

С. Г. КОЛАЕВА, М. Г. КОЛПАКОВ, М. В. РОБИНСОН

**ДИНАМИКА ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ РАЗМЕРОВ
ЯДРЫШЕК В КЛЕТКАХ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ У СУСЛИКОВ
ВО ВРЕМЯ ВХОЖДЕНИЯ В ЗИМНЮЮ СПЯЧКУ**

(Представлено академиком Г. М. Франком 28 I 1974)

Сезонные циклы физиологических функций у зимоспящих животных представляют собой одну из наиболее ярких и удобных природных моделей биологических ритмов. Зимоспящие животные обладают единственными в своем роде специализированными механизмами, которые круглогодично готовят их к состоянию гипотермии. Потенциальная ценность и прикладное значение исследования этих животных исключительно привлекательны для решения многих биологических задач. Период вхождения в спячку — исключительно важная фаза в годовом цикле жизни зимоспящих животных. Наибольшие изменения в этот период естественно ожидать в двух ведущих в формировании сезонных ритмов системах: нервной и эндокринной.

Определение температуры мозга новейшими методами у животных в период вхождения в спячку обнаружило чрезвычайно интересный феномен, названный «тестом капли» ⁽¹⁾. Оказалось, что температура мозга снижается постепенно, периодически возвращаясь до нижнего уровня нормы. Эти следующие друг за другом ступени повторяются до тех пор, пока уровень температуры мозга спустится до стабильного состояния, близкого к температуре окружающей среды. Каждое снижение температуры мозга сопровождается уменьшением частоты дыхания, скорости сердечных сокращений, снижением уровня метаболизма. Возможно, что подобные изменения происходят в эндокринной регуляторной системе. Однако каких-либо указаний на это в доступной нам литературе не встретилось. Сведения о характере изменений в эндокринной системе во время вхождения в спячку разрознены и носят противоречивый характер ⁽²⁻⁴⁾. Между тем вскрытие этих закономерностей представляет несомненный интерес в плане понимания механизмов формирования спячки.

В настоящей работе проведен анализ изменений морфофункционального состояния коры надпочечников у зимоспящих краснощеких сусликов на протяжении периода вхождения в спячку. В качестве признака, характеризующего сезонные биоритмы внутриклеточных процессов коры надпочечников зимоспящих, нами взят объем ядрышка, исходя из той роли, которую играет данная структура в жизни клетки ^(5, 6). Литературные данные свидетельствуют о наличии четких изменений объемов ядрышек при различных состояниях коры надпочечников ^(7, 8).

Объектом для данной работы служили краснощекие суслики-самцы, отловленные в Тогучинском районе Новосибирской области. В активный период жизни животные помещались в вольерах на открытом воздухе, а во время спячки — в специально оборудованном помещении, где поддерживались условия, максимально приближенные к естественным условиям спячки (температура окружающего воздуха 4°). Животные изучались в активном периоде (август, сентябрь) и в периоде вхождения в спячку (начало, середина, конец октября).

Надпочечники каждой группы животных обрабатывались по общепринятой гистологической методике. Срезы окрашивались метиловым зеле-

ным — пиронином по Браше (9). Продольные и поперечные диаметры измерялись с помощью окуляр-микрометра, объемы высчитывались по формулам эллипса и шара. Результаты обрабатывались статистически (генеральные параметры выборок и достоверность) (10).

Как показали наши исследования, объемы ядрышек клеток клубочковой зоны существенно не изменяются на протяжении сентября. В начале октября объемы ядрышек уменьшаются, в середине возрастают и вновь уменьшаются к концу месяца (табл. 1). Объемы ядрышек клеток пучковой зоны увеличиваются в начале сентября, постепенно уменьшаются к началу октября, вновь увеличиваются к середине и резко снижаются к концу месяца (табл. 1).

Таблица 1

Средние объемы ядрышек клеток коры надпочечников
в период подготовки к спячке (мкм³)

| Месяц | Клубочковая зона | | Пучковая зона | |
|--------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| | $M \pm m$ | <i>P</i> (по сравнению с предыдущим) | $M \pm m$ | <i>P</i> (по сравнению с предыдущим) |
| Август | $0,65 \pm 0,02$ | | $0,89 \pm 0,01$ | |
| Сентябрь | $0,70 \pm 0,02$ | >0,05 | $0,83 \pm 0,02$ | >0,05 |
| Октябрь (начало) | $0,61 \pm 0,01$ | <0,05 | $0,77 \pm 0,02$ | <0,05 |
| Октябрь (середина) | $0,74 \pm 0,01$ | <0,002 | $0,92 \pm 0,01$ | <0,01 |
| Октябрь (конец) | $0,50 \pm 0,01$ | <0,001 | $0,73 \pm 0,02$ | <0,001 |

Судя по морфологическому критерию, каким является объем ядрышек в начальном периоде вхождения в спячку (две недели), усиливается функциональная активность клеток клубочковой и пучковой зон, объяснить которую пока довольно трудно. Возможно, повышение функциональной активности связано со спонтанными пробуждениями, которые особенно часты осенью и во время которых происходит выработка глюко- и минералокортикоидов, необходимых для поддержания энергетического и водно-солевого баланса во время спячки. Однако не исключено, что повышение функциональной активности клубочковой зоны представляет собой реакцию на потерю организмом натрия, который уже не поступает, но еще продолжает выводиться. Одновременное замедление кровотока создает необходимые предпосылки для освобождения ренина — вещества, регулирующего образование альдостерона (11). Известно, (12), что в почках суслика уже в октябре накапливается ренин, уровень которого относительно стабилен в течение всего периода зимней спячки.

Волнообразный характер изменений объемов ядрышек на протяжении октября в клетках клубочковой и пучковой зон можно связать с данными различных авторов о поэтапном вхождении в спячку (13). Показано, что спячка у сусликов начинается с 5—6 кратковременных погружений, затем устанавливается зимний тип поведения. Следует отметить, что высота каждой новой волны подъема активности (увеличение объемов ядрышек) значительно ниже предыдущей, т. е. наблюдается постепенное угасание с постоянным низким уровнем в период зимней спячки.

Обращает на себя внимание почти полная аналогия с «тестом капли» — явлением, зарегистрированным в нервной системе. Сопоставление данных по поведению зимоспящих при впадении в спячку, состоянию нервной системы и исследованного нами органа эндокринной системы позволяет сделать предположение о существовании единого нейро-эндокринного механизма, приводящего организм данных животных в состояние готовности к спячке, или же о наличии двух сочтенных биоритмологических механизмов. При этом первому отводится роль «расemaker» или водителя ритмов.

Волнообразный характер изменений размеров ядрышек в период вхож-

дения в спячку, по-видимому, отражает изменения функционального состояния клеток коры надпочечников у краснощекого суслика в данный период. В этой связи мы не можем представить себе процесс вхождения в спячку в виде пассивного феномена — прямого следствия инволюции эндокринной системы (¹⁴, ¹⁵). Вхождение в спячку — активный процесс, находящийся под контролем нервной и эндокринной регуляции.

Институт цитологии и генетики
Сибирского отделения
Академии наук СССР
Новосибирск

Поступило
30 X 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ R. Hoffman, *Federat. Proc.*, v. 27, 4, 999 (1968). ² Cr. Kayser, A. Petrovic, C. R. Soc. med., v. 152, 3, 519 (1958). ³ M. Stoeckel, A. Petrovic et al., C. R. Soc. biol., v. 158, 7, 1570 (1964). ⁴ М. Г. Колпаков, С. Г. Колаева, Г. С. Шабурова, УФН, т. 3, 1, 52 (1972). ⁵ G. Schreiber, *Ann. Histol.*, v. 7, 3, 9 (1962). ⁶ И. И. Кикнадзе, Функциональная организация хромосом, Л., 1972. ⁷ Н. Д. Луценко, С. Г. Колаева, В кн. Альдостерон и водно-солевой гомеостаз, Новосибирск, 1968. ⁸ R. A. Miller, *Am. J. Anat.*, v. 95, 3, 497 (1954). ⁹ Э. Пирс, Гистохимия, М., 1962. ¹⁰ Н. А. Плосинский, Биометрия, М., 1970. ¹¹ М. Г. Колпаков, В кн. Альдостерон и адаптация к изменениям водно-солевого режима, Новосибирск, 1968. ¹² М. Г. Колпаков, С. Г. Колаева и др., В кн. Адаптация организма человека и животных к экстремальным факторам среды, Новосибирск, 1970. ¹³ I. Twente, J. Twente, *Mammal. Hibernation*, v. 3, 46 (1967). ¹⁴ I. Adler, *Arch. Exp. Pathol. Pharmacol.*, v. 86, 159 (1920). ¹⁵ D. Nelson, L. Samuels, *J. Clin. Endocrinol. Metabol.*, v. 12, 519 (1952).