

4. Третьи постоянные моляры. Их влияние на зубоальвеолярные дуги / О. И. Арсенина, К. М. Шишкин, М. К. Шишкин, Н. В. Попова, А. В. Попова // Российская стоматология. – 2016. – Т. 9, № 2. – С. 33-40.

5. Хасболатова А.А., Панкратова Н.В., Постников М.А., Рубникович С.П., Репина Т.В., Колесов М.А., Денисова Ю.Л., Морозова К.М. Прогноз прорезывания третьих нижних моляров в зависимости от их положения относительно «стресс-оси». Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук. – 2021. Т. 18, № 4.– С.474-482.

ОЦЕНКА СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕЙРОНОВ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ ГАНГЛИЕВ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ *LIMAX FLAVUS*

Грасевич О. В., Федина Е. М., Зиматкин С. М.

Гродненский государственный медицинский университет, Республика Беларусь

Актуальность. Брюхоногие моллюски на протяжении уже достаточно долгого времени вызывают большой интерес у нейробиологов. Относительная простота содержания в лабораторных условиях, а также ограниченное число нервных клеток, схожесть в основных принципах строения и функционирования нервной системы с позвоночными животными дают возможность получить достоверную информацию об общих принципах организации нервной системы и влияния на нее различных факторов [8].

Наиболее высоко развитыми среди брюхоногих моллюсков являются слизни, характеризующиеся нервной системой узлового типа, которая содержит небольшое число удобных для идентификации крупных нейронов, собранных в отдельные ганглии – аналог мозга позвоночных животных, иннервирующие различные системы органов и обеспечивающие связь между ними. Парные ганглии связаны посредством поперечных связок – комиссур, непарные – продольными коннективами. Типичная разбросанно-узловая нервная система состоит из двух церебральных ганглиев, лежащих над началом пищевода и подпищеводной нервной массы, а также соединяющих их двух пар боковых коннективов. Между собой церебральные ганглии соединяются короткой церебральной комиссурой. В церебральных ганглиях слизи выделяют три области: процеребрум, мезocereбрум и метациеребрум. Подпищеводная нервная масса представлена парными (правыми и левыми) педальным, плевральным, париетальным, буккальным и непарным висцеральным ганглиями [9]. Таким образом, все ганглии образуют одно общее околопищеводное кольцо, которое находится непосредственно за буккальной массой [4].

Несмотря на то, что слизи являются классической моделью для решения различных вопросов нейробиологии, предоставляют обширное поле для

исследований нервной системы, структурно-функциональная организация их ганглиев изучена не полностью.

Цель исследования – оценка структурных особенностей нейронов церебральных ганглиев брюхоногих моллюсков *Limax flavus*.

Методы исследования. Объект исследования: представитель брюхоногих моллюсков – слизень *Limax flavus* (Linnaeus, 1758), широко распространённый в Европе, в том числе и на территории Беларуси. Для нашего исследования слизней собирали во влажных местах поймы реки Неман г. Гродно. Всего было отобрано 6 половозрелых экземпляров для дальнейшего изучения.

Для определения видовой принадлежности слизней использовали определитель И. М. Лихарева, А. Й. Виктора «Фауна СССР. Моллюски» [10]. Животных анестезировали с помощью хлорида магния и разрезали на две половины, переднюю часть, содержащую окологлоточное кольцо ганглиев, фиксировали в жидкости Карнуа [5]. После образцы проводили через спирты возрастающей концентрации, смесь спирта и ксилола, чистый ксилол и заключали в парафин. С помощью микротомы Leica RM 2125 RTS (Leica Microsystems GmbH, Германия) изготавливали парафиновые срезы толщиной 10 мкм, которые окрашивали по методу Ниссля (0,01% раствором толлуидинового синего) для оценки размеров и формы нейронов церебральных ганглиев исследуемого вида моллюсков [7].

Изучение гистологических препаратов, их микрофотографирование и морфометрию осуществляли при разных увеличениях микроскопа Axioskop 2 plus (Zeiss, Германия), встроенной цифровой видеокамеры Leica DFC 320 (Leica Microsystems GmbH, Германия) и программы компьютерного анализа изображения Image Warp (Bit Flow, США). Количественную оценку размеров и формы нейронов проводили, обводя курсором контуры их перикарионов на экране монитора, с получением следующих параметров: минимального и максимального диаметров, периметра, площади, объема нейронов ($4/3\pi\sqrt{(S/\pi)^3}$, где S – площадь сечения перикариона), форм-фактора ($4\pi S/P^2$, где S – площадь сечения перикариона, P – периметр перикариона) и фактора элонгации ($D_{\max}/D_{\min}$, где $D_{\max}$ – максимальный диаметр перикариона, $D_{\min}$ – минимальный диаметр перикариона).

Полученные цифровые данные обрабатывали с помощью лицензионной компьютерной программы Statistica (версия 10.0) для Windows (StatSoft Inc, США, серийный номер AXAR207F394425FA-Q), используя описательную статистику. Для каждого показателя определяли значение медианы (Me), значение нижнего квартиля (LQ) и значение верхнего квартиля (UQ) [11].

Результаты и выводы. Как у всех высоко организованных брюхоногих моллюсков, у *Limax flavus* парный церебральный ганглий можно разделить на три области (отдела): процеребрум, метациеребрум и мезоциеребрум. На изготовленных нами гистологических препаратах в каждом из трех отделов

четко выявляются поверхностная кора, содержащая тела нейронов, и нейропил, состоящий из нервных волокон.

По результатам проведенного нами исследования церебральных ганглиев слизня *L. flavus* процеребрум, представляющий собой ольфакторный центр обработки информации, занимает преимущественно переднелатеральное положение. Клеточная масса лежит по одну сторону от медиально расположенного нейропиля. Она состоит из однотипных мелких близко расположенных нейронов сферической формы с крупными округлыми ядрами и обильным содержанием хроматина в них. При этом размеры клеток колеблются в пределах 5,48-6,79 мкм (таблица 1), что в целом соответствует размерам нейронов процеребрума других представителей брюхоногих моллюсков [8]. Глиальные клетки в процеребруме на светооптическом уровне не выявляются. Согласно литературным данным глиоциты встречаются довольно редко, в отличие от нейронов они имеют более светлые ядра и мультиполярны: несколько отростков примерно одинакового диаметра выходят из тела клетки в разных направлениях [6].

Таблица 1 – Показатели размеров и формы перикарионов нейронов процеребрума брюхоногого моллюска *Limax flavus*, окраска по методу Ниссля (Me (LQ; UQ))

Параметр	Нейроны
Минимальный диаметр, мкм	5,48(5,04; 5,75)
Максимальный диаметр, мкм	6,79 (6,47; 7,83)
Периметр, мкм	21,03 (19,23; 22,77)
Площадь, мкм ²	28,96 (26,04; 35,32)
Объем, мкм ³	61,23 (51,47; 73,99)
Форм-фактор	0,86 (0,8; 0,89)
Фактор элонгации	1,27 (1,14; 1,43)

По данным K. Elekes, процеребрум у слизней рода *Limax* содержит около 100 000 нейронов [2]. Интересно отметить, что процеребрум закладывается позже остальных отделов церебрального ганглия и на протяжении жизни моллюска наблюдается подсев нейронов, при этом размеры клеток остаются постоянными. Это отличает их от остальных областей ганглия, где нейроны достигают окончательного размера с наступлением половой зрелости животного, а их количество остается неизменным [1].

Мезоцеребрум является основной частью церебрального ганглия, главная функция которого – контроль сперматогенеза и брачное поведение самцов [1]. Результаты проведенного нами исследования показали, в мезоцеребруме *L. flavus* клеточный состав неоднородный, наиболее часто встречаются мелкие и средние нейроны, которые располагаются более рыхло, чем клетки процеребрума. Они достигают в диаметре 10,33-14,84 и 21,36-30,58 мкм соответственно (таблица 2), что в целом сопоставимо с размерами нейронов мезоцеребрума других представителей брюхоногих моллюсков [3].

Таблица 2 – Показатели размеров и формы перикарионов нейронов мезоцеребрума брюхоногого моллюска *Limax flavus*, окраска по методу Ниссля (Me (LQ; UQ))

Параметр	Нейроны		
	мелкие	средние	крупные
Минимальный диаметр, мкм	10,33 (9,81; 10,75)	21,36 (19,3; 22,53)	78,34 (75,46; 93,27)
Максимальный диаметр, мкм	14,84 (13,56; 17,87)	30,58 (27,02; 40,53)	98,4 (98,2; 102,24)
Периметр, мкм	43,43 (39,05; 48,8)	88,46 (79,47; 109,8)	313,2 (298,4; 319,25)
Площадь, мкм ²	116,16 (102,54; 144,62)	478,01 (419,19; 657,56)	7415,02 (7343,13; 7428,0)
Объем, мкм ³	942,02 (781,29; 1308,63)	7863, 74 (6457,89; 12687,53)	5022,76 (3814,8; 6457,89)
Форм-фактор	0,79 (0,76; 0,86)	0,78 (0,72; 0,84)	0,84 (0,81; 0,916)
Фактор элонгации	1,43 (1,38; 1,66)	1,56 (1,36; 1,82)	1,0 (0,97; 1,1)

Также для данного отдела характерно наличие нескольких более крупных клеток, размеры которых по нашим данным составляют 78,34-98,4 мкм. В мезоцеребруме мелкие и средние нейроны формируют скопления, при этом нервные клетки среднего размера располагаются преимущественно в наружном слое коры ганглия. Крупные нейроны лежат одиночно либо группами, состоящими из 2-3 клеток. Часть нейронов на срезе имеют каплевидную форму с четко выраженным отростком, идущим к нейропиллю. Среди нейронов хорошо видны перикарионы глиальных клеток.

По результатам проведенного нами исследования церебральных ганглиев слизня *L. flavus* метацеребрум располагается непосредственно кпереди от мезоцеребрума, в месте вхождения церебро-педальных коннектив в ганглий. Следует отметить, метацеребрум не обладает единой и легко характеризуемой функцией, кроме как отведение тентакул, и модуляция пищевого поведения [1, 3]. По нашим данным клеточный состав этого отдела разнородный, представлен скоплениями мелких и средних нейронов, размер которых колеблется в диапазоне 8,87-12,98 и 20,27-28,95 мкм соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели размеров и формы перикарионов нейронов метацеребрума брюхоногого моллюска *Limax flavus*, окраска по методу Ниссля (Me (LQ; UQ))

Параметр	Нейроны		
	мелкие	средние	гигантские
Минимальный диаметр, мкм	8,87 (7,44; 10,33)	20,27 (17,55; 22,53)	51, 22 (51,02; 53,41)
Максимальный диаметр, мкм	12,98 (10,93; 16,34)	28,95 (26,43; 30,91)	147,66 (146,32; 152,01)

Параметр	Нейроны		
	мелкие	средние	гигантские
Периметр, мкм	37, 17 (32,46; 42,94)	82,72 (76,02; 89,45)	348,82 (346,5; 350,02)
Площадь, мкм ²	86,41 (63,32; 119,54)	419, 19 (295,12; 533,96)	5826,03 (5824,04; 583,07)
Объем, мкм ³	604,40 (379,14; 983,43)	6457,89 (3814,81; 9284,04)	334602,81 (334430,62; 335292,31)
Форм-фактор	0,82 (0,74; 0,86)	0,82 (0,75; 0,84)	0,62 (0,61; 0,67)
Фактор элонгации	1,41 (1,31; 1,74)	1,41 (1,36; 1,56)	2,88 (2,86; 2,97)

Ядра нейронов крупные, округлой или овальной формы. Для каждой метациеребральной области также характерно наличие одного гигантского нейрона диаметром около 140 мкм, имеющего ядро неправильной формы, занимающее значительную часть перикариона. Большой размер тела клетки может быть обусловлен метаболическими потребностями для поддержания ее многократно разветвленного аксона. Эта клетка является серотонинергической. Ее роль состоит в регуляции кормления, что соответствует функции всего метациеребрума [1].

Таким образом, как и у других представителей брюхоногих моллюсков, описанных в литературе, церебральные ганглии *Limax flavus* разделяются на три области: процеребрум, метациеребрум и мезоцеребрум. При этом популяция нейронов процеребрума однотипна по размеру клеток, в то время как в мета- и мезоцеребруме крупные и гигантские нейроны встречаются вместе с мелкими и средними. За исключением гигантских нейронов в метациеребруме, мезоцеребральные нервные клетки являются наиболее крупными в церебральных ганглиях, в то время, как самые мелкие нейроны расположены в процеребруме.

Список литературы:

1. Chase, R. Structure and function in the cerebral ganglion // Microsc Res Tech. – 2000. – Vol. 49, iss. 6 – P. 511–520.
2. Organization of the procerebrum in terrestrial pulmonates (*Helix*, *Limax*) reconsidered: cell mass layer synaptology and its serotonergic input system / K. Elekes [et al.] // Brain Struct Funct. – 2013. – Vol. 218, iss. 2. – P. 477–490.
3. Smith, B. J. The structure of the central nervous system of the slug *Arion ater* L., with notes on the cytoplasmic inclusions of the neurons // J Comp Neurol. – 1966. – Vol. 126, iss. 3. – P. 437–451.
4. South, A. Terrestrial Slugs: biology, ecology and control / A. South. – Dordrecht : Springer Science+Business Media, 1992. – X, 428 p.
5. Zeidan, G. C. Efficiency of anesthetics on female gastropod *Littoraria angulifera* [Electronic resource] / G. C. Zeidan, C. Barroso, G. Boehs // Boletim do instituto de Pesca. – 2018. – Vol. 44, iss. 3. – Mode of access: <https://institutodepesca.org/index.php/bip/article/view/1315/1290>. – Date of access: 02.03.2024.

6. Zs-Nagy, I. The fine structure of the procerebrum of pulmonate molluscs, *Helix* and *Limax* / I. Zs-Nagy, D. A. Sakharov // Tissue Cell. – 1970. – Vol. 2, iss. 3. – P.399–411.
7. Гистологические методы исследования : учеб. пособие / С. М. Зиматкин [и др.] ; под ред. С. М. Зиматкина. – Гродно : ГрГМУ, 2015. – 179 с.
8. Зайцева, О. В. Организация сенсорных систем брюхоногих моллюсков: принцип структурно-функционального параллелизма развития : автореф. дисс. ... д-ра биол. наук : 03.00.13 ; 03.00.11 / О. В. Зайцева ; С.-Петерб. гос. ун-т. – СПб., 2000 – 32 с.
9. Иванов, А. В. Большой практикум по зоологии беспозвоночных : учеб. пособие для студентов биолог. спец. ун-тов : в 3 ч. / А. В. Иванов, Ю. И. Полянский, А. А. Стрелков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1981–1985. – Ч. 3 : Большой практикум по зоологии беспозвоночных (типы: Сипункулиды, Моллюски, Щупальцевые, Иглокожие). – 1985. – 390 с.
10. Лихарев, И. М. Слизни фауны СССР и сопредельных стран (*Gastropoda terrestrial nuda*) / И. М. Лихарев, А. Й. Виктор. – Л. : Наука, 1980. – 438 с.
11. Омелянченко, В. П. Информатика, медицинская информатика, статистика : учеб. / В. П. Омелянченко, А. А. Демидова. – М. : ГЭОТАР- Медиа, 2021. – 608 с.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПОДКОЖНОЙ ВЕНОЗНОЙ СЕТИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ У ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА

Грынцевич Р. Г.

Белорусский государственный медицинский университет, Республика Беларусь

Актуальность. Знание вариантов анатомии сосудов верхней конечности в настоящее время имеет важное практическое и клиническое значение. Ежегодно в Беларуси проводятся исследования, направленные на поиск новых современных методов быстрой и неинвазивной для трансплантированного органа диагностики его острого отторжения. Один из современных способов выявления признаков отторжения трансплантированного органа, предложенный белорусскими хирургами в 2022 году, – одновременная трансплантация органа и донорского кожного лоскута на сосудистой ножке [1-4]. Отторжение «сторожевого донорского кожного лоскута», подшиваемого на предплечье реципиенту, будет свидетельствовать об отторжении органа (например, поджелудочной железы, почки). Ранее с этой целью использовалась биопсия трансплантированного органа, что достаточно сложно для выполнения и не желательно для реципиента. Поэтому установление вариантов анатомии сосудов, в частности подкожных вен верхней конечности, будет влиять на успешность трансплантации сторожевого лоскута [2].

Цель: изучить варианты анатомии подкожных вен верхней конечности.

Материал и методы исследования. Проведено прижизненное визуальное исследование поверхностных вен верхней трети предплечья у