием обмена воды у животных. В пользу подобного мнения свидетельствуют данные, указывающие на то, что сухоядение приводит к существенным изменениям основных параметров обмена воды в организме [3, 7], влияя в первую очередь на волюморегуляторные реакции [2]. Важным в данном случае является указание на связь чувства жажды с объемом внеклеточной воды организма [1].

Все это определило необходимость анализа вопроса о связи между массой тела и основными параметрами обмена воды у собак для последующего сопоставления результатов этого анализа с нашими данными по этому вопросу. Табл. 2 указывает на то, что наряду с естественно большим содержанием воды у крупных собак, степень оводненности их тела, т. е. отношение содержания воды к плотной части, значительно меньше, чем у мелких собак.

При сопоставлении этих данных у группы сравнительно мелких животных (9—16 кг) с более крупными (17—24 кг) у первых средние величины общего содержания воды в организме, объема внеклеточной и внутриклеточной воды составляют, соответственно 9,0; 3,9 и 5,0 л, а у вторых — 13,6; 4,8 и 7,3 л. В то же время степень оводненности организма и его вне- и внутриклеточных пространств у мелких животных равна, соответственно 73,2; 32,5 и 41,3 %, а у крупных — 66,0; 25,6 и 39,3 %.

Закономерный характер прямой зависимости от массы тела содержания воды в организме и его пространствах (рис. 2, А) и обратной связи между массой тела и степенью оводненности организма за счет внеклеточной воды (рис. 2, Б) подтверждает регрессионный анализ. Следует подчеркнуть стабильность оводненности клеточного сектора тела у собак с разной массой тела.

Таблица 2. Общее содержание воды (ОСВ), объем внеклеточного (ВНП) и внутриклеточного (ВКП) пространств у собак разной массы тела

Масса тела, кг	ОСВ			ВНП			ВКП	
	n	л	%	n	л	%	л	%
9	1	7,4	82,2	1	3,6	40,0	3,5	42,2
10	1	7,7	77,0	1	2,7	27,0	5,0	50,0
11	2	7,5	68,2	2	3,8	34,5	3,7	33,6
12	4	8,6	71,7	5	4,1	34,2	4,5	37,5
13	6	10,7	82,3	3	4,1	31,5	6,6	50,8
14	12	10,0	71,4	3	4,4	31,4	5,6	40,0
15	12	10,3	68,7					
16	4	10,2	63,8	3	4,6	28,8	5,6	35,0
17	4	11,2	65,9	2	4,8	28,2	6,4	37,6
18	11	11,9	66,8	4	4,1	22,8	7,8	43,3
19	11	12,8	67,4					
21	5	13,2	62,9	5	5,4	25,7	7,8	37,1
22	5	15,0	68,2					
23	5	14,7	63,9					
24	1	16,3	67,5					
$M \pm m$								
16,7 $\pm$ 1,6		11,2 $\pm$ 0,7	69,8 $\pm$ 1,6		4,2 $\pm$ 0,2	30,4 $\pm$ 1,6	5,7 $\pm$ 0,5	40,7 $\pm$ 1,9

Сопоставление результатов анализа связи массы тела и потребления воды после суточной водной депривации собак — с одной стороны, массы тела и параметров обмена воды в организме — с другой, позволило выявить четкую обратную зависимость питьевой возбудимости от степени оводненности внеклеточного сектора (рис. 1, Б, 2, Б). Так, у собак с массой тела, равной 12 кг, оводненность внеклеточного сектора равна 31,8 %, потребление воды — 3,6 % от массы тела, а у собак 21 кг, соответственно — 23,9 и 7,2 %. Таким образом, более высокий уровень питьевой возбудимости у крупных собак обусловлен меньшей степенью оводненности у них внеклеточного пространства.

В числе факторов, влияющих на потребление воды, часто упоминается и пол животных. Существование такой зависимости вполне логично предположить, исходя из анализа половой дифференциации различных структур и функциональных систем организма. Установлены половые различия в активности ферментов, метаболизме различных органов, массе тела и мозга, которые у самцов выше, чем у самок, в размерах нейронов некоторых областей мозга, в том числе и гипоталамуса, являющегося интегрирующим центром водного обмена и потребления воды, половая дифференцировка некоторых регуляторных мозговых механизмов [6]. Однако данные о зависимости питьевого поведения от пола животных немногочисленны и весьма противоречивы. Такая зависимость отмечена у кроликов [11], но отсутствует у крыс [12] и собак [10].

Проведенные нами эксперименты показали, что в среднем питьевая возбудимость у самок (861 $\pm$ 176) ниже, чем у самцов (1078 $\pm$ 141) мл (табл. 3). Однако анализ величин потребления воды, проведенный с учетом массы тела животных, свидетельствует об обратном, т. е. об отсутствии половой дифференциации уровня питьевой возбудимости. Величины потребления воды собаками разного пола, но одной и той же массы тела (13—18 кг) оказались одинаковыми, а именно: у самок — (829 $\pm$ 191) и у самцов — (821 $\pm$ 76) мл.

Отсутствие различий в уровнях питьевой возбудимости у собак разного пола подтверждает регрессионный анализ (рис. 3, А). В частности, при массе тела, равной 18 кг, объем выпитой воды у самок составляет 5,9 % от массы тела, а у самцов — 6,1 %, а при 23 кг — соответственно 8,3 и 8,0 %.

Экспериментальные данные, полученные нами на значительном количестве собак, свидетельствуют об отчетливо выраженной зависимости питьевой возбудимости как важного звена обмена воды от периода года (табл. 4). Показать эту зависимость можно при анализе данных с учетом массы тела. Оказалось, что у собак одной и той же массы тела потребление воды после суточной водной депривации в летне-осен-

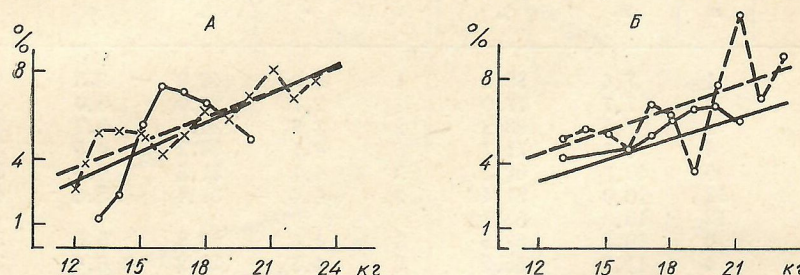


Рис. 3. Зависимость питьевой возбудимости (объем выпитой воды в % к массе тела) от массы тела у собак разного пола (А) и в разные периоды года (Б). А: самки (сплошная линия) — $y = 0,48 \cdot x - 2,72$; $p < 0,01$; самцы (прерывистая линия) — $y = 0,39 \cdot x - 0,92$, $p < 0,001$. Б: зима-весна (сплошная линия) — $y = 0,33 \cdot x - 0,74$, $p < 0,02$; лето-осень (прерывистая линия) — $y = 0,36 \cdot x + 0,005$, $p < 0,01$.

Таблица 3. Зависимость питьевой возбудимости от массы тела самок и самцов

Масса тела, кг	Самки		Самцы	
	n	мл	n	мл
12		167	13	325
13	37	170	13	676
14	10	347	14	743
15	20	835	23	783
16	7	1194	47	673
17	8	1224	13	886
18	35	1205	126	1166
19			43	1150
20			46	1382
21	13	1053	10	1771
22			11	1541
23			18	1833
$M \pm m$				
$17,5 \pm 5,5$		861 ± 176	$p < 0,5$	1078 ± 141

Таблица 4. Сопоставление потребления воды собаками в разные периоды года (мл)

Масса тела, кг	Зима-весна	Лето-осень	М
13	541	685	+144
16	749	731	-18
17	894	1217	+323
18	1091	1278	+187
20	1317	1530	+213
$M \pm m$			
$16,8 \pm 8,7$	918 ± 478	1088 ± 568	$+170 \pm 55$
		$p < 0,001$	

ний период достоверно на 18,5 % более значительное, чем зимой и весной. Достаточно убедительны в данном случае результаты регрессионного анализа этого материала (рис. 3, Б). Так, у собак, масса тела которых равна 12 кг, питьевая возбудимость в зимне-весенний период характеризуется потреблением воды в объеме 3,2 % от массы тела, а в летне-осенний период — 4,3 %, при 18 кг — соответственно, 5,2 и 6,5 %, при 23 кг — 6,3 и 8,3 %.

Такие колебания в потреблении воды соответствуют известному положению о сезонных колебаниях обменных процессов в организме, ритм которых отличается исключительной устойчивостью и проявляется даже в случае изоляции экспериментальных животных от воздействия природных факторов. Имеются данные о наличии эндогенных механизмов сезонной периодики, представляющие собой как бы врожденные программы периодических изменений физиологических функций [8].

Обнаруженные нами сезонные различия питьевой возбудимости обусловлены главным образом различной внешней температурой, что согласуется с литературными данными о повышении потребления воды у животных при высокой внешней температуре [1, 5, 14].

Таким образом, нами установлена зависимость питьевой возбудимости от массы тела и времени года. В то же время не выявлено различий этого параметра водного обмена у собак разного пола. Зависимость уровня питьевой возбудимости от массы тела, на наш взгляд, опосредована составляющей этой массы — объемом внеклеточной воды организма (в процентах).

Наряду с несомненным теоретическим значением результатов наших исследований, представляется, что они важны в методическом отношении. Изложенные в статье данные указывают на обязательность учета массы тела и времени года при анализе вопроса о степени питьевой возбудимости в тех или иных условиях.

В. Е. Есипенко, Т. Г. Каревина, А. Р. Костромина

ON THE DEPENDENCE OF DRINKING EXCITABILITY ON BODY WEIGHT, ANIMAL SEX AND SEASON

The analysis of data obtained on dogs with stomach fistulas permits establishing the dependence of drinking excitability (water intake after daily water deprivation) on the body weight and season. It is found that the dependence of water ingestion on the body weight in dogs is realized through the mediation of connection between the extracellular water-body weight ratio and the level of drinking excitability. Sexual variations of water ingestion are not established.

It is supposed that the account of body weight and season is obligatory when analyzing the drinking excitability levels under different conditions.

Institute of Physiology, University, Kiev

Список литературы

1. Аркин М. В., Заболотных В. А., Кассиль В. Г., и др. Механизмы регуляции потребления воды и солей. — Пробл. физиологии гипоталамуса, 1968, вып. 2, с. 6—23.
2. Бабаева А. К., Серебряков Е. П., Аферова Р. И. Водно-солевой обмен в животном организме при действии факторов аридной зоны. — В кн.: V Всесоюз. конф. по физиологии почек и водно-солевому обмену, 28—30 марта, 1978 г. Л., 1978, с. 69—70.
3. Есипенко Б. Е. До фізіології обміну води та солей. — Фізіол. журн., 1969, 15, № 2, с. 252—264.
4. Журавлев И. Н. Учение И. П. Павлова о пищевом центре и физиология жажды. — Тр. Воронеж. ун-та, 1954, 34, с. 5—22.
5. Лакомкин А. И., Мягков И. Ф. Голод и жажда (в физиологическом аспекте). — М.: Медицина, 1975. — 216 с.
6. Левина С. Е. Очерки развития пола в раннем онтогенезе высших позвоночных. — М.: Наука, 1974. — 239 с.