

ФИЗИОЛОГИЯ

Р. С. ПЕРСОН

**ЖЕЛУДОЧНАЯ СЕКРЕЦИЯ ВО ВРЕМЯ СПЯЧКИ КАК ФАКТОР РЕГУЛИРОВАНИЯ ЩЕЛОЧНО-КИСЛОТНОГО РАВНОВЕСИЯ КРОВИ**

(Представлено академиком К. М. Быковым 11 IV 1950)

Зимняя спячка млекопитающих характеризуется длительным (на протяжении многих месяцев) прекращением питания. В связи с этим физиологический смысл и механизм желудочной секреции во время спячки представляют большой интерес.

Фридман и Армур<sup>(1)</sup>, исследуя содержимое желудка спящих сурков, установили, что желудочный сок во время спячки не содержит пепсина, но общая кислотность его доходит до 30—53, а рН до 3,8. Фридман и Армур, а также и Бабкин<sup>(2)</sup> рассматривают сокоотделение в желудке спящего сурка как пример спонтанной секреции. Эта точка зрения противоречит воззрениям И. П. Павлова, отрицавшего такого рода секрецию<sup>(3)</sup>.

Исследование желудочной секреции спящих сусликов (*Citellus suslicus*) было нами предпринято в связи с изучением изменений, происходящих в крови во время спячки<sup>(4)</sup>.

Одним из ведущих феноменов спячки является снижение ритма и интенсивности дыхания, т. е. снижение активности дыхательного центра. Сопоставление этих изменений с изменениями активной реакции крови может пролить новый свет на механизм спячки.

Экспериментальное исследование вопроса показало, что при впадении в спячку рН крови сусликов значительно возрастает: с 7,24—7,32 у бодрствующих животных до 7,40—7,46 у спящих при температуре тела около +13°. При дальнейшем снижении температуры тела спящих животных (до +4—+5°) происходит уменьшение рН крови до величин, характерных для бодрствующих животных. Известно, что при температурах среды, близких к 0°, интенсивность дыхания спящих животных возрастает и наступает пробуждение, спасающее их от замерзания. Такое пробуждение наблюдалось и нами на сусликах. Вероятно, что подкисление крови сусликов, происходящее при температурах, близких к 0°, играет существенную роль в их пробуждений при этих условиях.

Закономерные изменения рН крови во время спячки обусловлены изменением щелочного резерва. Наши исследования показали, что щелочной резерв при впадении сусликов в спячку возрастает в среднем почти в 1,5 раза. Углубление спячки — снижение температуры тела влечет за собой постепенное снижение щелочного резерва, достигающее при температуре тела +5—+6° уровня, свойственного бодрствующим сусликам. Эта закономерность ясно видна на рис. 1, представляющем кривые абсорбции CO<sub>2</sub> крови бодрствующих и спящих сусликов при температуре опыта 18°. Величина щелочного резерва (содержание CO<sub>2</sub>

в крови при давлении  $\text{CO}_2$  40 мм рт. ст.) характеризуется соответствующей ординатой каждой кривой.

Возрастание щелочного резерва при засыпании животных и высокий его уровень в период спячки представляют значительный интерес. Известно, что вообще голодание обычно вызывает снижение щелочного резерва, ацидоз. Исследование различных зимнеспящих показало, что во время спячки наблюдается весьма низкий дыхательный коэффициент — ниже 0,7. Одной из причин этого, повидимому, является неполное окисление, связанное с образованием ряда промежуточных продуктов обмена, имеющих кислый характер. Об этом свидетельствует нахождение в моче спящих животных ацетона, молочной кислоты, повышенного количества аминокислот.

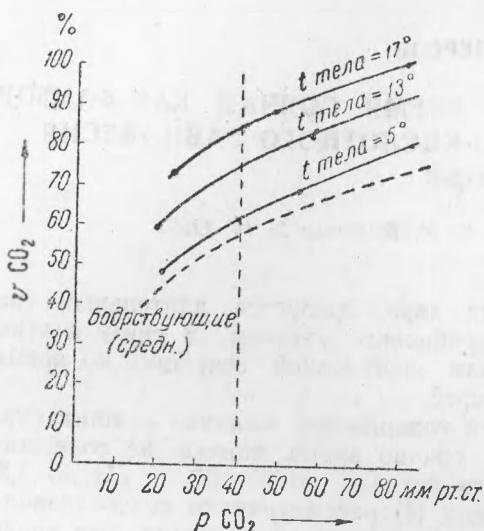


Рис. 1. Кривые абсорбции  $\text{CO}_2$  крови бодрствующих и спящих сусликов при  $t$  опыта  $18^\circ$

Такой характер обмена должен повлечь за собой накопление в крови кислых продуктов, связывающих буферные щелочи и снижающих щелочную резерв крови. Однако в крови спящих сусликов происходит возрастание щелочного резерва. В поисках причин этого явления мы обратились к изучению желудочной секреции.

У забитых сусликов вскрылся желудок, его содержимое выдавливалось в пробирку и с помощью универсальных индикаторных бумажек определялось pH жидкости с точностью до 0,5. В некоторых случаях желудочный сок титровался 0,1 N раствором NaOH. У всех животных регистрировалась температура тела. Результаты измерения pH желудочного сока у сусликов с различной температурой тела представлены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость pH желудочного сока спящих сусликов от температуры тела

T-ра тела в $^\circ\text{C}$	pH желудочн. сока	T-ра тела в $^\circ\text{C}$	pH желудочн. сока	T-ра тела в $^\circ\text{C}$	pH желудочн. сока
18,5	3,5	13,5	4,5	12,0	5,0
17,0	3,5	13,5	5,5	7,0	6,0
17,0	4,0	13,0	3,5	6,0	5,0
16,0	3,0	13,0	3,5	6,0	5,5
16,0	3,5	13,0	4,0	6,0	7,0
15,0	3,5	13,0	4,0	6,0	7,5
15,0	4,0	13,0	4,5	5,5	7,5
13,8	4,0	12,0	4,0	5,0	6,5
13,5	3,5	12,0	4,5	4,0	6,5

Оказалось, что pH желудочного сока спящих сусликов сильно колебляется (от 3,0 до 7,5), причем эти колебания закономерно связаны с температурой тела животного. Сопоставляя изменения щелочного резерва

крови и рН желудочного содержимого, мы получаем чрезвычайно четкую картину (см. рис. 2). При относительно высокой температуре тела спящих сусликов  $+15 - +18^{\circ}$  щелочной резерв крови имеет максимальные величины, в то же время в желудке происходит секреция кислого сока с низким рН. При понижении температуры тела секрет желудка становится все менее кислым, одновременно уменьшается щелочной резерв крови.

В литературе имеются данные, в том числе и клинические, о связи желудочной секреции и щелочно-кислотного равновесия крови. Так, известно, что во время сокоотделения возрастает содержание  $\text{CO}_2$  в крови.

Выделение обкладочными клетками  $\text{Cl}'$  происходит в конечном итоге за счет протекающей крови, главным образом эритроцитов, в которых соответственно возрастает количество буферных щелочей — щелочной резерв.

Встает вопрос, может ли то количество сока, которое выделяется в желудке спящего суслика, существенно повлиять на щелочной резерв крови. Титрование некоторых проб желудочного сока показало, что при  $t$  тела  $= +15 - +18^{\circ}$  выделение находимого нами в желудке количества сока должно повысить содержание буферных щелочей крови суслика приблизительно на 13%. Максимальное повышение щелочного резерва во время спячки — около 50% от исходной величины. Таким образом, одна четверть этого повышения может быть обусловлена выделением кислого сока в полость желудка. Выделяемое в желудке количество сока может заметно повлиять на величину щелочного резерва крови.

Нам неизвестна дальнейшая судьба кислоты, выделившейся в желудке. Вряд ли можно предположить, что она выводится из организма или сохраняется неизменно в желудке как в своеобразном запасном резервуаре. Но если даже она переходит в кишечник и всасывается, то и в этом случае постоянное нахождение в желудке кислого сока указывает на непрерывное его восполнение. При этом эффект будет таким же, какой имело бы неизменное сохранение сока в полости желудка.

Что касается механизма желудочной секреции во время спячки, то по этому вопросу можно привести следующие данные. Рядом работ установлено, что введение инсулина вызывает выделение сока в желудке, причем эта секреция обусловлена наступающей гипогликемией (снижается введением глюкозы). Опытом с перекрестным кровообращением доказано, что гипогликемия действует непосредственно на центр блуждающего нерва в мозгу, вызывая вагальную стимуляцию сокоотделения желудка. Имеются прямые данные о гиперфункции островков Лангерганса во время спячки<sup>(5)</sup> и значительном снижении содержания сахара в крови<sup>(6)</sup>. Ряд прямых<sup>(7)</sup> и косвенных данных свидетельствует о функционировании парасимпатической системы во время спячки и о важной ее роли в механизме этого явления. Есть все основания предполагать, что в данном случае мы имеем основные звенья цепи нейрогуморальных реакций, осуществляющих секрецию желудка спящего животного. Поэтому вряд ли можно согласиться с точкой зрения, рассматривающей выделение сока в желудке во время спячки как пример спонтанной

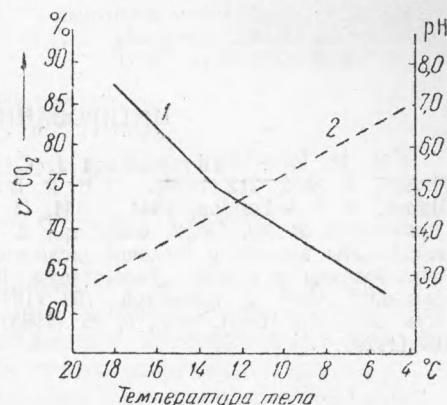


Рис. 2. Зависимость щелочного резерва крови (1) и рН желудочного сока (2) от  $t$  тела у спящих сусликов

секреции. Сокоотделение у спящих сусликов, по-видимому, имеет приспособительное значение. Слизистая желудка, наряду с другими органами (в частности, почками), участвует в регуляции уровня щелочного резерва, а следовательно, концентрации водородных ионов в крови, что обеспечивает необходимые условия для приспособительных изменений активности дыхательного центра.

Институт морфологии животных  
им. А. Н. Северцова  
Академии наук СССР

Поступило  
16 II 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> M. H. F. Friedman and J. C. Arthour, Journ. of Cellul. and Comparat. Physiol., 8, № 2, 212 (1936). <sup>2</sup> B. R. Babkin, Secretory Mechanism of the Digestive Glands, N. Y.—London, 1944. <sup>3</sup> И. П. Павлов, Лекции о работе главных пищеварительных желез. Полн. собр. тр., 2, 17, 1946. <sup>4</sup> Р. С. Персон, Связывание углекислоты кровью и щелочно-кислотное равновесие у *Citellus suslicus* G. в период бодрствования и спячки, Диссертация, 1949. <sup>5</sup> P. Siomalainen, Sitzungsber. d. Finnischen Akad. d. Wissenschaft., 163 (1944). <sup>6</sup> О. Файншмидт и Д. Фердман, Наук. зап. Укр. биол. инст., 6, 66 (1933). <sup>7</sup> F. Витап, Zs. f. vergl. Physiol., 10, 419 (1929).