

8. *Dynamics of uterine infections with Escherichia coli, Streptococcus uberis and Trueperella pyogenes in postpartum dairy cows and their association with clinical endometritis* / K. Wagener, T. Grunert, I. Prunner [et al] // *Veterinary journal*. – 2014. – № 202(3). – P. 527–532. – doi: 10.1016/j.tvjl.2014.08.023.

9. Mustafin, M. K. Morphological and histological characteristics of endometrium in cows in case of acute endometritis / M. K. Mustafin, G. A. Yessetova, M. A. Khassanova // *Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University*. – 2019. – № 2(101). – P. 102–110.

Поступила в редакцию 01.07.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-10-16

УДК 611.613.8:599.742.47

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОСУДИСТОГО СПЛЕТЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА У РЕЧНОЙ ВЫДРЫ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ НА ТЕРРИТОРИИ ВЫСОКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704, Ковалев К.Д., Тилькович Д.Е.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Настоящее исследование проводится впервые, ранее исследований по морфологии структур сосудистого сплетения головного мозга у речной выдры в биотопах на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника не проводилось. Сосудистое сплетение выполняет важнейшую функцию – регуляцию состава внутренней среды мозга и внутричерепного давления, так как является источником cerebrospinalной жидкости и местом локализации гематоликворного барьера. Установленные изменения ассоциированы со снижением морфофункциональной активности эпителиоцитов сосудистого сплетения головного мозга и являются следствием его возрастной инволюции у речной выдры.
Ключевые слова: онтогенез, сосудистые сплетения, головной мозг, морфология, радиация, речная выдра.

MORPHOFUNCTIONAL TRAITS OF THE VASCULAR PLEXUS IN THE BRAIN OF THE RIVER OTTER IN POSTNATAL ONTOGENESIS IN THE TERRITORY OF A HIGH RADIOACTIVE CONTAMINATION

Fiadotau D.N., Kovalioui K.D., Tilkovich D.E.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

This study is being conducted for the first time; previously, there were no studies on the morphology of the vascular plexus structures of the brain in the river otter in biotopes in the territory of the Polesie State Radiation and Ecological Reserve. The vascular plexus performs the most important function – the regulation of the composition of the internal environment of the brain and intracranial pressure, since it is a source of cerebrospinal fluid and the localization site of the hemato-liquor barrier. The established changes are associated with a decrease in the morphofunctional activity of the epithelial cells of the vascular plexus in the brain and are a consequence of its age-related involution in the river otter.
Keywords: ontogenesis, vascular plexuses, brain, morphology, radiation, river otter.

Введение. Многие современные хронические заболевания ведут к развитию церебральной гипоперфузии (ишемии мозга). Одной из актуальных проблем при развитии ишемии мозга является состояние его структурных компонентов сосудистых сплетений [10]. Функциональное состояние гематоэнцефалического барьера имеет важное клиническое значение. В связи с этим возникает необходимость объективной оценки биосинтетической активности конкретных его структурных компонентов [3]. До настоящего времени у животных и человека сосудистые сплетения остаются одной из наименее изученных структур мозга [1, 12, 14], отставание исследований их морфофункциональной организации от широкомасштабных разработок по физиологии и биохимии спинномозговой жидкости приводит к недостаточному пониманию механизмов функционирования гематоликворного барьера в норме и при патологии.

Ранее cerebrospinalная жидкость рассматривалась как среда, обеспечивающая механическую поддержку мозга, способствующая удалению продуктов метаболизма, доставляющая отдельные нутриенты, а также служащая каналом связи внутри центральной нервной системы. В настоящее время доказано, что факторы-резиденты cerebrospinalной жидкости влияют на широкий спектр поведения, включая сон и аппетит, а также на циркадные ритмы и связанную с ними двигательную активность животных [16].

Сосудистое сплетение выполняет важнейшую функцию – регуляцию состава внутренней среды мозга и внутричерепного давления, так как является источником cerebrospinalной жидкости и местом локализации гематоликворного барьера [4, 5, 6, 7].

Сосудистым сплетениям отводится особая роль в функционировании различных структур головного мозга и образовании ликвора. Через ликвор реализуются биологические, иммунологические, защитные функции. Любой дефицит в его продуцировании у животных ведет к недостаточному питанию головного и спинного мозга и нарушениям адаптивного поведения [9]. С этой точки зрения особенностей структурной организации сосудистых сплетений желудочков головного мозга у животных, в том числе речной выдры, в возрастном аспекте и на территории радиоактивного загрязнения представляется актуальным.

Цель исследований – определить морфофункциональные особенности сосудистого сплетения головного мозга у речной выдры в постнатальном онтогенезе на территории высокого радиоактивного загрязнения.

Материалы и методы исследований. Изъятие речной выдры из среды обитания осуществлялось на территории государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник».

Добыча материала (при помощи капканов), вскрытие и изучение анатомических особенностей животных осуществлялось в отделе экологии фауны Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. В результате полученного материала было сформировано 2 возрастные группы: 2-4 года (половозрелые); 6-7 лет (взрослые, ранний геронтологический период).

Кусочки головного мозга фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Гистологические срезы изготавливали на санном микротоме и окрашивали гематоксилин-эозином.

Абсолютные измерения структурных компонентов сосудистого сплетения осуществляли при помощи светового микроскопа «Olympus» модели BX-41 с цифровой фотокамерой системы «Altra₂₀» и спектрометра HR 800 с использованием программы «Cell[^]A» и проводили фотографирование цветных изображений (разрешением 1400 на 900 пикселей). Дополнительно на цифровом микроскопе Celestron с LCD-экраном PentaView, модели #44348 проводили фотографирование с последующим анализом цветных изображений (разрешением 1920 на 1080 пикселей).

Терминология описываемых морфологических структур приводилась в соответствии с Международной ветеринарной гистологической номенклатурой «Nomina histologica veterinaria: International Committee on Veterinary Histological Nomenclature» [13].

Все цифровые данные, полученные при проведении исследований, были обработаны статистически с помощью компьютерной программы Microsoft Excel.

Разработанная нами схема проведения морфологических исследований, применяемое оборудование и использование современных методов обеспечили получение научно-обоснованных результатов исследований.

Результаты исследований. Сосудистое сплетение головного мозга образовано однослойным эпителием и соединительной тканью, составляющей вместе с кровеносными сосудами и нервными волокнами строю этого специализированного органа головного мозга (рисунки 1, 3, 7).

На поверхности эпителия располагаются клетки Колмера (поверхностные клетки сосудистого сплетения), являющиеся макрофагами и важным компонентом гематоликворного барьера, так как именно они утилизируют посторонние вещества, попавшие в цереброспинальную жидкость в результате различных воздействий или несостоятельности других барьерных структур. Достоверных различий морфометрических параметров клеток Колмера в сосудистом сплетении головного мозга у речной выдры нами не установлено, как и в расстоянии между ними которое составляет $190,06 \pm 7,14$ мкм. Но биосинтетические процессы, происходящие в клетке, указывают на снижение клеточных биохимических процессов и биосинтеза белка с возрастом, что подтверждается достоверным снижением объема ядра в 1,5 раза ($p < 0,05$) с $161,15 \pm 12,03$ до $107,44 \pm 11,08$ мкм³. Следует отметить, что на гистологических срезах поверхностные клетки сосудистого сплетения представлены практически только более зрелыми формами (типа макрофагов), а менее зрелыми (типа моноцитов) визуализируются крайне редко (таблица 1).

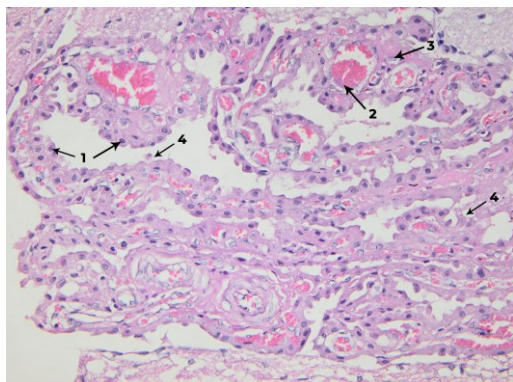
Таблица 1 – Морфометрические параметры клеток Колмера

Показатели	Возрастная группа, г	
	2-4	6-7
Высота, мкм	$56,01 \pm 1,81$	$56,09 \pm 1,14$
Объем ядра, мкм ³	$161,15 \pm 12,03$	$107,44 \pm 11,08^*$
Расстояние между ними, мкм	$190,04 \pm 7,16$	$190,06 \pm 7,14$

Примечания: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; * – по отношению к предыдущему возрастному периоду.

Значительная часть сплетения представлена многочисленными ветвящимися ворсинками, которые выражены у молодых особей. У 6-7-летних особей настоящие ворсинки находятся в деструктивном состоянии. Каудальная мозговая артерия ветвится, образуя в ворсинках сеть широких (до 20 мкм) синусоидных капилляров, имеющих локальные расширения. Стенка капилляра состоит

из фенестрированного эндотелия, базальной мембраны и перицитов. В области расширения сосудистого сплетения, называемого сосудистым клубком, находятся атипичные анастомозирующие безмышечные кровеносные сосуды, образующие лабиринт. В раннем геронтологическом периоде (6-7 лет) у выдр сосудистый клубок не содержит лабиринта, а имеется наличие своеобразных слоистых кальцификатов (псаммонных телец).



1 – эпителий сосудистого сплетения, 2 – сосуды, 3 – дендритные клетки, 4 – клетки Колмера
Рисунок 1 – Гистологическое строение сосудистого сплетения головного мозга у речной выдры. Возрастная группа 2-4 лет (окраска гематоксилин-эозином, ×200)

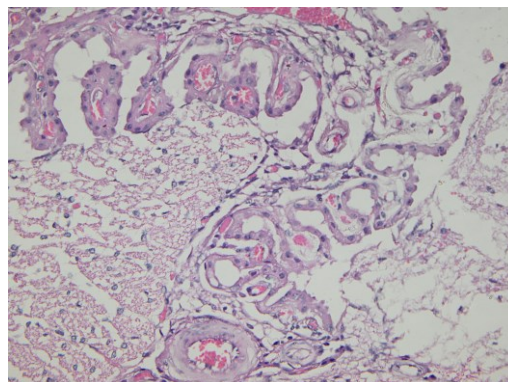


Рисунок 2 – Многочисленные ветвящиеся ворсинки сосудистого сплетения головного мозга у речной выдры. Возрастная группа 2-4 лет (окраска гематоксилин-эозином, ×200)

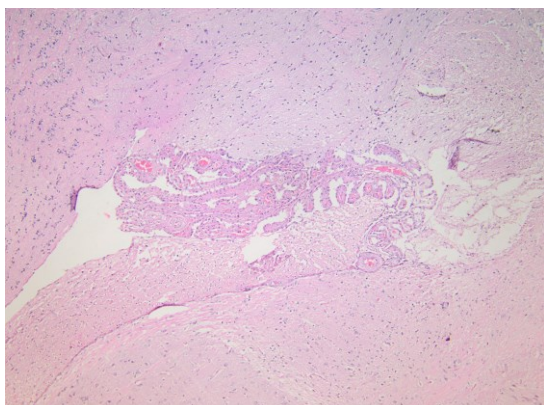


Рисунок 3 – Общий вид тотального среза сосудистого сплетения головного мозга у речной выдры. Возрастная группа 2-4 лет (окраска гематоксилин-эозином, ×80)

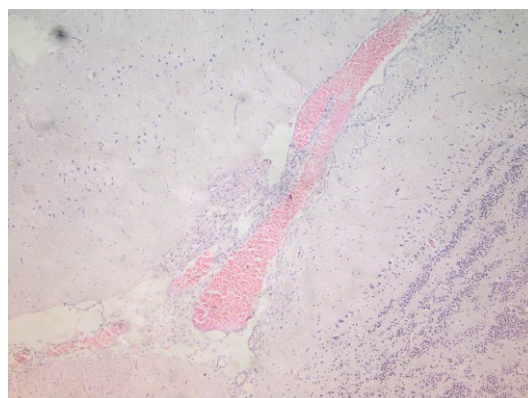


Рисунок 4 – Общий вид тотального среза сосудистого сплетения головного мозга у речной выдры. Возрастная группа 6-7 лет (окраска гематоксилин-эозином, ×80)

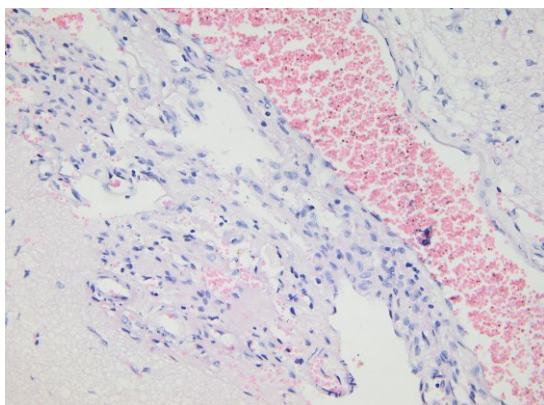


Рисунок 5 – Ветвящиеся ворсинки в деструктивном состоянии в сосудистом сплетении головного мозга у речной выдры. Возрастная группа 6-7 лет (окраска гематоксилин-эозином, ×200)

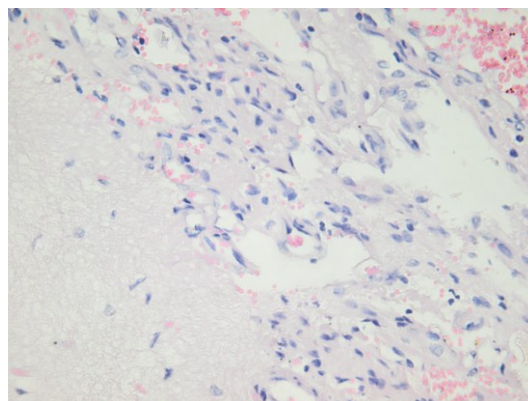


Рисунок 6 – Отсутствие в сосудистом клубке лабиринта и наличие псаммонных телец в сосудистом сплетении головного мозга у речной выдры. Возрастная группа 6-7 лет (окраска гематоксилин-эозином, ×400)

Эпителий сосудистого сплетения головного мозга является одним из элементов гематоликворного барьера и служит мишенью многообразных нервных и гуморальных воздействий. Через эпителий сосудистого сплетения транспортируется большая часть компонентов цереброспинальной жидкости, а часть веществ (в том числе главный белковый продукт – транстиретин [15]), поступающих в полость желудочков, синтезируется самими эпителиоцитами. У 2-4-летних особей выдр эпителий сосудистого сплетения представлен призматической формой, имеющей высоту $15,01 \pm 1,12$ мкм. В раннем геронтологическом периоде (6-7-лет) эпителий снижается в 1,6 раза ($p < 0,01$) до $9,37 \pm 1,16$ мкм. В области оснований ворсинок ширина эпителиоцитов, как правило, преобладает над высотой, клетки уплощены, в области боковых поверхностей ворсинок ширина и высота эпителиоцитов приблизительно равны, а в области верхушек ворсинок высота эпителиоцитов обычно в 1,2-1,5 раза больше ширины, клетки по форме приближаются к цилиндрическим. В целом, на основании средних значений, в обычных условиях высота эпителиальных клеток преобладает над шириной (рисунок 2).

Эпителий имеет базальную мембрану, которая отделяет его от подлежащей соединительной ткани. Ядро эпителиоцитов обычно округлое, занимает центральную часть клетки, имеет диаметр у молодых особей $6,03 \pm 0,89$ мкм. С возрастом, как и сам эпителий, диаметр ядра уменьшается в 1,4 раза ($p < 0,05$) и составляет $4,44 \pm 0,96$ мкм.

Помимо этого, в раннем геронтологическом периоде, характерным является статистически достоверное уменьшение по сравнению с 2-4-летним периодом показателей высоты эпителиоцитов и диаметра их ядер, что соответствует уменьшению размеров площадей клеток и ядер. Так, отмечено статистически достоверное уменьшение показателей площади ядра и площади эпителиоцитов на 29,21% ($p < 0,01$) и 26,35% ($p < 0,05$), соответственно. Закономерно данным изменениям уменьшился показатель ядерно-цитоплазматического индекса (ЯЦИ). Вместе с тем, наряду с общим уменьшением в сосудистых сплетениях величины эпителиоцитов и их ядер, встречаются отдельные крупные (гипертрофированные) клетки и ядра, что может быть проявлением компенсаторно-приспособительных изменений, возникающих в ответ на снижение функциональной активности данного органа с возрастом (рисунки 4, 5, 6). Помимо этого, в подтверждение указанной выше тенденции возрастной инволюции органа, были выявлены изменения для дистрофии части эпителиоцитов (таблица 2).

В ядре присутствуют 1-3 ядрышка, которые находятся в контакте с кариолеммой. Во все исследуемые возрастные периоды ядрышки округлые, имеют ровную поверхность и компактную структуру. В цитоплазме клеток иногда выявляются пиноцитозные пузырьки, которые в основном сосредоточены вблизи апикальной плазмалеммы. У речных выдр в возрастной группе 6-7 лет в цитоплазме эпителиоцитов нередко обнаруживаются пигментные (липофусцин, гемосидерин) включения, которые имеют округлую форму и состоят из отдельных субъединиц, иногда они по форме напоминают кольцо (кольцо Бионди). В двух возрастных группах на гистологических срезах в эпителии сосудистого сплетения нам не удалось обнаружить митозов.

Таблица 2 – Морфометрические параметры эпителия сосудистого сплетения

Показатели	Возрастная группа, г	
	2-4	6-7
Высота клетки, мкм	$15,01 \pm 1,12$	$9,37 \pm 1,16^{**}$
Диаметр ядра, мкм	$6,03 \pm 0,89$	$4,44 \pm 0,96^{*}$
Площадь клетки, мкм ²	$97,35 \pm 2,16$	$77,05 \pm 2,09^{*}$
Площадь ядра, мкм ²	$24,11 \pm 1,34$	$18,66 \pm 1,45^{**}$
ЯЦИ, усл. ед.	$0,25 \pm 0,02$	$0,24 \pm 0,03$

Примечания: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ * – по отношению к предыдущему возрастному периоду.

Соединительная ткань сосудистого сплетения состоит из клеток и межклеточного вещества, которое наряду с основным веществом представлено коллагеновыми и ретикулярными волокнами. Большая часть клеток стромы имеет морфологические черты фибробластов, которые составляют единую популяцию с клетками оболочек мозга – мениоцитами (арахноэндотелиоцитами) и обладают не характерной для типичных фибробластов способностью изменять фенотип от фибробластоподобного до эпителиоподобного. В строме сосудистого сплетения речной выдры присутствуют тучные клетки, располагающиеся около кровеносных сосудов, в субэпителиальной зоне и даже между эпителиоцитами. В соединительной ткани сплетения встречаются макрофаги и дендритные клетки. Местами выявляется склерозирование гематоликворного барьера.

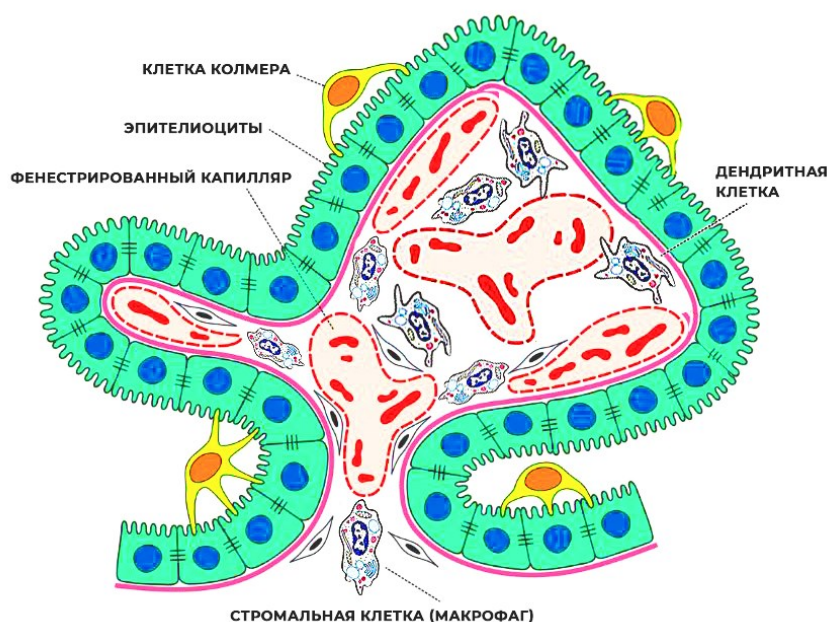


Рисунок 7 – Общая схема строения сосудистого сплетения головного мозга у речной выдры

Заключение. 1. По мере старения организма речной выдры, обитающей на территории высокого радиоактивного загрязнения, сосудистое сплетение головного мозга характеризуется многочисленными ветвящимися ворсинками, находящимися в деструктивном состоянии, и появлением своеобразных слоистых кальцификатов – псаммонных телец в соединительной ткани в области сосудистого клубка. В возрастной группе 6-7 лет в цитоплазме эпителиоцитов обнаруживается накопление пигментных (липофусцин, гемосидерин) включений.

2. На протяжении изученного постнатального онтогенеза на гистологических срезах в эпителии сосудистого сплетения не обнаруживаются митозы. Вместе с тем, в ранний геронтологический период, наряду с общим уменьшением в сосудистых сплетениях величины эпителиоцитов и их ядер, встречаются отдельные крупные (гипертрофированные) клетки и ядра, что может быть проявлением компенсаторно-приспособительных изменений, возникающих в ответ на снижение функциональной активности данного органа с возрастом. Данные изменения ассоциированы со снижением морфофункциональной активности эпителиоцитов сосудистого сплетения головного мозга и являются следствием его возрастной инволюции.

3. У речной выдры на территории высокого радиоактивного загрязнения достоверных возрастных различий морфометрических параметров клеток Колмера в сосудистом сплетении головного мозга не установлено, как и в расстоянии между ними, но объем ядра достоверно снижается в 1,5 раза.

4. У речной выдры в ранний геронтологический период цитоморфометрические данные характеризуют структурную организацию сосудистого сплетения головного мозга в рамках выраженных возрастных изменений с параллельными признаками снижения морфофункциональной активности эпителиального компонента, а с другой стороны – развития дистрофических изменений, деструктивного состояния ворсинок и частичного склерозирования гематоликторного барьера.

Conclusion. 1. As the organism of the river otter living in the area of a high radioactive contamination ages, numerous branching villi in the vascular plexus of the brain are in a destructive state and peculiar layered calcifications – psammoma bodies appear in the connective tissue in the area of the vascular tangle. In the age group of 6-7 years, accumulation of pigment (lipofuscin, hemosiderin) inclusions is detected in the cytoplasm of epithelial cells.

2. During the studied postnatal ontogenesis, no mitoses are detected in the histological sections in the epithelium of the vascular plexus. At the same time, in the early gerontological period, along with a general decrease in the size of epithelial cells and their nuclei in the vascular plexuses, individual large (hypertrophied) cells and nuclei are found, which may be a manifestation of compensatory-adaptive changes that occur in response to a decrease in the functional activity of this organ with age. These changes are associated with a decrease in the morphofunctional activity of epithelial cells of the vascular plexus of the brain and are a consequence of its age-related involution.

3. In the river otter in the area of a high radioactive contamination, reliable age-related differences in the morphometric parameters of Kolmer cells in the vascular plexus of the brain were not established, as well as in the distance between them, but the volume of the nucleus significantly decreases by 1.5 times.

4. In the river otter in the early gerontological period, cytomorphometric data characterize the structural organization of the vascular plexus of the brain within the framework of pronounced age-related changes with parallel signs of a decrease in the morphofunctional activity of the epithelial component, and on the other hand, the development of dystrophic changes, a destructive state of the villi and sclerosis of the hemato liquor barrier.

Список литературы.

1. Бабик, Т. М. Изменения морфометрических параметров эпителиоцитов сосудистых сплетений головного мозга человека при атеросклерозе прецеребральных артерий / Т. М. Бабик // Пермский медицинский журнал. – 2006. – №1. – С. 55–60.
2. Биологическое разнообразие животного мира Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / М. Е. Никифоров, Е. И. Анисимова, К. В. Гомель [и др.]; НАН Беларуси [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 407 с.
3. Крутилова, А. А. Морфофункциональные особенности сосудистых сплетений головного мозга в онтогенезе / А. А. Крутилова, Л. Г. Сентюрова // Астраханский медицинский журнал. – 2011. – №2. – С. 256–257.
4. Особенности ремоделирования сосудистого сплетения IV желудочка головного мозга и мозжечка крыс в зависимости от рациона кормления / М. С. Шувалова, Ю. Х. Шидakov, Д. З. Жанузаков, М. В. Балыкин // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2024. – № 1. – С. 172–183.
5. Руководство по гистологии / под ред. Р. К. Данилова. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2011. – Т. 1. – 831 с.
6. Федотов, Д. Н. Гистология диких животных : монография / Д. Н. Федотов ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 212 с.
7. Федотов, Д. Н. Цитология. Эмбриология. Гистология : учебник для студентов по специальностям «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная диагностика и лабораторное дело», «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и «Ветеринарная фармация» / Д. Н. Федотов, Х. Б. Юнусов, Н. Б. Дилмуродов. – Ташкент : Fan ziyosi, 2022. – 468 с.
8. Федотов, Д. Н. Закономерности возрастной структурно-функциональной перестройки щитовидной железы и уровень содержания радионуклидов у выдры речной в зоне высокого радиоактивного загрязнения на территории Беларуси / Д. Н. Федотов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2024. – Т. 60, вып. 1. – С. 49–56. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-1-49-56.
9. Фоканова, О. А. Морфология сосудистых сплетений желудочков головного мозга крыс на первом году жизни / О. А. Фоканова, Т. В. Кораблева, А. А. Выропаев // Морфологические ведомости. – 2022. – №2. – С. 64–68.
10. Фоканова, О. А. Влияние острой ишемии головного мозга на структуру сосудистых сплетений желудочков у крыс / О. А. Фоканова, Т. В. Кораблева, К. С. Фоканов // Морфологические ведомости. – 2023. – №4. – С. 18–24.
11. Цитоморфометрия эпителиоцитов хороидных сплетений головного мозга белых крыс при парентеральном введении ксеногенного ликвора / И. Х. Гасанова, Э. А. Гафарова, Н. В. Курсанова, Н. А. Новосельская // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2015. – №1 (17). – С. 14–17.
12. Molecular mechanisms of cerebrospinal fluid production / P. R. Brown, S. J. L. Davies, T. Speake, I. D. Millar // Neuroscience. – 2004. – Vol. 129, № 4. – P. 957–970.
13. Nomina histologica veterinaria : International Association of Veterinary Histological Nomenclature. – Leipzig : World Association of Veterinary Anatomist, 2017. – 66 p.
14. Redzic, Z. B. The structure of the choroid plexus and the physiology of the choroid plexus epithelium / Z. B. Redzic, Z. E. Reekie, M. B. Segal // Adv. Drug. Deliv. Rev. – 2004. – Vol. 56, № 12. – P. 1695–1716.
15. Transthyretin: a choroid plexus-specific transport protein in human brain / J. Herbert, J. K. Wilcox, K. T. Pham [et al.] // Neurology. – 1986. – Vol. 36, № 7. – P. 900–911.
16. Zappaterra, M. W. The cerebrospinal fluid: regulator of neurogenesis, behavior, and beyond / M. W. Zappaterra, M. K. Lehtinen // Cell Mol Life Sci. – 2012. – № 69 (17). – P. 2863–2878.

References.

1. Babik, T. M. Izmeneniya morfometricheskikh parametrov epiteliotsitov sosudistyx spleteniy golovnogogo mozga cheloveka pri ateroskleroze pretcerebral'nykh arteriy / T. M. Babik // Permskiy meditsinskiy zhurnal. – 2006. – №1. – S. 55–60.
2. Biologicheskoe raznoobrazie zhiivotnogo mira Polesskogo gosudarstvennogo radiacionno-ekologicheskogo zapovednika / M. E. Nikiforov, E. I. Anisimova, K. V. Gornel [i dr.]; NAN Belarusi [i dr.]. – Minsk : Belaruskaya navuka, 2022. – 407 s.
3. Krut'lova, A. A. Morfofunktsional'nyye osobennosti sosudistyx spleteniy golovnogogo mozga v ontogeneze / A. A. Krut'lova, L. G. Sentyurova // Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal. – 2011. – №2. – S. 256–257.
4. Osobennosti remodelirovaniya sosudistogo spleteniya IV zheludochka golovnogogo mozga i mozzhechka kry's v zavisimosti ot ratsiona kormleniya / M. S. Shuvalova, YU. KH. Shidakov, D. Z. Zhanuzakov, M. V. Balykin // Ul'yanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal. – 2024. – №1. – S. 172–183.
5. Rukovodstvo po gistologii / pod red. R. K. Danilova. – SPb. : «SpetsLit», 2011. – T. 1. – 831 s.
6. Fedotov, D. N. Gistologiya dikih zhiivotnyh : monografiya / D. N. Fedotov ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – 212 s.

7. Fedotov, D. N. Tsitologiya. Embriologiya. Gistologiya : uchebnik dlya studentov po spetsial'nostyam «Veterinarnaya meditsina», «Veterinarnaya diagnostika i laboratornoye delo», «Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza» i «Veterinarnaya farmatsiya» / D. N. Fedotov, KH. B. Yunusov, N. B. Dilmurodov. – Tashkent : Fan ziyosi, 2022. – 468 s.
8. Fedotov, D. N. Zakonomernosti vozrastnoj strukturno-funktsionalnoj perestrojki shitovidnoj zhelezy i uroven soderzhaniya radionuklidov u vydry rečnoj v zone vysokogo radioaktivnogo zagryazne-niya na territorii Belarusi / D. N. Fedotov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2024. – T. 60, vyp. 1. – S. 49–56. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-1-49-56.
9. Fokanova, O. A. Morfologiya sosudistyx spleteniy zheludochkov golovnog mozga krysa na pervom godu zhizni / O. A. Fokanova, T. V. Korableva, A. A. Vyropayev // Morfologicheskiye vedomosti. – 2022. – №2. – S. 64–68.
10. Fokanova, O. A. Vliyaniye ostroy ishemii golovnog mozga na strukturu sosudistyx spleteniy zheludochkov u krysa / O. A. Fokanova, T. V. Korableva, K. S. Fokanov // Morfologicheskiye vedomosti. – 2023. – №4. – S. 18–24.
11. Tsitomorfometriya epiteliotsitov khoroidnykh spleteniy golovnog mozga belykh krysa pri parenteral'nom vvedenii ksenogennogo likvora / I. KH. Gasanova, E. A. Gafarova, N. V. Kirsanova, N. A. Novosel'skaya // Krymskiy zhurnal eksperimental'noy i klinicheskoy meditsiny. – 2015. – №1 (17). – S. 14–17.
12. Molecular mechanisms of cerebrospinal fluid production / P. R. Brown, S. J. L. Davies, T. Speake, I. D. Millar // Neuroscience. – 2004. – Vol. 129, №4. – P. 957–970.
13. Nomina histologica veterinaria : International Association of Veterinary Histological Nomenclature. – Leipzig : World Association of Veterinary Anatomist, 2017. – 66 p.
14. Redzic, Z. B. The structure of the choroid plexus and the physiology of the choroid plexus epithelium / Z. B. Redzic, Z. E. Reekie, M. B. Segal // Adv. Drug. Deliv. Rev. – 2004. – Vol. 56, № 12. – P. 1695–1716.
15. Transthyretin: a choroid plexus-specific transport protein in human brain / J. Herbert, J. K. Wilcox, K. T. Pham [et al.] // Neurology. – 1986. – Vol. 36, № 7. – P. 900–911.
16. Zappaterra, M. W. The cerebrospinal fluid: regulator of neurogenesis, behavior, and beyond / M. W. Zappaterra, M. K. Lehtinen // Cell Mol Life Sci. – 2012. – №; 69 (17). – R. 2863–2878.

Поступила в редакцию 21.07.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-16-25
УДК 636.4:611.341:616-053.1

ДИНАМИКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ТОЩЕЙ КИШКИ У ПОРОСЯТ С ПЕРИНАТАЛЬНОЙ ГИПОТРОФИЕЙ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА «ПРОСТИМУЛ»

**Шутиков В.А. ORCID ID 0009-0004-2018-2662, Степанов Д.С. ORCID ID 0000-0002-2234-3851,
Семенова Е.В. ORCID ID 0000-0003-3675-5467, Михайлов Е.В. ORCID ID 0000-0001-5457-1325**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии
и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

В статье представлены результаты морфологического исследования тощей кишки у поросят с перинатальной гипотрофией в динамике коррекции морфофункциональных нарушений препаратом «Простимул». Изучены гистоструктурные особенности ткани тощей кишки в возрастном аспекте у поросят с перинатальной гипотрофией до приема молозива, а также на 7, 14, 21-е сутки жизни. Установлено, что применение препарата «Простимул» способствует нормализации архитектоники слизистой оболочки тощей кишки. Показана положительная динамика восстановления морфофункционального состояния кишечника у поросят с перинатальной гипотрофией под влиянием исследуемого препарата. Полученные данные обосновывают целесообразность применения «Простимула» в комплексной терапии поросят с перинатальной гипотрофией для коррекции морфофункциональных нарушений пищеварительной системы. **Ключевые слова:** поросята, перинатальная гипотрофия, тощая кишка, морфология, гистоструктура, Простимул, кишечные ворсинки, энтероциты.

DYNAMICS OF JEJUNAL MORPHOLOGICAL CHANGES IN PIGLETS WITH PERINATAL HYPOTROPHY AGAINST THE BACKGROUND OF THE USE OF PROSTIMUL

Shutikov V.A., Stepanov D.S., Semenova E.V., Mikhailov E.V.
FSBSI "All-Russian Research Veterinary Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

The article presents the results of a morphological study of jejunum in piglets with perinatal hypotrophy in the dynamics of correction of morphofunctional disorders with the drug Prostimul. Histostructural features of jejunum tissue in the age aspect were studied in piglets with perinatal hypotrophy prior to colostrum intake, and also on days 7, 14, 21 of age. It has been found that the use of the drug Prostimul promotes the normalization of the architectonics of the jejunum mucosa. Positive dynamics of recovery of the morphofunctional state of the intestine in piglets with perinatal hypotrophy under the influence of the test drug was shown. The data obtained justify the feasibility of using Prostimul in the complex therapy of piglets with perinatal hypotrophy for the correction of morphofunctional disorders of the digestive system. **Keywords:** piglets, perinatal hypotrophy, jejunum, morphology, histostructure, Prostimul, intestinal villi, enterocytes.