

Распределение свободных аминокислот между клетками и внеклеточной средой органов млекопитающих при различных состояниях водно-солевого обмена

Б. Е. Есипенко, В. И. Роник

Известно, что в живом организме, помимо так называемых пластической и энергетической, аминокислоты выполняют еще и регуляторную функцию [5]. Однако, судя по имеющимся в литературе данным, способность этих веществ выступать в качестве регуляторов физиологических процессов еще мало изучена, что не позволяет в полной мере использовать их в медицинской и ветеринарной практике.

В литературе имеются сведения об участии внутриклеточных свободных аминокислот в контроле осмотического баланса между клетками и внеклеточной средой у представителей различных типов морских беспозвоночных животных, обитающих в приливной зоне [7]. Зависимость между внутриклеточным содержанием свободных аминокислот и осмотическим давлением, а следовательно и объемом клеток, показана также в опытах на рыбах [8, 10, 11]. Существует предположение о связи водно-солевого и аминокислотного обменов у млекопитающих [9], которое, по-видимому, косвенно подтверждается результатами некоторых клинических исследований [1, 2, 6, 12].

Целью настоящей работы было выявление возможной связи между водно-солевым и аминокислотным обменами у наземных позвоночных животных, для чего подвергали исследованию баланс аминокислот между вне- и внутриклеточными средами тканей белых лабораторных крыс в норме, а также в условиях безводного рациона и нагрузки животных водой.

Методика

Опыты проведены на животных массой 150—200 г. Содержание свободных аминокислот в пробах крови и биоптатах органов определяли общепринятыми методами по стандарту глицина после выделения аминокислот и их окрашивания нингидрином [3]. Для измерения водных пространств использовали инулин и высушивание тканей. Достоверность полученных результатов оценивали по t-критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Результаты ранее проведенных исследований [4] показали, что экспериментальное вмешательство в водно-солевой обмен (выдерживание животных на безводном рационе и нагрузке водой) оказывает влияние как на массу тела подопытных животных, так и на массу отдельных органов и тканей. При этом безводный рацион вызывает заметное уменьшение названных показателей, а нагрузка водой — некоторое их увеличение. Проведенные исследования показали, что гипо- и гипергидратация организма сопровождаются не только изменением общего содержания воды в тканях подопытных животных, но и перераспределением ее между внутри- и внеклеточными пространствами (табл. 1).

Определение содержания свободных аминокислот показало, что в тканях интактных крыс этот показатель находится в пределах от $(2,60 \pm 0,47)$ до $(4,42 \pm 0,53)$ ммоль/кг ткани (различия недостоверны). Безводный 5-суточный рацион вызывал снижение массы тела подопытных животных в среднем на 23 % ($P < 0,001$). Общее содержание свободных аминокислот в сыворотке крови подопытных животных уменьшалось при этом на 20 %. В тканях печени, головного мозга, стенки желудка, скелетной мускулатуры этот показатель увеличивался в 1,4—2,1 раза. В условиях безводного рациона наибольшее изменение пре-

терпевало мускулатуру. Содержание аминокислот в крови $\pm 0,45$ ммоль/л.

Водная нагрузка вызывала увеличение содержания аминокислот в органах и тканях. В скелетной мускулатуре аминокислоты находились как и при $P < 0,05$.

Расчет

Рис. 1. Коэффициент распределения аминокислот между клетками и внеклеточной средой (V_к/V_в) в мышцах (а), печени (б) и почках (в) крыс при различных состояниях водно-солевого обмена. I — отношение кривых кривых во внеклеточной среде (V_в).

содержания свободных аминокислот в тканях (могут быть значительными) в рационах с высоким содержанием свободных аминокислот по значению коэффициента вызывали увеличение содержания аминокислот в тканях. В скелетной мускулатуре

Опыты показали, что при безводном рационе, позволяющем поддерживать водно-солевой баланс, точным содержанием аминокислот в тканях

Таблица 1. Содержание свободных аминокислот в тканях органов

Условие эксперимента

Обычный рацион
Безводный рацион
Нагрузка водой

Обычный рацион
Безводный рацион
Нагрузка водой

Обычный рацион
Безводный рацион
Нагрузка водой

заемых пластичес-
е и регуляторную
туре данным, спо-
иторов физиологи-
ет в полной мере
еке.

триклеточных сво-
са между клетка-
ых типов морских
зоне [7]. Зависи-
ных аминокислот
клеток, показана
предположение о
млекопитающих
результатами не-

жной связи меж-
земных позвоноч-
анс аминокислот
ых лабораторных
а и нагрузки жи-

свободных аминок-
иятыми методами по
ия нингидрином [3].
ивание тканей. До-
дента.

зали, что экспе-
(выдерживание
азывает влияние
массу отдельных
ывает заметное
— некоторое их
гипо- и гипер-
ением общего со-
перераспреде-
вами (табл. 1).
показало, что в
пределах от
недостоверны).
тела подопыт-
содержание сво-
животных умень-
о мозга, стенки
чивался в 1,4—
изменение пре-

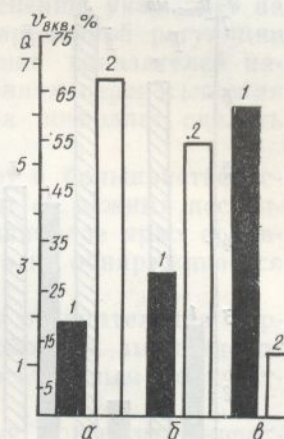
терпевало содержание свободных аминокислот в печени и скелетной мускулатуре, ткани которых имеют преимущественно клеточное строение. Содержание свободных аминокислот в коже крыс при этом практически не изменялось: $(3,10 \pm 0,54)$ ммоль/кг по сравнению с $(3,34 \pm 0,45)$ ммоль/кг в контроле.

Водная нагрузка в течение 5 сут (по 5 % массы ежедневно) не вызывала статистически достоверных изменений массы тела подопытных животных, а также концентрации свободных аминокислот в большинстве исследуемых органов крыс. Небольшая тенденция к уменьшению этих показателей наблюдалась в печени. В скелетных мышцах размер пула свободных аминокислот увеличивался практически так же, как и при безводном рационе (на 79,4 %; $P < 0,05$).

Расчет коэффициента распределения сво-

Рис. 1. Коэффициент распределения (Q) свободных аминокислот между клетками и внеклеточной средой, а также содержание (V , %) внутриклеточной воды в ткани скелетной мышцы (а), печени (б) и кожи (в):

1 — отношение концентрации аминокислот в клетках к их концентрации во внеклеточной среде; 2 — относительный объем внутриклеточной воды (r составляет —0,8).



бодных аминокислот, выражающегося отношением значений концентрации (моль на литр) этих веществ во внутриклеточном пространстве к ее значениям во внеклеточном, показал, что под влиянием безводного рациона и нагрузки организма водой происходит перераспределение свободных аминокислот между этими пространствами (табл. 2). Судя по значениям этого показателя, можно заключить, что безводный рацион вызывает увеличение относительного количества свободных аминокислот внутри клеток исследуемых органов по сравнению с межклеточными пространствами, а гипергидратация, вызванная нагрузкой организма водой, приводит к уменьшению относительной концентрации свободных аминокислот внутри клеток печени и кожи, но не внутри скелетной мускулатуры.

Опыты на интактных животных, находившихся на обычном рационе, позволили выявить отрицательную корреляцию между внутриклеточным содержанием воды и коэффициентом распределения свободных аминокислот в тканях (рис. 1), что позволяет предположить причинно-

Таблица 1. Абсолютный (мл) и относительный (%) размеры водных пространств в тканях органов у крыс, находившихся в различных условиях эксперимента

Условие эксперимента	Общий размер		Дифференцированный размер			
	мл	%	Внеклеточное пространство		Внутриклеточное пространство	
			мл	%	мл	%
Скелетная мышца						
Обычный рацион	74,1	76,2±0,2	7,10	7,3±0,7	67,0	68,9±0,7
Безводный рацион	51,4	75,8±0,2	4,77	7,0±1,0	46,9	68,8±1,6
Нагрузка водой	78,1	76,4±0,2	6,23	6,1±0,5	71,8	70,3±0,6
Кожа						
Обычный рацион	25,5	61,7±0,7	20,1	48,6±0,8	5,42	13,1±1,3
Безводный рацион	20,8	59,8±0,9	15,8	45,5±1,9	4,98	14,3±1,7
Нагрузка водой	26,9	63,4±0,3	21,0	49,5±1,3	5,91	13,9±1,3
Печень						
Обычный рацион	4,25	70,1±0,2	0,94	15,5±0,6	3,31	54,6±0,6
Безводный рацион	3,46	70,3±0,3	0,76	15,4±0,8	2,72	54,9±0,8
Нагрузка водой	4,37	69,9±0,3	0,90	14,4±0,6	3,47	55,5±0,6

следственную связь между обменом воды и обменом свободных аминокислот в организме. Произведенные расчеты показали также подобную зависимость между коэффициентом распределения свободных аминокислот и содержанием жидкости в межклеточных пространствах печени, скелетных мышц и кожи, а также между коэффициентом распределения свободных аминокислот и количеством внутриклеточной

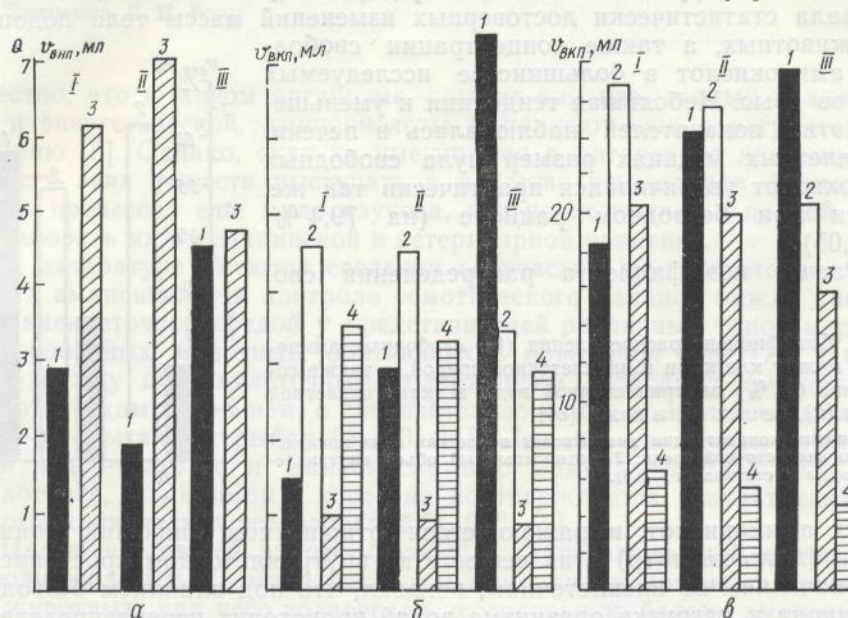


Рис. 2. Коэффициент распределения (Q) свободных аминокислот между внутри- и внеклеточным пространствами и объем (V, мл) воды внеклеточного пространства скелетной мышцы (а), ткани печени (б) и кожи (в), а также при нагрузке организма крыс водой (I), содержании животных на обычном (II) и безводном (III) рационах:

I — отношение концентрации аминокислот во внутриклеточном пространстве к их концентрации во внеклеточном; 2 — общее содержание воды; 3 — содержание воды во внеклеточном и 4 — во внутриклеточном пространствах.

воды в печени и коже при изменении рациона (рис. 2, а, б, в). В скелетных мышцах подопытных животных в условиях нарушения обычного рациона не обнаружена подобная зависимость между изменениями

Таблица 2. Распределение свободных аминокислот между водными пространствами в тканях исследуемых органов у крыс в различных условиях эксперимента

Условие эксперимента	Показатель обмена свободных аминокислот					Q*
	Концентрация аминокислот		Количество аминокислот, ммоль			
	в ткани, ммоль/кг	во внутриклеточной жидкости, ммоль/л	в ткани	во внеклеточной жидкости	во внутриклеточной жидкости	
Печень						
Обычный рацион	4,42±0,53	7,37	0,0268	0,0244	0,0244	2,83
Безводный рацион	9,12±1,84	16,03	0,0452	0,0016	0,0436	7,49
Нагрузка водой	3,42±0,93	4,99	0,0201	0,0028	0,0173	1,62
Скелетная мышца						
Обычный рацион	3,61±0,40	5,01	0,354	0,0185	0,336	1,93
Безводный рацион	6,73±0,75	9,57	0,459	0,0102	0,449	4,47
Нагрузка водой	6,53±1,22	9,03	0,667	0,0192	0,648	2,93
Кожа						
Обычный рацион	3,34±0,54	15,9	0,138	0,052	0,086	6,1
Безводный рацион	3,10±0,54	14,9	0,108	0,034	0,074	7,0
Нагрузка водой	3,47±0,61	14,0	0,147	0,065	0,083	4,6

*Q — коэффициент распределения свободных аминокислот между внутри- и внеклеточными пространствами.

коэффициент
внутриклет

Описание
четы показ
во внутри-
водного ра
шением ли
факт, на
существова
водного и
званных об
водой и о
следующие

1. Общ
следованн
ления воде
ляется в тк
в коже.

2. В т
реляция ме
во внутри-
вом внутри

3. В у
ного водой
кислот меж
летней мус
нениям кол
кулатуре п
фициента с
4. Про
номерной с
кислот в тк

DISTRIBUTION
AND EXTRA
DIFFERENT

B. E. Esipenko

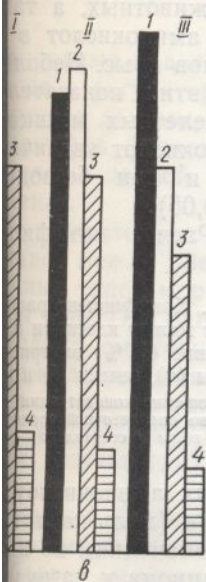
The experimen
of water and
between the v
imals and the
intercellular s
tissues spaces
which occur i
Distribution o
quality of wat

Institute of Pl
of the T. G. S

1. Бондар Л
кая меди
2. Бунтян Г
печеночно
химии мо
3. Валеева Л
аминокисл
хроматогр
4. Есипенко
Наук. дум
5. Западнюк
медицине.

Физиол. журн.

еном свободных ами-
казали также подоб-
ения свободных ами-
очных пространствах
коэффициентом рас-
вом внутриклеточной



от между внутри- и вне-
ого пространства скелет-
нагрузке организма крыс
(III) рационах:
нстве к их концентрации во
внутриклеточной и 4 — во внут-

с. 2, а, б, в). В ске-
нарушения обычно-
между изменениями

ными пространствами
перимента

Аминокислот		
Аминокислот, ммоль		
внутри- клеточной жидкости	во внутри- клеточной жидкости	Q*
4	0,0244	2,83
6	0,0436	7,49
8	0,0173	1,62
5	0,336	1,93
2	0,449	4,47
2	0,648	2,93
2	0,086	6,1
4	0,074	7,0
5	0,083	4,6

внутри- и внеклеточны-

журн., 1987, т. 33, № 5

коэффициента распределения свободных аминокислот и содержания внутриклеточной воды.

Описанные выше результаты исследований и произведенные расчеты показывают, что изменение концентрации свободных аминокислот во внутри- и внеклеточных пространствах тканей крыс в условиях безводного рациона и нагрузки водой не всегда можно объяснить уменьшением либо увеличением количества воды в этих пространствах. Этот факт, наряду с закономерностью выявленных изменений, указывает на существование физиологического механизма одновременной регуляции водного и аминокислотного обменов. Сопоставление показателей названных обменов в тканях крыс в норме, в условиях перенасыщения водой и относительного обезвоживания организма позволяет сделать следующие выводы:

1. Общее содержание свободных аминокислот в большинстве исследованных тканей подопытных животных зависит от режима поступления воды в организм. Подобная зависимость наиболее ярко проявляется в тканях печени и скелетной мускулатуры и не обнаруживается в коже.

2. В тканях интактных крыс прослеживается отрицательная корреляция между коэффициентом распределения свободных аминокислот во внутри- и внеклеточных пространствах и относительным количеством внутриклеточной жидкости.

3. В условиях безводного рациона и нагрузки организма животного водой изменения коэффициента распределения свободных аминокислот между внутри- и внеклеточными пространствами печени, скелетной мускулатуры, кожи противоположны по направленности изменениям количества внеклеточной жидкости. В печени и скелетной мускулатуре прослеживается отрицательная корреляция названного коэффициента с количеством внутриклеточной воды.

4. Проведенные исследования указывают на существование закономерной связи между обменом воды и обменом свободных аминокислот в тканях представителей класса млекопитающих.

DISTRIBUTION OF FREE AMINO ACIDS BETWEEN CELLS AND EXTRACELLULAR MEDIUM IN MAMMALIAN ORGANS UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF WATER-SALT METABOLISM

B. E. Esipenko, V. I. Roik

The experiments on rats have shown that there is a regular relation between exchanges of water and free acids in the mammalian tissues. A negative correlation is found between the water content within the cells of muscles, liver and skin of the intact animals and the value of the distribution coefficient of amino acids between intra- and intercellular spaces of the above organs. Interdependent changes in sizes of the water tissues spaces and in distribution of free amino acids between these spaces are revealed which occur under conditions of dry food and water loads of the experimental animals. Distribution of free amino acids in tissues is not always explained by changes in the quality of water as a natural solvent.

Institute of Physiology
of the T. G. Shevchenko University, Kiev

1. Бондар П. Н. Свободные аминокислоты крови при сахарном диабете // Клиническая медицина. — 1971. — 49, № 9. — С. 127—131.
2. Бунтян Г. Х., Далакян Б. Г. Содержание некоторых аминокислот в мозговой и печеночной тканях белых крыс при остром отеке головного мозга // Вопр. биохимии мозга. — 1972. — Вып. 7. — С. 116—127.
3. Валеева Г. А., Баев В. И. Разделение и количественное определение свободных аминокислот в тканях и сыворотке крови методом электрофореза в сочетании с хроматографией в тонком слое // Лаб. дело. — 1975. — № 7. — С. 418—422.
4. Есипенко Б. Е. Физиологическое действие минеральной воды «Нафтуся». — Киев: Наук. думка, 1981. — 216 с.
5. Западнюк В. И., Купраш Л. П., Заика М. У., Безверхая И. С. Аминокислоты в медицине. — Киев: Здоров'я, 1982. — 199 с.

6. Миронова И. С., Андросова С. О., Попянцева Л. Р. Содержание свободных аминокислот у больных с нефротическим синдромом // Клин. медицина.— 1974.— 52, № 2.— С. 123—127.
7. Проссер Л. Обмен воды: осмотический баланс, гормональная регуляция // Сравнительная физиология животных.— М.: Мир, 1977.— Т. 1.— С. 27—176.
8. Рыжников А. И. Разведение карпа в солоноватых водах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Кишинев, 1973.— 22 с.
9. Шмидт-Нильсен К. Физиология животных. Приспособление и среда.— М.; Л.: Мир, 1982.— Кн. 2.— С. 430—431.
10. Fugelli K., Zachariassen K. E. The distribution between plasma and erythrocytes in flounes (*Platichys flusus*) at different plasma osmolalities // Comp. Biochem. and Physiol.— 1977.— 55A, N 1.— P. 173—177.
11. Lassere P., Cilles R. Modification of the amino acid pool in the paristol muscle of two euryhaline during osmotic adjustment // Experrimentia.— 1971.— 27, N 12.— P. 1431—1443.
12. Tizianello A., De Ferrari G., Garibotto G., Robaudo C. Amino acid metabolism and the liver in renal failure // Amer. J. Elin. Metr.— 1980.— 33, N 7.— P. 1354—1362.

Ин-т физиологии Киев. ун-та им. Т. Г. Шевченко
М-ва высш. и сред. спец. образования УССР

Поступила 16.09.86

УДК 612.23.014.462.6:612.67

Возрастные особенности газообмена в условиях нарушения кислотно-основного состояния

О. В. Коркушко, А. А. Белый, А. Н. Козлова

Эффективным и быстродействующим регулятором кислотно-основного гомеостаза внутренней среды организма является дыхательный аппарат, обеспечивающий легочную вентиляцию, регулирующую парциальное давление углекислого газа и, следовательно, концентрацию угольной кислоты в артериальной крови [1, 4, 13]. Различные нарушения дыхательной функции легочного аппарата приводят не только к изменению газообмена в организме, но и кислотно-основного баланса внутренней среды организма [2, 4, 12]. В свою очередь, метаболический сдвиг последнего влияет на функцию дыхательного аппарата и весь физиологический режим газообмена организма через регуляторные механизмы [1, 9, 14]. В связи с этим представляет значительный интерес изучение роли дыхательного аппарата в компенсации нарушений кислотно-основного состояния (КОС) у людей пожилого и старческого возрастов, так как для этих возрастных категорий характерны изменения функционального состояния дыхательного аппарата, играющие существенную роль в развитии гипоксии при старении [8].

Методика

С целью изучения возрастных особенностей газообмена в условиях нарушения кислотно-основного состояния у практически здоровых людей разного возраста (молодые, пожилые и старые) вызывали сдвиг pH внутренней среды организма, используя щелочные и кислотные нагрузки. Алкалоз достигали приемом внутрь бикарбоната натрия (225 мг/кг), ацидоз — приемом внутрь аммония (125 мг/кг) [11].

Исследования проводили в условиях острого и хронического нарушения КОС. Острая нагрузка заключалась в одноразовом приеме после еды всей суточной дозы препарата, хроническая — в трехразовом приеме после еды 1/3 суточной дозы в течение 5 сут. Параметры кислотно-основного состояния и напряжение газов артериальной и венозной крови определяли по методу Astrup на аппарате Microastrup фирмы «Radiometer». Артериализованную кровь для исследований набирали в специальные гепаринизированные капилляры из пальца кисти после 10-минутного выдерживания кисти в подогретой до 40—50 °С воде. Забор, хранение и исследование крови проводили с соблюдением всех рекомендуемых методикой правил. Вентиляционную функ-

цию легких изучали в тканях судили по деляемого методом проб: пробы с ингаходного состояния ния при острой на приема препарата у литературным дан действия на КОС бческой нагрузке — н дуальной суточной зок обследовано по пожилые — 60—74 г хронической нагрузо Статистическую методом.

Результаты и их

Для правильной тоящихся исследов людей по сравне препарата, какие аммоний изменял при острых, так суммарного показ после приема би было выше исхо 0,055 ($P < 0,05$) и ристого аммония молодых людей ($P < 0,05$), у стар

Основной ме ключается в зад показали, что под щегося алкалоза компенсаторное с выраженное и до этом у молодых 6,2 мм рт. ст. или 1,5 мм рт. ст. ил 0,13 кПа ($P < 0,0$ по группам набли натрия.

Компенсаторн натрия обуслови ное у людей всех жилых и старых молодых, на фон является, вероятно, обращения у люд сунке видно, что отмечалось до ко дей к концу хров равными исходным людей под влияни уровне снижения ции дыхательного

При изучении условиях алкалоз: снижение значений