

Асанова К., Маматкулова А.Н.

**АР ТҮРДҮҮ ОРГАНИЗМДЕРДЕГИ ГИПОМЕТАБОЛИКАЛЫК
АБАЛ (обзор)**

Асанова К., Маматкулова А.Н.

**ГИПОМЕТАБОЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ У РАЗЛИЧНЫХ
ОРГАНИЗМОВ (обзор)**

К. Asanova, A.N. Mamatkulova

**HYPOMETABOLIC STATE OF VARIOS ORGANISMS
(overview)**

УДК. 599:32.598.

Жаныбарлардын уктоосу тиричилик аракеттерин начарлатат, натыйжада физиологиялык негизги функциялардын төмөндөшүнө алып келет.

Негизги сөздөр: уктоо, зат алмашуу, гибернанттар, гипометаболик.

Спячка представляет собой явление глубокого угнетения жизнедеятельности животных, во время которого у животных подавляются многие физиологически важные функции, необходимые для пребывания их в активном состоянии.

Ключевые слова: спячка, обмен веществ, гибернанты, гипометаболик.

Despite a large number of studies devoted to energy metabolism of mammals hibernating animals to this day remain unexplained. This is interaction between fat and glycogen at same time the energy.

Key words: metabolism, hibernants, hypometabolic, hibernation.

Актуальность. Несмотря на большое количество исследований, посвященных энергетическому обмену млекопитающих, впадающих в спячку, многие его стороны до настоящего времени остаются невыясненными. Это касается, в частности, взаимодействия между жировыми и гликогеновыми энергетическими ресурсами организма. При этом бесспорным является положение о том, что основным источником энергии для поддержания жизни организма во время спячки служит жир, накапливающийся в период бодрствования животных.

Особый интерес представляет спячка позвоночных организмов. В исследовании проблемы естественной спячки важное место занимает анализ метаболических процессов у теплокровных грызунов. Эти гибернанты делятся на две группы: полностью голодающие и потребляющие запасенную пищу при периодическом пробуждении, в частности бурундуки, в отличие от сусликов, заранее запасают пищу. Во время спячки, в основном, для энергетических целей, используется депонированный жир, а белки покрывают лишь около 10% от общих энергетических затрат. Главным источником белков являются мышцы. При окислении липидов освобождаются глицерол, который может использоваться для синтеза глюкозы.

Глюкоза и кетоновые тела (продукты В-окисления, образованные из ацил-КоА), могут утилизироваться мозгом. Кетоз по-видимому строго контролируется – при достижении критической концентрации кетоновых тел животные могут периодически пробуждаться и окислять эти продукты обмена. При таком пробуждении организм освобождается также и от других ненужных или вредных продуктов азотистого обмена ((Хочачка, Сомеро, 1988) [4].

В крови сусликов в состоянии спячки обнаружено увеличение концентрации лейцина, аргинина и аланина, однако при пробуждении от спячки возрастает как концентрация аминокислот (особенно аланин), так и их утилизация. При кратковременных пробуждениях животных расходуется примерно 90% энергоресурсов, при этом аланин используется на синтез глюкозы и гликогена, что необходимо одновременно для восстановления метаболического гомеостаза у животных [5].

Некоторые холоднокровные могут перейти в состояние оцепенения и в летнее время. К таким животным, в частности, относятся степная черепаха *Tortoise horsfieldi*, которая обычно теряет активность в конце мая начале июня. Она зарывается в песок на глубину до одного метра и находится в торпидном состоянии до апреля следующего года. Сезонным фактором подготовки и погружения черепах в торпидное состояние является резкое снижение содержания растительной влаги. Главным проявлением спячки или торпидности организмов является подавление обменных процессов, т.е. происходит переход их в гипобиотическое состояние, что обеспечивает повышение сопротивляемости организма и экономию метаболических ресурсов [7].

Наиболее характерным проявлением состояния спячки является понижением температуры тела (Слоим, 1971; Иванов, 2000; Проссер, 1977, Калабухов 1985) как вследствие включения системы понижения терморегуляции. В этих условиях температурная чувствительность отключена не полностью, так как резкое охлаждение зимоспящего организма приводит в большинстве случаев к пробуждению и разогреванию животных, что предотвращает их от голодной гибели.

В состоянии спячки резко замедляется частота дыхания, снижается дыхательный коэффициент, что связано с преимущественной утилизацией жирового депо и удержанием некоторого количества углекислоты организмом, а также кальция и магния костной тканью (Проссер, 1977; Иванов, 1999; Калабухов 1985). В условиях спячки частота дыхания падает до 4-10 вдохов в минуту, а после 5-8 дыхательных движений наступает пауза продолжительностью 4-8 минут, проявляется разница между количеством потребляемого кислорода и выдыхаемой углекислоты. Сурки, которые при спячке потребляют кислорода в 41 раз меньше, чем в активном состоянии, выделяют углекислоты в 75 меньше, в результате чего дыхательный коэффициент их понижается до 0,44 против 0,8 у активных животных [6].

Спячка, также сопровождается замедлением процесса кровообращения, т.е. у животных резко замедляется кровоток. Сердце зимоспящих млекопитающих способно к ритмическим сокращениям даже при 0 °C *in situ*, тогда как у незимоспящих его остановка происходит уже при температуре около 15 °C. Аналогичные изменения имеют место у зимних лягушек при гипобиозе (Белич, 1984), а также при гипотермии черепах (Иванов, Турдыев, 2000; 2002; 1983). Большие количества крови депонируются в селезенки, кровяное давление, измеренное в сонной артерии, падает с 70-72 мм до 16 мм р.с. (Калабухов, 1985). Отмечаются изменения физико-химических свойств крови; удлиняется время её свертывания. Выявлено изменение водно-солевого обмена у спящих организмов, выражено направленное на удержание влаги организма за счет увеличения силовых кислот путем активизации в легких почках фермента гиалуронидазы [2].

У краснощеких и длиннохвостых сусликов выявлено снижение секреторной активности гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы в период спячки, повышающейся к весне и затем к моменту пробуждения. В последнем случае повышается как образование нейросекрета, так и его выведение в кровь. Установлено, что в период гибернации у зимне-спящих животных наблюдается выраженная лейкопения. Это позволяет предположить активное участие лимфоцитарных клеток в стабилизации метаболизма при гибернации, обеспечении устойчивости гомеостаза в переходных физиологических состояниях (О.Н.Бизязева, В.В. Рогожин). Электронно-микроскопическое исследование показало, что в разные периоды зимней спячки в диафрагме и в длинном разгибателе пальцев происходят определенные качественные и количественные изменения внутриклеточных компонентов мышечных волокон (Л.В. Адодина, М.Д. Шмерлинг) [4].

Из вышеизложенного следует, что спячка представляет собой явление глубокого угнетения жизнедеятельности, во время которого у животных подав-

ляются многие физиологически важные функции, необходимые для пребывания их в активном состоянии [1,4].

Одним из важнейших обменных процессов, подавляющихся при спячке организмов, является белковый обмен, изучение которого в состоянии оцепенения показало заметное снижение биосинтеза белков в селезенке и надпочечниках и его малое изменение в других тканях. Эти данные получены на спящих и активных организмах при инкубации их тканевых препаратов *in vitro* при одинаковой температуре (25° С). Однако *in vivo* у спящих животных такое понижение синтеза белков является вполне естественным вследствие понижения температуры организма.

Согласно данным ряда авторов, при спячке теплокровных животных удается обнаружить понижение уровня глюкозы в крови в 2-4 раза. Эти факты указывают на подавление в период спячки утилизации углеводных субстратов для целей энергопродукции в связи с активизацией липидного обмена.

Углеводный и жировой резерв после предварительного расщепления в тканях подвергаются окислительному превращению и выделяющаяся при этом энергия используется для синтеза АТФ.

При низком уровне анаэробного обмена в состоянии гипобиоза расходование резервных веществ замедляется, что позволяет длительно сохранять жизнедеятельности и вместе с тем обеспечивает для организма возможность возврата в активное состояние. Значение жиров в энергобалансе гибернантов исключительно велико. Они служат основным аккумулятором запасной энергии, чем углеводы и белки, а при их окислении высвобождается большое количество воды (100 г жиров образует 107 г воды, 100 г белка - 41,3 г и 100г крахмала -55,5 г воды).

В целом, на основе полученных нами данных, а также соответствующего литературного материала представляется возможным охарактеризовать возмещенные особенности метаболизма у млекопитающих и рептилий в условиях гипобиоза. У рептилий гипобиоз протекает на фоне более сниженного уровня глюкозы и повышенного уровня содержания липидных продуктов, белка и трансминаз крови. Проведенные на целостном организме исследования показали, что в состоянии спячки у теплокровного животного (сурка) в период гибернации наблюдается существенное подавление потребления кислорода организмом. А у холоднокровного животного – черепах выявлено еще более выраженное подавление этого показателя (до 150 раз против 36,6 – у сурков). Эти данные свидетельствуют о глубоком угнетении энергетики исследованных организмов, независимо от их эволюционного положения.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о достаточно выраженных метаболических перестройках у животных при естественной спячке. Характерным признаком гипобиоза является

накопление липидных продуктов и повышение активности трансаминазных ферментов. Согласованность в повышении их уровня в крови свидетельствует о тесной связи усиления обмена липидов с белково-аминокислотным обменом. Если липиды в условиях гипобиоза служат основным топливным материалом в организме, то обмен аминокислот может служить источником промежуточных интермедиатов для в-окисления синтеза мочевины. Такая взаимосвязь путем обмена необходимо для покрытия энергетических запросов организма, а также нейтрализации продуктов обмена.

Литература:

1. Алматов К.Т., Ахмеров Р.Н. Изменение показателей крови у сурков и черепах при гипобиозе. - Ташкент, 1994.
2. Бронников Г.Е. Возможные пути регуляции энергетического метаболизма зимоспящих. - Пушино, 1989
3. Жегунов Г.Ф. Синтез белка в тканях зимоспящих животных. - Пушино, 1987
4. Иванов В.И. Содержание ионов кальция в крови животных и их устойчивость к холоду. - М., 2002.
5. Калабухов Н.И. Спячка млекопитающих М: Наука. 1989
6. Львова С.П. Содержание глюкозы в тканях сусликов и крыс различного возраста при гипотермии. - Украина, 1998.

Рецензент: к.биол.н., доцент Сазыгулова Г.Дж.
