

## **Сравнительно-морфологическое исследование кохлеарных ядер некоторых рукокрылых и насекомоядных**

Я.А. Омельковец

Исследованы кохлеарные ядра обыкновенного ежа (*Erinaceus europaeus*), обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus*), рыжей вечерницы (*Nyctalus noctula*) и большого подковоноса (*Rhinolophus ferrumequinum*). Установлено, что относительные объёмы дорсального и вентрального кохлеарных ядер летучих мышей значительно превышают такие насекомоядных. Сделано предположение, что увеличение объёма дорсального кохлеарного ядра у рукокрылых сопровождалось увеличением плотности клеток. Увеличение количества клеточных структур вентрального кохлеарного ядра происходило, главным образом, за счёт увеличения объёма последнего.

Ключевые слова: мозг, кохлеарные ядра, рукокрылые, насекомоядные.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Кохлеарные ядра являются составляющей слухового анализатора. Нужно отметить, что в научной литературе нету единого мнения о строении кохлеарного комплекса млекопитающих и данные многих авторов трудно сопоставимы. Так, например, Богословская Л.С. и Солнцева Г.Н. (1979) подразделяют вентральное кохлеарное ядро рукокрылых и насекомоядных на переднее и заднее, тогда как другие (Фигурина, Бурикова, Деревягин, 1988), проводя сравнительное исследование слуховых центров остроухой ночницы и домовый мыши этого не делают. Нужно также отметить, что основным количественным показателем в работе Богословской Л.С. и Солнцевой Г.Н. является количество нейронов в кохлеарных ядрах, тогда как Фигурина И.И., Бурикова Н.В. и Деревягин В.И. сравнивают объёмы кохлеарных ядер и плотность клеток в них, что, на наш взгляд, позволяет более точно оценить развитие этих структур.

Целью нашей работы было сравнительное исследование дорсального и вентрального кохлеарных ядер обыкновенного ежа, обыкновенной бурозубки, рыжей вечерницы и большого подковоноса. Решающую роль в выборе объектов исследования сыграл тот факт, что насекомоядные являются

наиболее вероятной предковой группой рукокрылых (Ковтун, 1990), среди которых наиболее близкими к насекомоядным считаются летучие мыши (Schneider, 1957). Поэтому можно предположить, что приобретение способностей к эхолокации неминуемо должно было отразиться на строении кохлеарных ядер.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовались серийные срезы головного мозга насекомоядных (обыкновенный ёж (*Erinaceus europaeus*) – 5 экземпляров; обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus*) - 6 экземпляров) и рукокрылых (рыжая вечерница (*Nyctalus noctula*) -5 экземпляров; большой подковонос (*Rhinolophus ferrumequinum*) 5 экземпляров), окрашенные по методу Ниссля. Исследуя вентральное кохлеарное ядро, мы не подразделяли его на переднее и заднее, что объясняется отсутствием чётких границ между передней и задней частями вентрального ядра. Объём головного мозга и слуховых ядер определяли по формуле (Блинков, Глезер, 1964):  $V = ((\sum S_n m) / D^2) a$ , где  $V$  – объём мозга, или ядра;  $S_n$  - площадь проекций срезов, измеренных с помощью планиметра;  $m$  – число, указывающее, какой по счёту срез взят для измерения;  $D$  – линейное увеличение проекций;  $a$  – толщина срезов. Относительный объём ядер определяли по формуле:  $V_o = (V_{я} / V_m) 100\%$ , где  $V_{я}$  – объём ядра,  $V_m$  – объём мозга. Продольный ( $a$ ) и поперечный ( $b$ ) диаметры нейронов и объём их перикарионов ( $V_{п}$ ) определяли по формуле (Блинков, Глезер, 1964):  $V_{п} = (\pi a b^2) / 6$ . Определение плотности клеток, их диаметров, объёмов перикарионов и ядер проводились за общепринятыми методами (Автандилов, 1973). Математическая обработка данных производилась на ПК “Pentium-133” с помощью программы “Microsoft Excel”. Фотографирование исследуемых структур осуществляли с помощью стандартной фотоприставки к микроскопу МБИ-6. Полученные снимки переводились в цифровой формат и обрабатывались на ПК “Pentium-133” с помощью программы “Photoshop 4.0”.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У исследуемых животных кохлеарные ядра (*Nuclei cochlearis*) занимают дорсо-латеральное положение в среднем мозге, образуя на его поверхности хорошо заметное выпячивание (рис.1). Первое, что бросается в глаза при сравнении слуховых ядер у исследуемых животных, - их большой относительный объем у представителей рукокрылых (рис.2). Интересно, что у большого подковоноса наблюдается больший, чем у рыжей вечерницы, относительный объем верхнего слухового ядра, тогда как нижнее слуховое ядро у него меньше. Относительные размеры слуховых ядер обыкновенной бурозубки, хотя и меньшие, чем у исследуемых летучих мышей, но значительно превышают (в особенности вентральное) аналогичные показатели обыкновенного ежа. Это, на наш взгляд, свидетельствует о значительной роли слухового анализатора в экологии бурозубки. Анализ отношений между объёмами слуховых ядер (табл.1) показал, что объём вентрального ядра превышает объём дорсального у ежа в 1,3; у бурозубки - в 1,5; у подковоноса - в 1,8; а у рыжей вечерницы - почти в 2,5 раза.

### **Дорсальное кохлеарное ядро (*Nucleus dorsalis cochlearis*).**

В *N. dorsalis cochlearis* исследуемых животных можно выделить три слоя, которые отличаются размерами и плотностью составляющих их клеток. Кроме них, можно выделить мелкоклеточную часть, которая занимает вентро-латеральное положение относительно верхнего и дорсо-латеральное относительно нижнего слухового ядра. Особенно хорошо она заметная у бурозубки (рис.4, 8), что подтверждает результаты исследований Л.А. Кузнецовой (1989), а наиболее слабо - у подковоноса. Относительно количества цитоархитектонических слоёв этого ядра у рукокрылых в литературе не существует единого мнения. Так, В.П. Зворыкин (1971) выделяет в верхнем слуховом ядре *Pipistrellus pipistrellus* три слоя, а С.П. Каменева (1968 б) у сибирского трубконоса и рыжей вечерницы - четыре. Мы в своем исследовании признали целесообразным выделить три, наиболее

чётко дифференцированных, цитоархитектонических слоя, что облегчало их сравнение у исследуемых животных.

Первый (верхний) слой дорсального кохлеарного ядра обыкновенного ежа (рис.3) содержит сравнительно небольшие пирамидные и веретенообразные клетки с интенсивно окрашенной цитоплазмой и ядром (табл.1, 1 тип). Во втором слое слухового ядра ежа можно выделить два типа клеток. Первый - крупные пирамидные нейроны (табл.1, 2 тип). Клетки второго типа отличаются от предыдущих большим продольным и меньшим поперечным диаметром (атабл.1, 3 тип). Форма их перикарионов преимущественно веретенообразная. В третьем слое преобладают вытянутые пирамидные нейроны (табл.1, 4 тип), и клетки, сходные с таковыми первого слоя.

Первый слой дорсального кохлеарного ядра обыкновенной бурозубки (рис. 4) содержит небольшие клетки (табл.1, 1 тип) и имеет довольно значительную ширину. Во втором слое наблюдаются крупные пирамидные и неправильной формы нейроны (табл.1, 2 тип). В третьем слое преобладают веретенообразные нейроны, объем перикариона которых значительно меньше, чем у клеток второго слоя (табл. 1, 3 тип).

В дорсальном слуховом ядре рыжей вечерницы (рис. 5) наблюдается большое разнообразие форм клеток. Первый слой ядра имеет сходство с таковым у исследуемых насекомоядных и беден клеточными элементами. Изредка встречаются мелкие нейроны пирамидной и веретенообразной формы (табл. 1, 1 тип). Клетки второго слоя – пирамидные и неправильной формы, со сравнительно большим объемом перикарионов (табл. 1, 2 тип). Кроме них, здесь встречаются клетки, характерные для первого слоя. В третьем слое кроме мелких клеток (объемом не более превышает  $150 \text{ мкм}^3$ ), наблюдаются веретенообразные клетки, объем перикариона которых достигает  $426 \text{ мкм}^3$  ( 1, 3 тип).

Дорсальное кохлеарное ядро большого подковоноса (рис. 6) имеет сходство с таковым рыжей вечерницы. Первый слой этого ядра беден клеточными элементами. Встречающиеся здесь клетки имеют небольшие размеры (табл. 1, 1 тип). Во втором его слое наблюдаются пирамидные и веретенообразные биполярные нейроны средних размеров (табл. 1, 2 тип). Клетки третьего слоя пирамидные и веретенообразные. Объем тела у них почти вдвое меньше, чем у предыдущих (табл. 1, 3 тип).

Средняя плотность клеток в дорсальном кохлеарном ядре исследуемых животных увеличивается в такой последовательности: бурозубка, ёж, вечерница, подковонос (табл. 1).

Анализ полученных результатов свидетельствует об некотором уменьшении от насекомоядных (ёж) к рукокрылым (подковонос) размеров нервных клеток первого и второго слоя и увеличением относительного объёма Nucleus dorsalis cochlearis. Большая, чем у насекомоядных, плотность нейронов в этом ядре летучих мышей позволяет предположить, что увеличение объёма данного ядра у них не сопровождалось уменьшением плотности его клеток, которая наоборот возрастала. Таким образом, увеличение количества нейронов этого ядра достигалось не только за счет увеличения его объема, но и за счет возрастания плотности клеток.

### **Вентральное кохлеарное ядро (Nucleus ventralis cochlearis).**

В вентральном слуховом ядре обыкновенного ежа можно выделить несколько участков, которые не имея чётких границ, различаются плотностью и размерами составляющих их нейронов. В латеральной части нижнего слухового ядра обыкновенного ежа преобладают пирамидные и веретенообразные клетки (табл. 1, 1 тип). Встречаются также удлинённые триполярные нейроны, продольный диаметр которых достигает 30-34 мкм., а поперечный - 7 мкм (табл. 1, 2 тип). Клетки медиальной части ядра (рис. 7) по форме сходны с таковыми предыдущего слоя, но отличаются своими размерами (табл. 1, 3 тип). Нейроны верхней части ядра по объёму сходны с

такowymi латеральной части, но отличаются продольными и поперечными диаметрами (табл. 1, 4 тип). Минимальная плотность клеток наблюдается в латеральной части ядра (табл. 1, I), а максимальная – в вентральной (табл. 1, II).

В Nucleus ventralis cochlearis обыкновенной бурозубки (рис. 8) можно выделить дорсо-латеральную и вентральную части. Первая состоит, преимущественно, из триполярных клеток, с относительно большими поперечными диаметрами клетки (табл. 1, 1 тип). В нижней части данного ядра бурозубки преобладают пирамидные и неправильной формы клетки, продольный диаметр которых немного больше, чем у клеток, описанных выше (а=табл1, 2 тип). Плотность нейронов в нижнем слуховом ядре бурозубки составляет  $35173 \pm 2813,9$  в  $\text{мм}^3$ .

У рыжей вечерницы в латеральной и вентральной частях вентрального кохлеарного ядра наблюдаются сравнительно мелкие три- и биполярные клетки (табл. 1, 1 тип). Центральная часть ядра (рис. 9) состоит с разнообразных, по форме крупных (табл. 1, 2 тип) и средних размеров клеток (табл. 1, 3 тип). Плотность нервных клеток нижнего слухового ядра рыжей вечерницы превышает такую исследуемых насекомоядных (табл. 1).

Вентральное кохлеарное ядро большого подковоноса сильно отличается своим строением от такового остальных исследуемых животных (рис. 10). Центральную его часть занимает пузырьчатая волокнистая структура, впервые описанная С.П. Каменевой (1968 а). Мы выделили в этом образовании три слоя. Внешний - образован мелкими глиальными клетками и крупными пирамидными нейронами (табл. 1, 1 тип). Второй слой - волокнистый, содержит мало клеточных элементов. Здесь лишь изредка встречаются мелкие глиальные клетки. Третий слой представлен довольно крупными нейронами (табл 1, 2 тип) с относительно маленьким ядром. Во внутренней части пузырьчатой формации, а также в вентро-медиальной части ядра наблюдаются сравнительно небольшие пирамидные, веретенообразные и неправильной формы нервные клетки (табл 1, 3 тип). Плотность нейронов Nucleus ventralis

cochlearis большого подковоноса возрастает в такой последовательности: первый слой, третий слой, внутренняя часть пузырчатой формации и вентромедиальная часть ядра (табл 1).

Таким образом, в Nucleus ventralis cochlearis вечерницы и подковоноса встречаются более крупные нейроны, чем у ежа и бурозубки. Плотность нейронов у них также выше, чем у насекомоядных, хотя столь резких различий, которые наблюдались в верхнем слуховом ядре не обнаружено. Очевидно, увеличение количества клеточных структур в нижнем слуховом ядре, происходило, главным образом, не за счёт уменьшения их размеров и возрастания плотности, а путём увеличения объёма самого ядра.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования дают возможность предположить, что в ходе освоения рукокрылыми эхолокации произошло увеличение относительного объёма кохлеарных ядер. В дорсальном ядре это увеличение объёма сопровождалось возрастанием плотности нейронов, что способствовало значительному увеличению их количества по сравнению с насекомоядными. В вентральном ядре увеличение количества клеток происходило, главным образом, за счет увеличения объёма ядра, тогда как плотность нейронов увеличилась незначительно.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает искреннюю признательность И.О. Богдановичу, С.Ю. Леденеву и В.И. Клыкову за предоставленную помощь в изготовлении серийных гистологических препаратов мозга рукокрылых. Искренне благодарю М.Ф. Ковтуна и Е.И. Кожурину за ценные замечания и консультативную помощь оказанную мне во время работы над статьей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Автандилов Г.Г. Морфология патологии. -М.: Медицина, -1973. -248 с.

2. Айрапетьянц Э.Ш., Константинов А.И. Эхолокация в природе. -Л.: Наука, -1974. -511 с.
3. Блинков С.М., Глезер И.И. Мозг человека в цифрах и таблицах. -Л.: Медицина, 1964. -471 с.
4. Зворыкин В.П. Количественная и цитоархитектоническая характеристика систем стволовых слуховых и зрительных формаций летучей мыши, дельфина, а также человека и биологическая значимость анализаторов // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. -1971. Вып. 4. -С. 50-62.
5. Каменева С.П. О некоторых принципах организации кохлеарного комплекса летучих мышей семейства подковоносов. –В кн.: Научная конференция молодых учёных, посв. 50-летию ВЛКСМ. -М.: Изд-во МГУ, 1968. -С. 112-113.
6. Каменева С.П. Сравнительная морфология слухового бугорка гладконосых летучих мышей // Там же. -С. 117-119.
7. Ковтун М.Ф. Проблемы эволюции рукокрылых// Вестник зоологии. - №3. - С. 3-12.
8. Кузнецова Л.А. Цитоархитектоника стволовых, подкорковых и корковых структур слухового анализатора насекомоядных: Автореф. дис. канд. биол. наук. НИИ морфологии человека. -М., 1989. -18 с.
9. Фигурина И.И., Бурикова Н.В., Деревягин В.И. Морфологические особенности слуховых релейных центров мозга остроухой ночницы и домово́й мыши// Материалы Всес. семинара: Рукокрылые: морфология, экология, эхолокация, паразиты, охрана (Киев 1985). -К., 1988. -С.67-72.
10. Schneider R. Morphologische Untersuchungen am Gehirn der Chiroptera (Mammalia) // Abhandlungen senckend naturf. Ges. -1957. -N 495. -92 S.

## SUMMARY

Omel'kovets J.A. Comparative morphological study of cochlea nuclei of some cheiroptera and insectivorous species.



The cochlea nuclei of *Erinaceus europaeus*, *Sorex araneus*, *Nyctalus noctula* *Rhinolophus ferrumequinum* were studied. It was found that the relative volumes of dorsal and ventral cochlea nuclei of bats are considerably larger than those of insectivorous. It was assumed that the enlargement of the volume of dorsal cochlea nuclei was accompanied by the increase of cell density. The multiplication of cell structures of the ventral cochlea nuclei was caused, in the first line, mainly by the volume enlargement of the ventral cochlea nucleus.

Key words: brain, cochlea nuclei, cheiroptera, insectivorous.

Адрес автора:

Ярослав Адамович Омельковец  
43025 Украина г. Луцк, пр-т. Воли, 13.  
Волынский государственный университет, кафедра зоологии.

Address of the author:

Jaroslav A. Omel'kovets  
43025 Ukraines of. Lutsk, pr-t. Woli, 13.  
The Volynsk State University, faculty of zoology.