

Л. З. ПЕВЗNER, Т. М. СЕМЕШИНА

## СОДЕРЖАНИЕ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ В СИСТЕМЕ НЕЙРОН — НЕЙРОГЛИЯ СУПРАОПТИЧЕСКОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА СУСЛИКОВ ПРИ ЗИМНЕЙ СПЯЧКЕ

(Представлено академиком В. Н. Черниговским 26 III 1974)

За последние годы выполнено большое число исследований по функциональной биохимии системы нейрон — нейроглия. Как показывает анализ этих данных (см. (1)), работы такого рода, как правило, сопряжены с тем или иным искусственным воздействием на экспериментальных животных. Между тем, выраженные изменения функционального состояния нервной системы животных можно получить и в естественных условиях, используя экологические особенности ряда видов животных (2). В частности, несомненный интерес представляет состояние зимней спячки (гибернации), когда все функциональные и биохимические процессы в органах и тканях (в том числе и в нервной системе) замедляются и приобретают специфические особенности (3, 4).

Особое внимание при изучении различных систем нейрон — нейроглия привлекает область гипоталамуса головного мозга. Ранее (5) биохимически показаны значительные изменения концентрации РНК в цельной ткани этого отдела головного мозга у краснощеких сусликов, взятых в разные периоды естественного годового цикла, в том числе и в глубокой зимней спячке. Представлялось интересным выяснить локализацию этих изменений на клеточном уровне с учетом тесной взаимосвязи нейронов и их глиальных клеток-сателлитов.

Задачей настоящего исследования явилось цитоспектрофотометрическое определение сдвигов количества нуклеиновых кислот (в расчете на одну клетку) в системе нейрон — нейроглия гипоталамуса у краснощеких сусликов в начале зимней спячки, при глубокой гибернации, в конце спячки, при пробуждении, а также в активном состоянии.

Краснощеких сусликов *Citellus erythrogenys* Br., отловленных в июне в степях Новосибирской области, содержали в летнем виварии в активном состоянии. В начале сентября животных переводили в затемненное помещение с температурой 8–10°; через неделю суслики впадали в зимнюю спячку. В начале мая их переносили в теплое (20°) освещенное помещение, где они за 1,5–2 часа выходили из состояния гибернации.

Исследовали пять групп животных: в сентябре (активное состояние до начала спячки), в октябре (начало зимней спячки), в декабре (глубокая спячка), в апреле (конец спячки) и в мае (активное состояние по окончании спячки). Всех сусликов забивали быстрым обезглавливанием без наркоза (спящие животные не успевали выйти из состояния спячки), головной мозг фиксировали в охлажденной жидкости Бродского (формалин — этанол — уксусная кислота, 3 : 1 : 0.3) и заливали в парафин. Срезы гипоталамической области окрашивали на нуклеиновые кислоты галлоцианином — хромовыми квасцами (6), клетки супраоптического ядра фотометрировали при 546 нм на двухлучевом фотоэлектрическом регистри-

рующем микроспектрофотометре МУФ-5 (7) с интегратором МИУ-2. Количество нуклеиновых кислот в цитоплазме супраоптических нейронов и в телах (практически — в ядрах) их глиальных клеток-сателлитов рассчитывали в относительных единицах как произведение оптической плотности на объем соответствующей структуры (1). Объем находили по формуле эллипсоида вращения, исходя из линейных размеров клеток, измеренных под микроскопом с помощью окуляр-микрометра МОВ-1-15X.

Результаты цитоспектрофотометрического определения содержания нуклеиновых кислот показали, что уже в начале спячки в цитоплазме супраоптических нейронов несколько снижалось количество РНК (рис. 1). В состоянии глубокой зимней спячки это снижение усугублялось. В апреле, когда суслики еще находились в состоянии спячки, количество цитоплазматической РНК в нейронах супраоптического ядра увеличивалось, несколько превышая уровень, характерный для активного состояния в сентябре (до начала спячки). В мае же, по окончании спячки, содержание РНК в этих нейронах становилось еще выше.

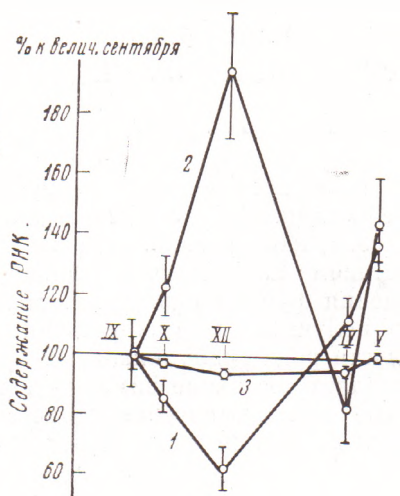


Рис. 1. Изменения содержания нуклеиновых кислот в цитоплазме нейронов супраоптического ядра гипоталамуса (1), в окружающих эти нейроны глиальных клетках-сателлитах (2) и в гомогенате гипоталамической области (3) головного мозга краснощеких сусликов при зимней спячке, IV, V, IX, X, XII — месяцы года (период зимней спячки)

Совсем иная динамика сдвигов содержания нуклеиновых кислот выявлена в глиальных клетках, прилегающих к исследованным нейронам гипоталамуса. По мере углубления спячки количество нуклеиновых кислот возрастало, а к концу спячки резко снижалось (несколько ниже уровня, свойственного животным в активном состоянии до начала спячки). Таким образом, на всех этих этапах кривая изменений в нейроглии оказывалась как бы зеркальным отражением соответствующей динамики сдвигов РНК в цитоплазме супраоптических нейронов (рис. 1). В активном состоянии по выходе из спячки изменения

в нейронах и нейроглии становились однонаправленными: во всей системе нейрон — нейроглия у животных в мае отмечено повышение содержания нуклеиновых кислот (рис. 1).

Ранее (5) проведено аналогичное исследование разных стадий зимней спячки у сусликов, с определением концентрации РНК в гомогенате ряда участков центральной нервной системы. Данные для гипоталамуса характеризовались снижением концентрации РНК в начале спячки и нормализацией к концу ее и к началу весеннего активного состояния (рис. 1). Следовательно, изменения на уровне цельной ткани гипоталамуса в целом коррелировали с направленностью сдвигов на уровне отдельных нейронов (но не глиальных клеток). В то же время изменения в гипоталамических нейронах, по сравнению с гомогенатом гипоталамуса, были, с одной стороны, количественно более выраженными, с другой — отличались некоторыми особенностями. Среди последних обращает на себя внимание то, что уже на заключительных стадиях зимней спячки количество цитоплазматической РНК было выше, чем в начале спячки, а активное состояние сразу по окончании спячки характеризовалось более высоким уровнем РНК в супраоптических нейронах по сравнению с активным состоянием до начала спячки (рис. 1).

Такие отличия между гомогенатом всего гипоталамуса и нейронами супраоптического ядра могут объясняться, как нам кажется, двумя основными причинами. Во-первых, в навеску гипоталамуса входило достаточно много тканевого материала (свыше 60 мг сырого веса). Естественно, что помимо супраоптического ядра в этой навеске содержались и другие гипоталамические ядра, которые могли отличаться от супраоптического по своим метаболическим свойствам, в том числе и по реакции РНК на функциональные сдвиги, сопровождающие зимнюю спячку. Во-вторых, изменения в нейронах супраоптического ядра, как видно из рис. 1, сопровождалась противоположно направленными сдвигами в клетках перинеурональной глии. Количество РНК в телах нейронов такого размера, как супраоптические нейроны, на порядок выше, чем в их глиальных клетках-сателлитах <sup>(1)</sup>, и, хотя число глиальных клеток превосходит число нейронов, общая закономерность изменений в гомогенатах цельной ткани такая же, как в нейронах. Конкретная же динамика сдвигов РНК в гомогенате оказалась более сглаженной по сравнению с динамикой изменений содержания цитоплазматической РНК в нейронах в силу присутствия в навеске глиальной РНК.

Оценивая в целом нейроно-глиальные взаимоотношения в супраоптическом ядре гипоталамуса во время зимней спячки (на примере изменений количества РНК в системе нейрон — нейроглия), можно указать на существование в ходе зимней спячки двух стадий. Первая, более длительная, характеризуется отчетливой противофазностью колебаний содержания нейрональной и глиальной РНК. Эта фаза охватывает вхождение в спячку, состояние глубокой зимней спячки и ее окончание. В мае же, сразу по возвращении животных в активное состояние после пробуждения, изменения количества нейрональной и глиальной РНК синфазны: во всей системе нейрон — нейроглия происходит выраженное накопление РНК (рис. 1). Этим активное состояние весной резко отличается от активного состояния животных осенью, до впадения в спячку: как в нейронах супраоптического ядра, так и в их глиальных клетках-сателлитах содержание РНК в мае отчетливо выше, чем в сентябре.

Мы не располагаем данными о скорости включения предшественников в РНК гипоталамуса и можем судить лишь о конечном результате соотношения процессов синтеза и распада РНК в виде среднего уровня РНК в клетках. Однако нам представляется, что полученные результаты исследования животных в весенний период можно объяснить усиленным синтезом РНК и белков в клеточных структурах гипоталамуса. По выходе из спячки нервная система сусликов характеризуется выраженной активацией специфической деятельности <sup>(3, 4)</sup>; между тем, активация клеток нервной системы обычно сопровождается и повышенным синтезом макромолекул <sup>(1, 8, 9)</sup>. Эта активация начинается еще у спящих животных <sup>(2-4)</sup>, и, по-видимому, она захватывает (судя по выявленной нами динамике сдвигов содержания клеточной РНК) лишь нейроны, как функционально более лабильные и специфические структуры нервной ткани. По выходе же из спячки активация нервной системы становится настолько глубокой и генерализованной, что включает всю систему нейрон — нейроглия.

Таким образом, в ходе зимней спячки содержание РНК в супраоптических нейронах гипоталамуса снижалось на начальных и повышалось на конечных этапах гibernации. Содержание же нуклеиновых кислот в глиальных клетках-сателлитах супраоптического ядра, напротив, вначале увеличивалось, затем уменьшалось. По выходе из спячки вся система нейрон — нейроглия реагировала однонаправленными сдвигами: выраженным повышением количества РНК. Полученные данные подтверждают представления о зимней спячке как о специфическом состоянии животного, в ходе которого химические процессы в клетках не полностью угнетаются, а приобретают особые черты, по-разному проявляющиеся на

конкретных стадиях зимней спячки. Эта перестройка метаболизма до определенного этапа протекает в нейронах иначе, чем в перинейрональной глии.

Институт физиологии им. И. П. Павлова  
Академии наук СССР  
Ленинград

Поступило  
26 III 1974

Институт цитологии и генетики  
Сибирского отделения Академии наук СССР  
Новосибирск

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Л. З. Певзнер, Функциональная биохимия нейроглии, «Наука», 1972. <sup>2</sup> А. Д. Слоним, Частная экологическая физиология млекопитающих. Изд. АН СССР, 1962. <sup>3</sup> М. Б. Шгарк, Мозг зимнеспящих, «Наука», 1970. <sup>4</sup> N. Mrosovsky, Hibernation and Hypothalamus, N. Y., 1971. <sup>5</sup> Т. М. Семешина, Физиол. журн. СССР, т. 57, 11, 1616 (1971); Укр. биохим. журн., т. 45, 6, 702 (1973). <sup>6</sup> Э. Пирс, Гистохимия, М., 1962. <sup>7</sup> Ф. М. Базарев, М. И. Давыдова и др., Цитология, т. 6, 1, 114 (1964). <sup>8</sup> The Neuron, Excerpta Med. Foundation, N. Hyden (Ed.), Amsterdam, 1967. <sup>9</sup> В. Я. Бродский, Трофика клетки, «Наука», 1966, в сборн.: V Всесоюз. конф. по нейрохимии. Тбилиси, 1970 стр. 114.