

А. Е. Гогитидзе, ветеринарный врач-гистолог

Одесский филиал Государственного научно-исследовательского института лабораторной диагностики и ветеринарно-санитарной экспертизы.
пгт. Хлебодарское, Маякская дорога, 27, Одесская обл. 67667, Украина,
aleksandrgogitidze@gmail.com

МОРФОЛОГИЯ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА *PHOCOENA PHOCOENA RELICTA* ABEL, 1905

Приводятся данные макро и микроскопического исследования продолговатого мозга дельфинов вида *Phocoena phocoena relictata*. Акцентируется внимание на различной информационной значимости гистологических и МРТ исследований тканей головного мозга. Определены наиболее выраженные структуры анатомии продолговатого мозга и их связь с цитоархитектоникой и гистологией соматосенсорных, соматомоторных ядерных образований и ассоциативных формаций этого отдела центральной нервной системы. Описана поуровневая гистопографическая характеристика *medulla oblongata* и предпринята попытка оценки степени развития отдельных ядер в связи с особенностями физиологии *Phocoena phocoena relictata*.

Ключевые слова: *phocoena phocoena relictata*; продолговатый мозг; ядра блуждающего нерва; ядра дорсальных канатиков; ромбовидная ямка; нижние оливы.

В отличие от исследований цитоархитектоники головного мозга человека и лабораторных животных, работ посвященных морфологии центральной нервной системы китообразных в разы меньше, что объясняется сложностью получения материала для гистологического исследования. Имеющиеся на сегодняшний день исследования, в основном, проведены с помощью магнитно-резонансной томографии [8, 18, 19, 20, 21, 22, 24].

Данный метод морфологического исследования ценен, однако следует признать, что результаты полученные с его помощью могут быть использованы только для макроскопической реконструкции структуры органа, которая в случае исследования погибшего животного может быть легко воспроизведена путём обычной анатомической препаровки. Гистологические исследования, несмотря на всю свою трудоёмкость, позволяют реконструировать микроструктуру тканей и выявлять цитоархитектонику ядер и формаций. Те немногочисленные работы по цитоархитектонике нервной системы китообразных, в которых представлены данные гистологических исследований мозга дельфинов, в основном, посвящены вопросам морфологии полушарий, в то время как морфология нервных центров стволовой части головного мозга рассматривается в этих работах в аспекте макроскопической оценки степени развития структур, что равносильно результатам МРТ [13, 15, 23].

Среди разделов ствола мозга, продолговатый занимает особое положение, т.к. является тем отделом центральной нервной системы, в котором преобразуются топографические взаимоотношения нервных центров и проводящих структур. Проводящие структуры кортико-спинального, кортико-мозжечкового трактов и, в особенности, пучки волокон медиальной петли разъединяют массу серого вещества на отдельные ядра. Кроме того, неравномерность развития нервных центров приводит к обособлению ядер и ядерных комплексов, а раскрытие спинномозгового канала с формированием полости четвёртого желудочка приводит к развёртыванию всей толщи ткани продолговатого мозга, с выходом на поверхность органа тех структур, которые в спинном мозге были спрятаны в его центральной части. Все эти факторы дают возможность оценивать степень развития нервных центров продолговатого мозга, как по гистологической картине, так и по внешним морфологическим характеристикам органа. А поскольку степень развития тех или иных нервных центров зависит от значимости функции последних для выживаемости вида – морфология продолговатого мозга приобретает видоспецифический характер.

Исходя из вышеизложенного, целью работы было исследование морфологии продолговатого мозга дельфина *Phocoena phocoena relicta* Abel, 1905.

Материал и методы исследований

Для исследования были использованы органы семи животных, погибших от асфиксии при попадании в сети браконьеров. Для извлечения продолговатого мозга, после вскрытия черепномозговой полости полушария смещались краниально, и на уровне атланта-окципитального сочленения головной мозг отсекался от спинного. Ромбовидный мозг отделялся от полушарий на уровне ножек большого мозга. Затем, путём рассечения *pedunculi cerebelli* удалялся мозжечок и фронтальным разрезом по границе Варолиевого моста отсекался продолговатый мозг. Орган фиксировался в 10% растворе формалина в течение 3 суток.

Макроскопическое исследование заключалось в получении средней арифметической и среднего отклонения показателей длины (L), ширины (B) и площади (S) таких морфологических структур продолговатого мозга как: ромбовидная ямка (FR), треугольник подъязычного нерва (TNH), треугольник блуждающего нерва (TNV), оливы (Ol), вентральная и дорсальная поверхности продолговатого мозга (Mob).

Гистологическое исследование проводилось путём изготовления гистопрепаратов, окрашенных метиленовым синим по методу Ниссля. Последовательные срезы ориентировались во фронтальной плоскости с заданной толщиной 9 мкм. Полученные срезы были распределены и проанализированы в трёх, привязанных к определённым морфологическим структурам дорсальной поверхности продолговатого мозга областях: области дорсальных канатиков

(RFD), трикутників блуждаючого і підязичного нервів (RTVН), середнього возвищення (REM). Препарати фотографувались і їх зображення підвергалось морфометричному аналізу з допомогою програми *imageJ*. В якості основних показателів брались: середні лінійні розміри нейронів (Ln), середні розміри профільного поля нейрона (Sn), площа ядра (Sn).

Результати дослідження і їх обговорення

Продовгатовий мозг дельфіна різко формує розширення образованное розходятьсями боковими канатиками (FL), веревчатими тїлами (CR) і ромбовидною ямкою (FRd) (рис. 1). Розходятьсями дорсальні канатики (FD) практично не обмежені один від одного, а йдуть єдиним пучком. В місцях розположення ядер дорсальних канатиків (Cl, TCn) характерні возвищення відсутні. Ромбовидна ямка широка і має слабо виражений рельєф. Трикутник блуждаючого нерва (TV) великий і добре виражений. Трикутник підязичного нерва (TH) згладжений і практично не формує розграничювальної борозди з лицевим холмиком (TF), який також уплющений. Середня і латеральні борозди ромбовидної ямки добре виражені. Вестибулярне возвищення (EV) практично відсутнє.

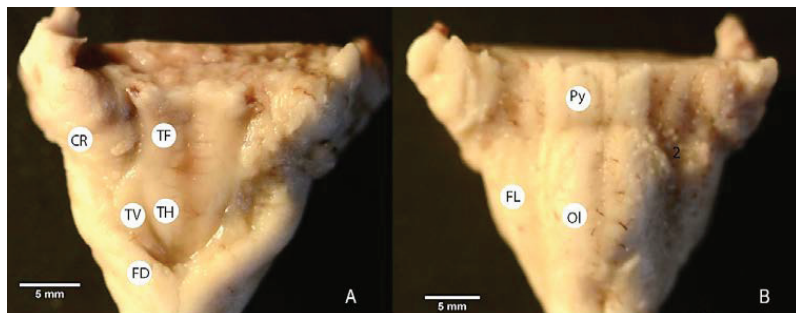


Рис. 1. Продовгатовий мозг дельфіна *Phocoena phocoena relicta*.

A – Дорсальна поверхня, B – вентральна поверхня.

FD – funiculi dorsalis, TV – trigonum nervi vagi, TH – trigonum nervi hypoglossy, T – tuberculum facialis, CR – corpus restiforme, FL – funiculi lateralis, Py – pyramis, Ol – olivae.

С вентральної поверхні особливо виділяються великі нижні оливи (Ol), на які приходится практично $\frac{1}{4}$ вентральної поверхні всього продовгатового мозгу. Вони формують значительні возвищення бобовидної форми, займають крайнє медіальне положення і обмежені один від одного тільки узкою середньою бороздою. Яркою відмінною особливістю анатомії продовгатового мозгу *Phocoena phocoena relicta* є відсутність виражених пірамід (Py) в області нижніх олив. Пучки кортико-спинальних трактов як би проходять сквозь оливи, не смещая последние латерально.

Анализ морфометрических данных показывает, что наиболее стабильными являются показатели треугольника блуждающего и подъязычного нервов, в то время как показатели площади поверхностей всего продолговатого мозга и ромбовидной ямки более вариабельны (таблица).

Таблица

Данные морфометрии продолговатого мозга (последовательность расположения данных соответствует убыванию значения среднего отклонения)

Показатель	Среднее, мм	средн. откл., мм	Показатель	Среднее, мм	средн. откл., мм
S – FR	265,5	76,2	L – MOб	18,5	1,1
S – Mob (ventr)	381	29,8	S – TV	16,5	1,1
S – Ol	147	6,2	B – MOб	17,5	1,1
S – Mob (dors)	322,5	6,4	L – TV	7,5	0,7
S – TH	18,5	2,4	L – TH	7,5	0,7
B – FR	10,5	2,0	B – TV	2	0,0
L – FR	25	1,8	B – TH	3	0,0

Гистологическая характеристика продолговатого мозга.

В области дорсальных канатиков (рис. 2) серое вещество сохраняет типичную для спинного мозга компактность и характерное распределение ядер и формации на дорсальные (CD) и вентральные (CV) рога.

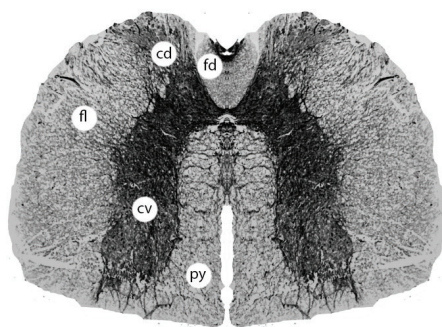
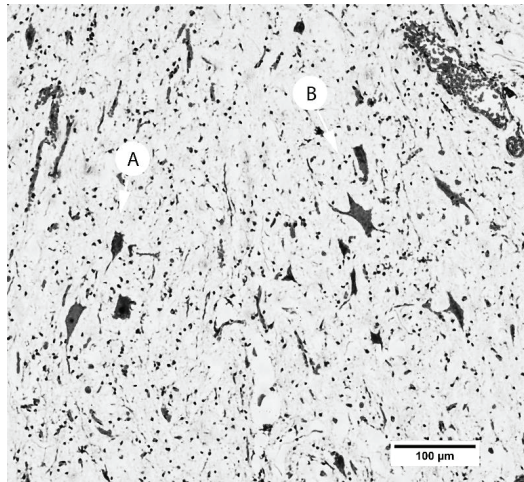


Рис. 2 Фронтальный срез области дорсальных канатиков (RFD).
fd – *funiculus dorsalis*, *cd* – *cornu dorsalis*, *cv* – *cornu ventralis*,
fl – *funiculi lateralis*, *py* – *pyramis*.

Дорсальные рога вдвое меньше вентральных, их вершины практически вплотную примыкают к поверхности органа. Нейронное поле студенистого

вещества однородно и сформировано мелкими нейронами округлой формы (Sn19-90 μm^2 , Ln 4-9 μm). Собственное ядро дорсального рога – nucleus cornu dorsalis proprius, представлено в поле среза 5–6 средними нейронами округлой формы (Sn 52–353 μm^2 , Ln 7–19 μm).



*Рис. 3. А – nucleus motorius lateralis (NML)
и В – nucleus motorius medialis (NMM). 40x.*

Вентральные рога сформированы более крупными полигональными нейронами двигательного типа. Хорошо обозначены латеральное и медиальное двигательные ядра – NML, NMM. Оба ядра округлой формы, их фронтальная площадь составляет до 0,11 и 0,07 мм^2 соответственно. Ядра имеют однородное нейронное поле, и содержат от 3–4 до 14 полигональных, гиперхромных нейронов (рис. 3,4).

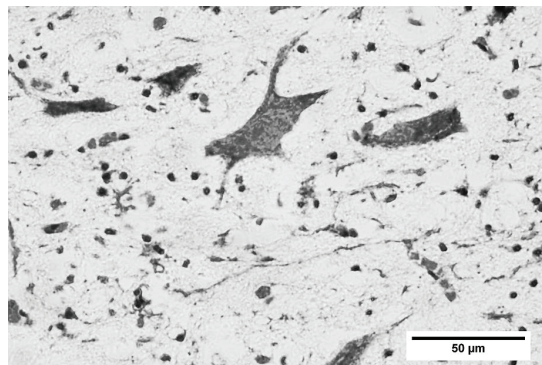


Рис. 4. Нейроны медиального моторного ядра. 400x.

Ближе к задвижке дорсальные рога увеличиваются и разворачиваются латерально, при этом расширяются зоны I–III пластин Рекседа, формируя широкое нейронное поле, которое разделено продольными волокнами на отдельные ядра. Вентральный рог сохраняет прежние значительные размеры, но форма его меняется. Верхушка заостряется, а по боковой границе формируется латеральный рог. Особенно бросается в глаза очень крупное медиальное моторное ядро вентрального рога, образованное в плоскости среза 13–16-ю наибольшими в данной области мультиполярными двигательными нейронами с площадью профильного поля до $1845 \mu\text{m}^2$ ($L_n - 42 \mu\text{m}$). Все клетки гиперхромны, нейронное поле ядра однородно (рис. 5).

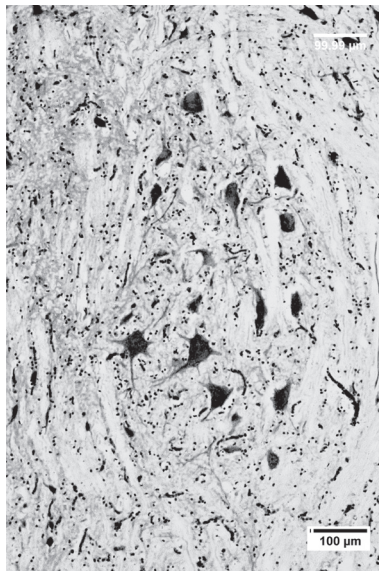


Рис. 5. Медиальное моторное ядро, область дорсальных канатиков 100x

Краниально, в медиодорсальной области появляются ядра дорсальных канатиков. Ядро Голя (NG) имеет вид тонкого, сагиттально ориентированного тяжа серого вещества, тянущегося по медиальной границе чувствительных канатиков. Нейроны мелкие ($S_n 45-151 \mu\text{m}^2$, $L_n 6-12 \mu\text{m}$), веретеновидной формы ориентированы вдоль оси тяжа.

Нейронное поле ядра неравномерно, скопления клеток определяются в вентральной и дорсальной его части. Дорсальное субъядро состоит из мелких ($S_n 45-130 \mu\text{m}^2$, $L_n 6-11 \mu\text{m}$) веретеновидной формы нейронов, вентральное несколько крупнее как по площади, так и по размерам нейронов ($S 49-151 \mu\text{m}^2$). Цитоплазма клеток окрашивается менее интенсивно, ядро хорошо контурировано. В краниальном направлении из дорсальной части серого вещества формируется ядро Бурдаха (NB), которое постепенно увеличиваясь – смещается латерально.

Непосредственно перед раскрытием спинномозгового канала, ядра Голя и Бурдаха полностью отделяются от центральной части серого вещества. При этом они не отграничены друг от друга, вплотную прилежат к дорсальной поверхности, но характерного возвышения поверхности дорсальных канатиков не образуют.

В области треугольников подъязычного и блуждающего нервов (рис. 6), дорсальные и вентральные рога полностью распределяются на отдельные ядра и формации.

Дорзолатерально от центрального канала формируется ядро подъязычного нерва (NH), образованное крупными мультиполярными нейронами двигатель-

ного типа ($S_n - 757\mu\text{m}^2$, $L_n - 27,5\mu\text{m}$). Нейронное поле ядра вначале однородно и имеет округлую форму. В своём продолжении ядро увеличивается в размере и отдаёт два субъядра: дорсальное и медиальное, каждое из которых значительно меньше центрального и имеет меньшую плотность.

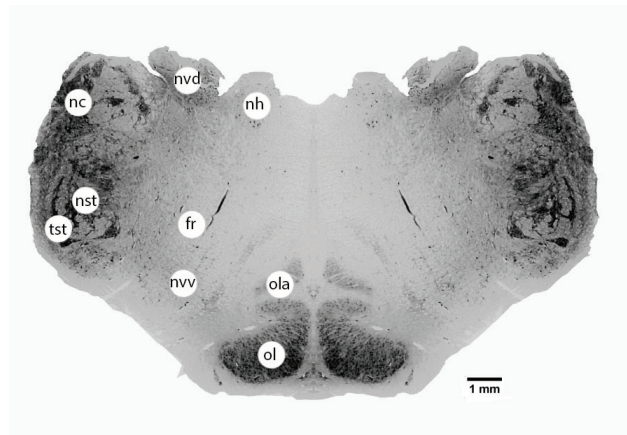


Рис. 6. Фронтальный срез на уровне треугольника блуждающего нерва.

nh – nucleus hypoglossus, nvd – nucleus vagi dorsalis, nc – nucleus cuneatus, nst – nucleus spinalis nervi trigemini, tst – tractus spinalis nervi trigemini, fr – formatio reticularis, nvv – nucleus vagi ventralis, ola – oliva accessories, ol – oliva.

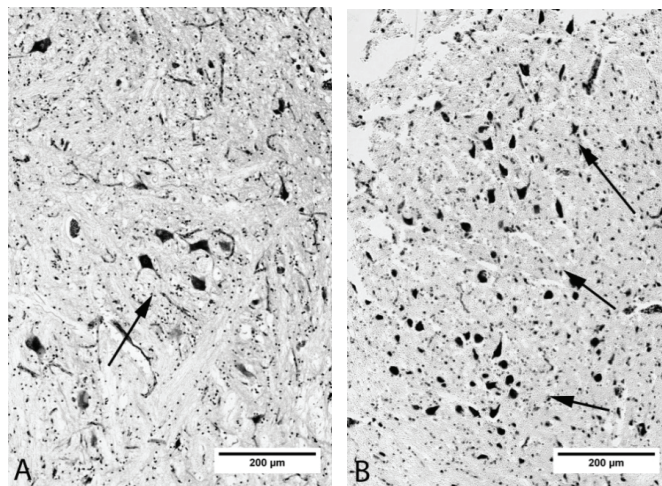


Рис. 7. А – nucleus hypoglossus (NH), В – nucleus vagi dorsalis (NVD). 100x.

Латеродорсально от ядра подъязычного нерва определяется крупное, сформированное большим количеством (до 62 в поле среза) полигональных и веретеновидных нейронов средней величины ($S - 275\mu\text{m}^2$, $L - 16\mu\text{m}$) до-

рсальное ядро блуждающего нерва (NVD). Все клетки нормохромны, полигональность нейронов слабо выражена (рис. 7). Ядро имеет вытянутую в сагиттальной плоскости форму и цитоархитектонически разделено на две части: вентральную и дорсальную. Нейроны вентральной части ядра имеют округлую форму и слабо выраженную полигональность, нейроны дорсальной части ядра веретеновидны и ориентированы в направлении поверхности желудочка.

В краниальном направлении ядро клиновидного канатика (NCu) увеличивается и смещается латерально. При этом оно теряет однородность, становится сетчатым, образуя отдельные островки нейронов соединённые тонкими перешейками. Нисходящее ядро тройничного нерва (NST) также увеличивается в размере и несколько опускается. Значительно увеличиваются в объеме проводящие пути нисходящего ядра тройничного нерва (TST). Вентролатерально появляется вентральное ядро блуждающего нерва (NVV) имеющее округлую форму и сформированное средними двигательными полигональными нейронами ($S - 434\mu\text{m}^2$, $L - 20,8\mu\text{m}$). Нижняя олива значительно увеличивается в размере, и дорсально от неё формируется ядро добавочной дорсальной нижней оливы (Ola) (рис. 6).

В области вестибулярного поля ядро подъязычного нерва и дорсальное ядро блуждающего нерва исчезают (рис. 8). На месте ядер дорсальных канатиков появляются мелкоклеточные, слабо контурированные вестибулярные ядра (NVb). Нисходящее ядро тройничного нерва увеличивается и значительно смещается вентрально.

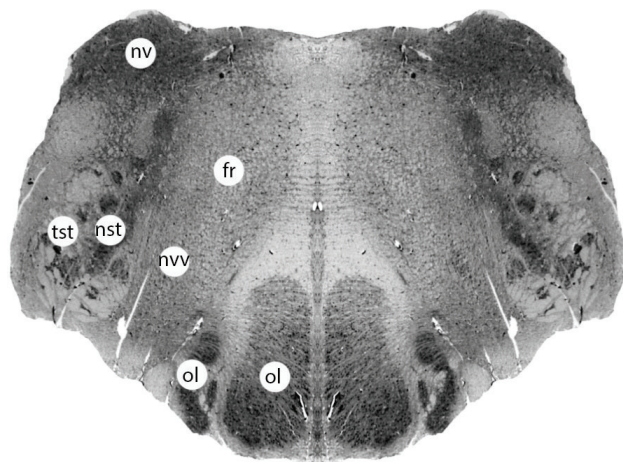


Рис. 8. Область вестибулярного возвышения (REV). *formatio reticularis* (fr), *nucleus vestibularis* (nv), *nucleus spinalis nervi trigemini* (nst), *tractus spinalis trigemini* (tst), *nucleus vagi ventralis* (nvv), *olive* (ol).

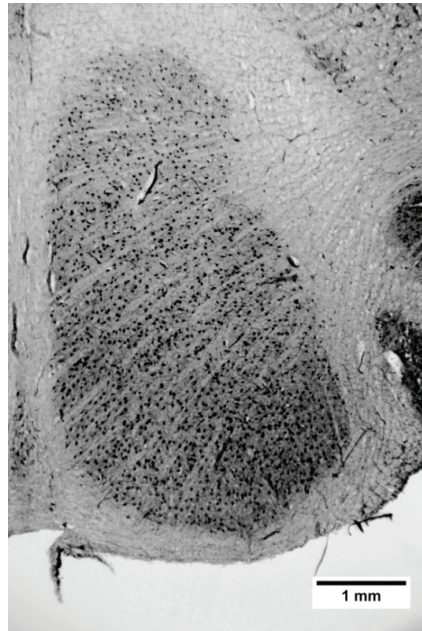


Рис. 9. Нижняя олива, область вестибулярного возвышения.

Особо обращает на себя внимание нижняя олива. На уровне вестибулярного возвышения она значительно увеличивается, образуя очень крупное ядро бобовидной формы с площадью профильного поля $12,3\text{--}13,1\text{mm}^2$. Нейроны округлые, среднего размера ($S_n\text{--}438\mu\text{m}^2$, $L_n\text{--}20\mu\text{m}$).

Нейроны ядра сгруппированы в параллельные кластеры расположенные слоями, ориентированными латеродорсально. Латеральная граница ядра несколько вогнута, из средней части её выходит множество волокон в направлении веревчатого тела (рис. 9).

Особенности строения продолговатого мозга *Phocoena phocoena relicta* говорят о приоритете стволовой координирующей функции двигательной активности над непосредственным корковым контролем скелетной мускулатуры. Подтверждением этому является значительное

развитие нижних олив при слабой выраженности кортикоспинальных трактов. Также необходимо отметить факт сравнительно слабого развития у животного вестибулярных ядер, в которых не только нейроны имеют размеры меньше среднего, но и отграниченность самих ядер друг от друга весьма слабая. Довольно заметным является дисбаланс развития чувствительных ядер дорсальных канатиков и нисходящего ядра тройничного нерва.

Значительное превосходство в размерах второго, свидетельствует о выраженном приоритете чувствительности области головы над рецепторами туловища, что, в общем-то, для млекопитающих обычно, но у данного вида выражено сильнее [2, 3, 5, 26, 28, 32]. Также отличительной особенностью является слабая дифференцировка ядра подъязычного нерва. Оно образует одно крупное центральное субъядро, и два непостоянных, значительно уступающих ему по размерам и плотности других: дорсальное и медиальное. В то время как у большинства млекопитающих все три субъядра хорошо, и практически одинаково развиты, и при этом каждое из них имеет свою, иногда довольно сложную структуру [11, 26, 29, 30]. Такую особенность, по-видимому, можно объяснить ограниченной подвижностью языка у этого вида животного. Кроме того, у данного вида очень хорошо представлено морфологическое выделение ядра подъязычного нерва из медиального моторного ядра вентрального рога, и постепенное его смещение в дорсальном направлении, в то время как у человека, лабораторных и сельскохозяйственных животных ядро подъязычного

нерва сразу формируется в дорсомедиальной области на уровне расхождения дорсальных канатиков [1, 6, 26]. Интересна топография дорсального ядра блуждающего нерва. Оно не только занимает крайнее дорсальное положение, но и имеет глубокую отграниченность по поверхности органа, формируя ярко выраженный треугольник блуждающего нерва, в то время как у многих млекопитающих границы треугольника блуждающего нерва и соответствующего ядра часто не совпадают [4, 5]. Вероятно, у дельфинов этого вида, в строении стволовой части головного мозга сохранились филогенетически древние топографические привязки ядер и формаций к источнику их формирования, что делает исследование нервной системы *Phocoena phocoena relicta* значимым для понимания эволюции нервной системы в целом.

Выводы

1. У дельфинов *Phocoena phocoena relicta* нижние оливы достигают значительного развития, и являются одними из наиболее крупных в ряду млекопитающих, в то время как вестибулярные ядра имеют сравнительно простую морфологию, что объясняется водным образом жизни животного.

2. Цитоархитектоника и топография дорсального ядра блуждающего нерва и ядра подъязычного нерва имеют филогенетически более древние черты, в сравнении с наземными млекопитающими, что отражает менее интенсивное развития аппарата пищеварения (однообразия питания).

3. Приоритет чувствительности передней части туловища у дельфинов этого вида выражен сильнее, нежели у наземных млекопитающих, что свидетельствует о более разностороннем анализе среды, с которой животное соприкасается во время движения.

Статья поступила в редакцию 24.04.2018

Список использованной литературы

1. Адрианов О. С. Атлас мозга собаки / О. С. Адрианов. – М.: Медгиз, 1959. – 231 с.
2. Блинков С. М. Атлас мозга кролика / С. М. Блинков, Ф. А. Бразовская, М. В. Пуцилло. – М.: Медицина, 1973. – 24 с.
3. Гогітідзе О. Є. Морфологія ядер нижнього та клиноподібного пучків великої рогатої худоби / О. Є. Гогітідзе // Аграрний вісник причорномор'я: збірник наукових праць. – 2017. – Т. 83. – С. 27–33.
4. Куклін О. Є. Морфологія дорсального ядра блукаючого нерва великої рогатої худоби / О. Є. Куклін, Б. В. Смолянінов // Біологія тварин. – 2014. – С. 78–86.
5. Курепина М. М. Мозг животных: методы физиологических исследований / М. М. Курепина. – М.: Наука, 1981. – 139 с.
6. Моренков Э. Д. Морфология мозга человека / Э. Д. Моренков. – М.: Московский Университет, 1979. – 194 с.
7. Филимонов И. Н. Руководство по неврологии. Кн. 1: Анатомия и гистология нервной системы / И. Н. Филимонов. – М.: Медгиз, 1955. – 478 с.
8. Alonso-Farré J. M. Cross-sectional anatomy, computed tomography and magnetic resonance imaging of the head of common dolphin (*Delphinus delphis*) and striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) / J. M. Alonso-Farré, J. D. Gonzalo-Orden, J. D. Barreiro-Vázquez // Anat Histol Embryol. – 2015. – № 44, (1). – P. 13–21.

9. Boissonade F. M. The dorsal vagal complex of the ferret: anatomical and immunohistochemical studies / F. M. Boissonade, J. S. Davison, R. Egizii // *J. Neurogastroenterol Motil.* – 1996. – № 8 (3). – P. 255–272.
10. Cheng G. Development of the human dorsal nucleus of the vagus / G. Cheng, H. Zhu, X. Zhou // *Early Human Development.* – 2008. – № 84 (1). – P. 15–27.
11. Fogarty J. M. Alterations in hypoglossal motor neurons due to GAD67 and VGAT deficiency in mice / J. M. Fogarty, R. Kanjhan, Y. Yanagawa // *Experimental Neurology.* – 2017. – № 289. – P. 117–127.
12. Franklin K. The Mouse Brain in Stereotaxic Coordinates / K. Franklin, G. Paxinos. – NY: Academic Press, 2008. – 256 p.
13. Fung C. Mapping auditory cortex in the La Plata dolphin (*Pontoporia blainvillei*) / C. Fung, A. Schleicher, T. Kowalski // *Brain Res Bull.* – 2005. – № 15 (66). – P. 353–356.
14. Higgins A. Glutamatergic Kölliker–Fuse nucleus neurons innervate hypoglossal motoneurons whose axons form the medial (protruder) branch of the hypoglossal nerve in the rat / A. Higgins // *Brain Research.* – 2011. – № 1404. – P. 10–20.
15. Jacobs M. S. The anatomy of the brain of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Rhinic lobe (Rhinencephalon): The archicortex / M. S. Jacobs, W. L. McFarland, P. J. Morgane // *Brain Res Bull.* – 1979. – № 4. – P. 11–108.
16. Kitahama K. Dopaminergic neurons in the cat dorsal motor nucleus of the vagus, demonstrated by dopamine, AADC and TH immunohistochemistry / K. Kitahama, C. Buda, J. P. Sastre // *Neuroscience Letters.* – 1992. – № 146 (1). – P. 5–9.
17. Malmierca E. Inhibitory control of nociceptive responses of trigeminal spinal nucleus cells by somatosensory corticofugal projection in rat / E. Malmierca, Y. B. Martin // *Neuroscience.* – 2012. – № 221. – P. 115–124.
18. Marino L. Anatomy and three-dimensional reconstructions of the brain of the white whale (*Delphinapterus leucas*) from magnetic resonance images / L. Marino, T. L. Murphy, A. L. Deweerd // *Anat Rec.* – 2001. – № 1; 262. – P. 429–439.
19. Marino L. Anatomy and three-dimensional reconstructions of the brain of a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) from magnetic resonance images / L. Marino, K. D. Sudheimer // *Anat. Rec.* – 2001. – № 1; 264 (4). – P. 397–414.
20. Marino L. Neuroanatomy of the common dolphin (*Delphinus delphis*) as revealed by magnetic resonance imaging (MRI) / L. Marino, K. D. Sudheimer, D. A. Pabst // *Anat Rec.* – 2002. – № 1; 268 (4). – P. 411–429.
21. Montie E. W. Volumetric neuroimaging of the atlantic white-sided dolphin (*Lagenorhynchus acutus*) brain from in situ magnetic resonance images / E. W. Montie // *Anat Rec.* – 2008. – № 291 (3). – P. 263–282.
22. Montie E. W. Neuroanatomy of the subadult and fetal brain of the Atlantic white-sided dolphin (*Lagenorhynchus acutus*) from in situ magnetic resonance images / E. W. Montie, G. E. Schneider, D. R. Ketten // *Anat Rec.* – 2007. – № 290 (12). – P. 1459–1479.
23. Morgane P. J. The limbic lobe of the dolphin brain: a quantitative cytoarchitectonic study / P. J. Morgane, W. L. McFarland, M. S. Jacobs // *J Hirnforsch.* – 1982. – № 23 (5). – P. 465–552.
24. Oelschläger H. H. Cetacean brain evolution: Dwarf sperm whale (*Kogia sima*) and common dolphin (*Delphinus delphis*) – An investigation with high-resolution 3D MRI / H. H. Oelschläger, S. H. Ridgway, M. Knauth // *Brain Behav Evol.* – 2010. – № 75 (1). – P. 33–62.
25. Okabe S. Serotonin receptor mRNA expression in the hypoglossal motor nucleus / S. Okabe, M. Mackiewicz, L. Kubin // *Respiration Physiology.* – 1997. – № 110 (23). – P. 151–160.
26. Paxinos G. Atlas of the human brain stem / G. Paxinos, X. Huang. – San Diego: Academic Press, 1995. – 149 p.
27. Paxinos G. The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates. / G. Paxinos, C. Watson. – NY: Academic Press, 2013. – 472 p.
28. Peker S. Primary trigeminal neuralgia and the role of pars oralis of the spinal trigeminal nucleus / S. Peker, A. Sirin // *Medical Hypotheses.* – 2017. – № 100. – P. 15–18.
29. Rukhadze I. Differential pontomedullary catecholaminergic projections to hypoglossal motor nucleus and viscerosensory nucleus of the solitary tract / I. Rukhadze, L. Kubin // *Journal of Chemical Neuroanatomy.* – 2007. – № 33 (1). – P. 23–33.
30. Rukhadze I. Mesopontine cholinergic projections to the hypoglossal motor nucleus / I. Rukhadze, L. Kubin // *Neuroscience Letters.* – 2007. – № 413 (2). – P. 121–125.
31. Senba E. Experimental and morphological studies of the noradrenaline innervations in the nucleus tractus spinalis nervi trigemini of the rat with special reference to their fine structures / E. Senba, M. Tohyama // *Brain Research.* – 1981. – № 206 (1). – P. 39–50.
32. Swenson S. Atlas of the brain stem / S. Swenson. – Dartmouth: Medical School, 2009. – 22 p.
33. Tsuboi A. Neurons of the trigeminal main sensory nucleus participate in the generation of rhythmic motor patterns / A. Tsuboi, A. Kolta, C. Chen // *European Journal of Neuroscience.* – 2003. – № 17 (2). – P. 229–238.

О. Є. Гогітідзе

Одеський філіал Державного науково-дослідного інституту лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи
смт Хлібодарське, Маякська дорога, 27, Одеська обл., 67667, Україна.

МОРФОЛОГІЯ ДОВГАСТОГО МОЗКУ *PHOCOENA PHOCOENA RELICTA* ABEL, 1905

Резюме

Вступ. Гістологічні дослідження центральної нервової системи дельфінів у більшості присвячені морфології великих півкуль, в той час як гістологія та цитоархітекtonіка стовбурової частини мозку цих тварин залишається практично не вивченою.

Мета. Вивчити морфологію і гістологію довгастого мозку дельфінів виду *Phocoena phocoena relictata*.

Методи. Анатомічне дослідження проводилося методом морфометрії структур дорсальної та вентральної поверхонь довгастого мозку. Гістологічне дослідження – методом Ніссля. Цитоархітекtonіку ядер і формації визначали за фронтальними гістотопографічними зрізами у проекції на найбільш виразні макроскопічні структури поверхні органу. Цифрові дані отримували за допомогою програми ImageJ.

Результати дослідження. Макроскопічне дослідження показало що, найбільш розвинутими виразними структурами є оліви та трикутник блукаючого нерву, в той час як підвищення в ділянці ядер дорсальних канатиків та трикутник під'язикового нерву відмежовані слабо, або не визначаються взагалі.

Дані гістологічного дослідження підтверджують результати анатомічної морфометрії. Дорсальне ядро блукаючого нерву та нижня оліва доволі великі і мають складну архітекtonіку, в той час як структура ядра під'язикового нерву та ядер дорсальних канатиків більш однорідні. Поряд із нижньою олівою, значного розвитку досягають чутливі ядра трійчастого нерву. Ядро під'язикового нерву формується у вентральному розі як медіальне моторне ядро.

Висновки. Аналіз даних дослідження демонструє, що у дельфінів виду *Phocoena phocoena relictata* значного розвитку досягають асоціативні – соматомоторні (нижня оліва) та соматосенсорні краніально-аферентні (низхідне ядро трійчастого нерву) структури. Глибока відмежованість дорсального ядра блукаючого нерву та формування ядра під'язикового нерва у моторній зоні вентрального рогу, говорить про філогенетично давніші риси морфології цієї частини мозку дельфінів.

Ключові слова: *Phocoena phocoena relictata*, довгастий мозок, ядра блукаючого нерву, ядра дорсальних канатиків, ромбоподібна ямка, нижні оліви.

A. E. Gogitidze

Odesa branch of the State Scientific Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Examination
uts. Hlibodarske, 27, Maiakhska road, Odesa region, 67667, Ukraine

**MORPHOLOGY OF THE MEDULLA OBLONGATA OF
PHOCOENA PHOCOENA RELICTA ABEL, 1905**

Abstract

Introduction. Most researches on histology of the central nervous system of dolphins are mainly devoted to the morphology of the cerebral hemispheres, while the histology and cytoarchitectonics of the brain stem remain unexplored.

Purpose. The anatomical and histological studies of the medulla oblongata of the species *Phocoena phocoena relictata*.

Methods. The anatomical study was carried out by the method of morphometry of the structures of the dorsal and ventral surfaces of the medulla oblongata, histological research – by the Nissl method. Cytoarchitectonics of nuclei and formations was determined from frontal histotopographic sections in the projection on the most expressed macroscopic structures of the organ surface. Digital morphometry data were obtained using the ImageJ program.

Results. A macroscopic study showed that olives and triangle of the vagus nerve are the most expressed structures of the medulla oblongata of *Phocoena phocoena relictata*, while the elevations in the region of the nuclei of the dorsal cord and the triangle of the hypoglossal nerve are not very well delimited or not defined at all.

The histological data confirm the results of anatomical morphometry. The dorsal nucleus of the vagus nerve and the lower olive are large and have complex architectonics, while the structure of the nucleus of the hypoglossal nerve and the nuclei of the dorsal cords is more uniform. Along with the lower olive tree, the sensitive nuclei of the trigeminal nerve are of considerable development. The nucleus of the hypoglossal nerve is formed in the ventral horn as a medial motor nucleus.

Conclusion. Analysis of the study data shows that the associative – somatomotor (lower olives) and somatosensory cranial-afferent (descending nucleus of the trigeminal nerve) structure achieve significant development in dolphins of the *Phocoena phocoena relictata* species. The deep delimitation of the dorsal nucleus of the vagus nerve and the formation of the nucleus of the hypoglossal nerve in the somatomotor zone of the ventral horn indicates phylogenetically more ancient features of the morphology of this part of the brain of dolphins.

Key words: *Phocoena phocoena relictata*, medulla oblongata, vagus nerve nucleus, dorsal cord nucleus, rhomboid fossa, lower olives.

References

1. Adrianov O. S. (1959) The Atlas of the Brain of a Dog. [Atlas mozga sobaki]. M.: Medgiz, 231 p.
2. Blinkov S. M., Brazovskaya F. A. Pucillo M. V. (1973) Atlas of the rabbit's brain [Atlas mozga krolika], M.:Medicina, 24 p.
3. Gogitidze O. E. (2017) Morphology of the nucleus funiculi gracilis et cuneati of cattle. [Morfologiya yader nizhnogo ta klinopodibnogo puchkiv velikoï rogadoï xudobi]. Agrarnij visnik prichernomor'ya: zbirnik naukovix pracz, vol. 83, pp. 27-33.
4. Kuklin O. E. Smolyaninov B. V. (2014) The Morphology of a cattles dorsal vagal nucleus [Morfologiya dorzal'nogo yadra blukayuchogo nerva velikoï rogadoï xudobi]. Biologiya tvarin, pp. 78-86.
5. Kurepina M. M. (1981) Animal Brain: Methods of Physiological Research [Mozg zhivotny'x: metody' fiziologicheskix issledovanij]. M.: Nauka, 139 p.
6. Morenkov E. D. (1979) Morphology of the human brain [Morfologiya mozga cheloveka]. M.: Moskovskij Universitet, 194 p.
7. Filimonov I. N. (1955) A guide to neurology. Book. 1: Anatomy and histology of the nervous system [Rukovodstvo po neurologii. Kn. 1: Anatomiya i gistologiya nervnoj sistemy]. M.: Medgiz, 478 p
8. Alonso-Farré J. M., Gonzalo-Orden J. D. Barreiro-Vázquez J. D. (2015) Cross-sectional anatomy, computed tomography and magnetic resonance imaging of the head of common dolphin (*Delphinus delphis*) and striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). Anat Histol Embryol, vol.1, no.44, pp.13-21.
9. Boissonade F. M., Davison J. S. Egizii R. (1996) The dorsal vagal complex of the ferret: anatomical and immunohistochemical studies. J. Neurogastroenterol Motil., vol.3, no.8, pp.255-272.
10. Cheng, G., Zhu, H. Zhou, X. (2008) Development of the human dorsal nucleus of the vagus. Early Human Development, vol.1, no. 84, pp. 15-27.
11. Fogarty J. M., Kanjhan R. Yanagawa Y. (2017) Alterations in hypoglossal motor neurons due to GAD67 and VGAT deficiency in mice. Experimental Neurology, no.289, pp.117-127.
12. Franklin K., Paxinos G. (2008) The Mouse Brain in Stereotaxic Coordinates. NY: Academic Press, 256 p.
13. Fung C., Schleicher A. Kowalski T. (2005) Mapping auditory cortex in the La Plata dolphin (*Pontoporia blainvillei*). Brain Res Bull, no.15; 66, pp. 353-356.
14. Higgins A. (2011) Glutamatergic Kölliker–Fuse nucleus neurons innervate hypoglossal motoneurons whose axons form the medial (protruder) branch of the hypoglossal nerve in the rat. Brain Research, no. 1404, pp.10-20.
15. Jacobs M. S., Mcfarland W. L. and Morgane P. J. (1979) The anatomy of the brain of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Rhinic lobe (Rhencephalon): The archicortex. Brain Res Bull, no. 4, pp.11-108.
16. Kitahama K., Buda C. and Sastre J. P. (1992) Dopaminergic neurons in the cat dorsal motor nucleus of the vagus, demonstrated by dopamine, AADC and TH immunohistochemistry. Neuroscience Letters, vol.1, no.146, pp.5-9.
17. Malmierca E. Martin Y. B. (2012) Inhibitory control of nociceptive responses of trigeminal spinal nucleus cells by somatosensory corticofugal projection in rat. Neuroscience, no.221, pp.115-124.
18. Marino L. Sudheimer K. D. (2001) Anatomy and three-dimensional reconstructions of the brain of a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) from magnetic resonance images. Anat. Rec, vol.4, no.1; 264, pp. 397-414.
19. Marino L., Murphy T. L. Deweerd A. L. (2001) Anatomy and three-dimensional reconstructions of the brain of the white whale (*Delphinapterus leucas*) from magnetic resonance images. Anat Rec, no.1; 262, pp. 429-439.
20. Marino L., Sudheimer K. D. Pabst D. A. (2001) Neuroanatomy of the common dolphin (*Delphinus delphis*) as revealed by magnetic resonance imaging (MRI). Anat Rec, vol.4, no. 1; 268, pp. 411-429.
21. Montie E. W., Schneider G. E. Ketten D. R. (2007) Neuroanatomy of the subadult and fetal brain of the Atlantic white-sided dolphin (*Lagenorhynchus acutus*) from in situ magnetic resonance images. Anat Rec, vol. 12, no.290, pp. 1459-1479.
22. Montie, E. W. (2008) Volumetric neuroimaging of the atlantic white-sided dolphin (*Lagenorhynchus acutus*) brain from in situ magnetic resonance images. Anat Rec, vol.3, no.291, pp.263-282.
23. Morgane P. J. Mcfarland W.L. Jacobs M.S. (1982) The limbic lobe of the dolphin brain: a quantitative cytoarchitectonic study. J Hirnforsch, vol. 5, no.23, pp. 465-552.
24. Oelschläger H. H., Ridgway S. H. Knauth M. (2010) Cetacean brain evolution: Dwarf sperm whale (*Kogia sima*) and common dolphin (*Delphinus delphis*) – An investigation with high-resolution 3D MRI. Brain Behav Evol, vol. 1, no.75, pp. 33-62.
25. Okabe S., Mackiewicz M., Kubin L. (1997) Serotonin receptor mRNA expression in the hypoglossal motor nucleus. Respiration Physiology, vol .23, no.110, pp. 151-160.
26. Paxinos G., Huang X. (1995) Atlas of the human brain stem. San Diego: Academic Press, 149 p.

27. Paxinos G., Watson C. (2013) *The Rat Brain in Stereotaxis Coordinates*. NY: Academic Press, 472 p.
28. Peker S., Sirin, A. (2017) Primary trigeminal neuralgia and the role of pars oralis of the spinal trigeminal nucleus. *Medical Hypotheses*, no.100, pp.15-18.
29. Rukhadze I., Kubin L. (2007) Differential pontomedullary catecholaminergic projections to hypoglossal motor nucleus and viscerosensory nucleus of the solitary tract. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, vol. 1, no.33, pp. 23-33.
30. Rukhadze I., Kubin L. (2007) Mesopontine cholinergic projections to the hypoglossal motor nucleus. *Neuroscience Letters*, vol. 2, no.413, pp. 121-125.
31. Senba E., Tohyama M. (1981) Experimental and morphological studies of the noradrenaline innervations in the nucleus tractus spinalis nervi trigemini of the rat with special reference to their fine structures. *Brain Research*, vol. 1, no.206, pp. 39-50.
32. Swenson S. (2009) *Atlas of the brain stem*. Dortmund: Medical School, 22 p.
33. Tsuboi A. (2003) Neurons of the trigeminal main sensory nucleus participate in the generation of rhythmic motor patterns. *European Journal of Neuroscience*, vol. 2, no.17, pp.229-238.