

© О. А. Юнеман, А. В. Павлов, Д. А. Отлыга, С. В. Савельев, 2019
УДК 611.819.2:813.8

О. А. Юнеман¹, А. В. Павлов², Д. А. Отлыга¹, С. В. Савельев¹

ОСОБЕННОСТИ ИННЕРВАЦИИ СОСУДИСТЫХ СПЛЕТЕНИЙ ЛАТЕРАЛЬНЫХ ЖЕЛУДОЧКОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

¹ Лаборатория развития нервной системы (зав. — проф. С. В. Савельев), ФГБНУ «Научно-исследовательский институт морфологии человека»; ² кафедра сердечно-сосудистой, рентгеноэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии (зав. — проф. Р. Е. Калинин), ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России

Цель — исследование иннервации сосудистых сплетений латеральных желудочков большого мозга человека.

Материал и методы. Работа выполнена на аутопсийном материале 73 человек (35 мужчин в возрасте от 27 до 94 лет и 38 женщин в возрасте от 44 до 96 лет). Нервные волокна в сосудистых сплетениях боковых желудочков мозга изучали с применением иммуногистохимических реакций на нейрон-специфическую эналазу (NSE), нейрофиламенты, основной белок миелина, нейропептид Y, тирозингидроксилазу и онкомаркер S-100.

Результаты. Ветви передней ворсинчатой артерии до входа в ткань сосудистых сплетений имеют развитую иннервацию. В клетках эпителия сосудистых сплетений обнаружены нейромаркеры NSE и S-100. Белок S-100 также выявляется в перикарионах и дендритных клетках.

Выводы. В строме сосудистых сплетений боковых желудочков большого мозга человека отсутствуют нервные волокна и их окончания. Сформулирована гипотеза об участии перикарионов, а также о роли ферментов эпителиальных и тучных клеток в регуляции функций сосудистых сплетений боковых желудочков.

Ключевые слова: сосудистые сплетения, иннервация, перикарионы, иммуногистохимия

Сосудистые сплетения большого мозга участвуют в ликворообразовании и одновременно формируют гематоликворный барьер [22, 26]. В этой связи вопрос регуляции функций сосудистых сплетений представляется очень важным.

Впервые нервы сосудистых сплетений были описаны М. Benedict в 1873 г. при окраске кармином сплетений IV желудочка мозга человека [7]. F. Stöhr с помощью методики серебрения по Шультце и Бильшовскому обнаружил нервные волокна и нервные окончания в сосудистых сплетениях мозга человека [24]. S. L. Clark изучал иннервацию сосудистых сплетений IV желудочка мозга плодов собаки, кошки, кролика и крысы при помощи методики серебрения по Рэнсону. Он выделил три вида нервных волокон и окончаний: иннервирующих кровеносные сосуды, оканчивающихся в соединительной ткани и на эпителиальных клетках. По его данным, большинство изученных нервных волокон немиелинизированы [9]. В работе В. Schapiro приведены данные по изучению иннервации сосудистых сплетений некоторых животных, а также человека при помощи различных методик серебрения (Кахалю,

Гольджи, Бильшовского, Гросса—Бильшовского и Шультце—Штера). Автор обнаружил богатую иннервацию сосудистых сплетений в мозгу всех исследованных животных, обилие мягкотных и безмякотных нервных волокон и разнообразие их концевых аппаратов. У быка было обнаружено большое число разветвленных и неразветвленных безмиелиновых волокон в соединительной ткани, при этом толстые волокна имели колбовидные окончания. На безмиелиновых волокнах сосудистых сплетений собаки автор описал нерегулярные, беспорядочно расположенные утолщения. В соединительной ткани сосудистых сплетений кошки были выявлены группы клеток, сходных по строению с клетками ганглиев. У человека были обнаружены нервные волокна, оканчивающиеся на поверхности эпителиальных клеток сплетения [21]. L. Vakaу изучал иннервацию мягкой мозговой оболочки, сосудов мозга и сосудистых сплетений кошки при помощи методики серебрения по Кахалю, Давенпорту и Гроссу—Шультце. Автор описал иннервацию ткани и сосудов мягкой мозговой оболочки, особенно крупных артерий и вен. В стенках капилляров наблюда-

Сведения об авторах:

Юнеман Ольга Андреевна (e-mail: ojunemann@yandex.ru), Отлыга Дмитрий Александрович, Савельев Сергей Вячеславович, лаборатория развития нервной системы, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт морфологии человека», 117418, Москва, ул. Цюрупы, 3

Павлов Артем Владимирович, кафедра сердечно-сосудистой, рентгеноэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России, 390026, г. Рязань, ул. Высоковольная, 9

лось гораздо меньше нервных волокон, а нервные окончания были значительно проще устроены [6].

При изучении иннервации сосудистых сплетений мыши, крысы, морской свинки, кролика, кошки, овцы, коровы и обезьяны при помощи флюоресцентной методики Фалька—Хилларпа были обнаружены адренергические волокна, которые следуют за ходом сосудов, располагаясь между сосудами и эпителиальными клетками [13]. По мнению исследователей, эти волокна могут иннервировать как сосуды, так и эпителий. Наряду с симпатическими волокнами, в сосудистых сплетениях могут присутствовать парасимпатические волокна, ингибирующие процесс продукции ликвора [12]. В сосудистых сплетениях кролика авторы также обнаружили автономные нервные волокна, которые представлены так же и в мягкой мозговой оболочке [12, 15]. У кролика, помимо холин- и адренергических нервных волокон, при помощи методики флюоресцентной гистохимии и Катехол-О-трансферазной методики Келло были обнаружены норадренергические волокна, развивающиеся только после рождения [20]. Было показано наличие катехоламин-содержащих нервных окончаний в сосудистых сплетениях всех желудочков. Некоторые волокна формировали сеть вокруг мелких кровеносных сосудов [19]. Существуют данные о роли симпатической иннервации в регуляции функций сосудов почек [25], а также о влиянии серотонинергических нервных волокон на кровоток в сосудистых сплетениях мозга собак и обезьян [16]. Однако применение иммуногистохимических реакций на нейромаркеры позволило бы существенно расширить сведения об иннервации сосудистых сплетений головного мозга человека.

Цель исследования — изучение иннервации сосудистых сплетений латеральных желудочков большого мозга человека с применением иммуногистохимических методик.

Материал и методы. Работа выполнена на аутопсийном материале сосудистых сплетений латеральных желудочков головного мозга 73 человек (35 мужчин в возрасте от 27 до 94 лет и 38 женщин в возрасте от 44 до 96 лет). Материал был получен из коллекции лаборатории развития нервной системы ФГБНУ «Научно-исследовательский институт морфологии человека». При сборе материала учитывали пол, возраст, клинический диагноз и причину смерти. На проведение исследования получено разрешение этического комитета ФГБУ «НИИ морфологии человека» РАМН (№ 6А от 19.10.2009 г.).

Для иммуногистохимического исследования нервного аппарата был отдельно исследован участок сосудистых сплетений боковых желудочков в области входа артериол (височный край). Для изготовления гистологических препаратов кусочки ткани обезжизивали в спиртах восходящей концентрации, затем в хлороформе и заливали в парафин. Серийные срезы производили вдоль продольной оси сосудистого сплетения, наклеивали на предметные стекла и заливали в парафин. Впоследствии срезы депарафинировали, гидратировали, окрашивали по Маллори и заключали в бальзам. Для проведения иммуногистохимических реакций срезы наклеивали на адгезивные стекла Super Frost Plus фирмы Menzel (Германия), депарафинировали, гидратировали и обрабатывали 3 % раствором перекиси водорода для блокировки эндогенной пероксидазы. Применяли антитела к следующим нейромаркерам: нейрон-специфической энолазе (NSE), нейрофиламентам, основному белку миелина (MBP), белку S-100, нейропептиду Y (NPY) и тирозингидроксилазе (таблица, рис. 1).

В качестве вторых антител применялся набор Ultra Vision Detection System фирмы Thermo Scientific (США). Для позитивного контроля использовались срезы мозга человека. Негативным контролем служили реакции с заменой первых антител на раствор фосфатного буфера. Препараты изучали с помощью микроскопа Zeiss (серия Axio Imager, модель A1,

Характеристика антител и условия проведения реакций

№	Название антител, фирма (страна-производитель)	Разведение антител	Время и условия инкубации	Позитивный контроль
1	Нейрон-специфическая энолаза, кроличьи поликлональные, Abcam (Великобритания)	1:400	30 мин при комнатной температуре. Предварительное кипячение в цитратном буфере pH 6.0	Тройничный нерв человека
2	Основной белок миелина, кроличьи поликлональные, Lab Vision (США)	1:200	30 мин при комнатной температуре. Предварительное кипячение в цитратном буфере pH 6.0	Мозг человека
3	Нейрофиламенты 68 и 200 килодальтон, мышьиные моноклональные, Lab Vision (США)	1:400	30 мин при комнатной температуре	Тройничный нерв человека
4	S-100, кроличьи поликлональные, Abcam (Великобритания)	1:300	30 мин при комнатной температуре	Тройничный нерв человека
5	Тирозингидроксилаза, кроличьи поликлональные, Abcam (Великобритания)	1:200	40 мин при комнатной температуре	Базиллярная артерия
6	Нейропептид Y, кроличьи поликлональные, Abcam (Великобритания)	1:400	40 мин при комнатной температуре	Мозг человека

Германия). Отмечали наличие или отсутствие специфической иммунопозитивной реакции, распределение иммунореактивного материала в ткани сосудистых сплетений и внутри клеток (ядерная или цитоплазматическая локализация).

Результаты исследования. Нейрофиламенты неспецифически выявляются в стенках капилляров и базальных мембранах. В стро́ме органа и крупных сосудах маркер обнаружен не был. MBR неспецифически выявляется в стенках капилляров. В стро́ме сосудистых сплетений, стенках артериол и венул, клетках эпителия маркер не обнаружен. NSE выявляется в цитоплазме клеток эпителия сосудистого сплетения. В стро́ме органа и стенках сосудов нервные волокна не обнаруживаются. Тирозингидроксилаза, являющаяся маркером адренергических нервных волокон, не выявляется в стро́ме сосудистых сплетений и стенках сосудов. NPY не выявляется в стро́ме органа, стенках сосудов и клетках эпителия. Белок S-100 обнаруживается в цитоплазме клеток эпителия (рис. 2, а).

При помощи антител к NSE, нейрофиламентам и S-100 нервные волокна выявляются в ветвях ворсинчатой артерии до их входа в ткань сосудистых сплетений. При помощи антител к белку S-100 в стенке капилляров снару́жи от эндотелиальных клеток и в стенках артериол были обнаружены отростчатые клетки — предположительно перициты (см. рис. 2, б). Другие отростчатые клетки, выявляемые при помощи антител к белку S-100, располагаются в стро́ме сосудистых сплетений и являются, по нашему мнению, фибробластами или дендритными клетками.

Обсуждение полученных данных. Полученные результаты по иннервации сосудистых сплетений головного мозга человека существенно отличаются от литературных данных. Мы предполагаем, что эти расхождения являются следствием использования разных методик исследования. Большинство описанных в литературе исследований были осуществлены при помощи различных техник серебрения, применяемых также для импрегнации ретикулярных и коллагеновых волокон [4]. Мы полагаем, что различные методы серебрения с целью обнаружения нервных волокон следует с осторожностью применять на ткани, содержащей коллаген. По нашим наблюдениям, при серебрении в сосудистых сплетениях импрегнируются ретикулярные волокна, а также отростки фибробластов и, по-видимому, дендритных клеток, обнаруженных в стро́ме сплетений [2].

Адренергические волокна ранее обнаруживали при помощи методики Фалька—Хилларпа, холинергические волокна — гистохимически-

ми методиками для выявления ацетилхолинэстеразы [12–15, 19, 20]. Однако, согласно литературным данным, существует ацетилхолинэстераза, ассоциированная с коллагенами [11, 18]. Тучные клетки могут также содержать ацетилхолин, адреналин и норадреналин [8]. Таким образом, вещества, которые авторы использовали для выявления нервных волокон и окончаний, в стро́ме сосудистых сплетений могут быть ассоциированы с другими структурами.

Косвенное подтверждение нашим результатам мы находим в работе G. J. Dohrmann и P. C. Viscy [10]. Авторы описывают немиелинизированные нервные волокна в артериоле у основания сосудистого сплетения, при этом в работе нет упоминания о нервных волокнах в стро́ме сосудистых сплетений или нервных окончаниях на поверхности клеток эпителия.

Большой интерес представляют работы по изучению регуляции просвета капилляров в головном мозгу. По мнению А. Д. Ноздрачева и соавт. [3], основным механизмом нервной регуляции капилляров является эфферентная иннервация бессинаптического типа посредством свободной диффузии медиаторов в направлении стенки сосуда. В зависимости от расстояния, которое проходит медиатор, нервные влияния на капилляры могут быть быстрыми и непосредственными или замедленными и опосредованными. Распространяясь во все стороны от терминали, медиатор влияет на все части функционального элемента в пределах целого микроучастка. Есть основания полагать, что в регуляции ликвородинамики также важную роль могут играть гуморальные факторы.

Существуют немало работ, посвященных изучению тучных клеток и их ферментов, в том числе и в сосудистых сплетениях, как возможного фактора регуляции ликвородинамики [2, 5]. В них синтезируются триптаза, химиаза, гистамин, гепарин, серотонин, хондроитинсульфат, простагландины, биогенные амины, вазоактивный интестинальный полипептид [1, 23, 27]. Некоторые из этих веществ являются вазоактивными агентами. Активизация тучных клеток приводит к вазодилатации и, как следствие, увеличению проницаемости сосудов. Есть данные, что гистамин влияет на проницаемость гематоэнцефалического барьера посредством H_2 -рецепторов, хотя механизм до конца неясен. Считается, что под действием гистамина возрастает скорость везикулярного транспорта через эндотелиальные клетки [27]. Триптаза также способствует увеличению степени проницаемости сосудов микроциркуляторного русла [1]. По литературным данным, трипта-

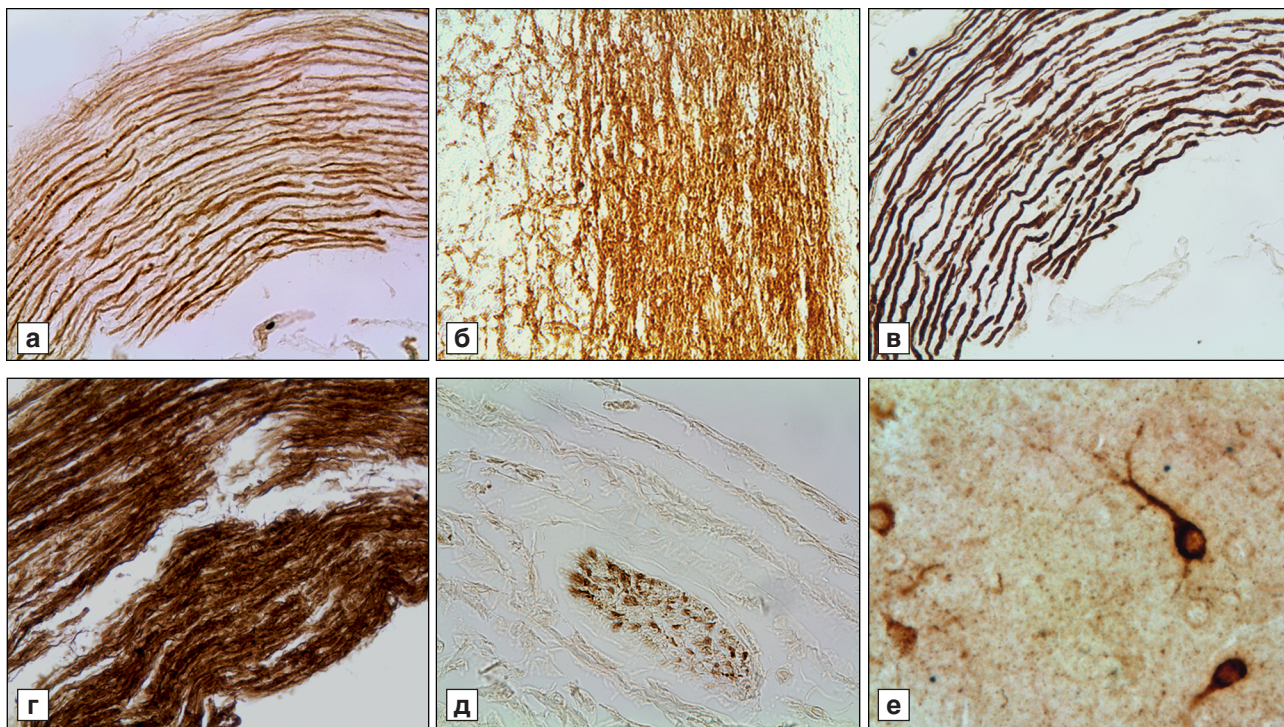


Рис. 1. Иммуногистохимические реакции (позитивный контроль) на нейромаркеры с антителами.

а — к нейрон-специфической эналазе; б — основному белку миелина; в — нейрофиламентам; г — белку S-100; д — тирозингидроксилазе; е — нейропептиду Y. а, в, г — тройничный нерв человека; б, е — головной мозг человека; д — нервные волокна в стенке базилярной артерии человека. Ув.: а-в, д — 200; г, е — 400

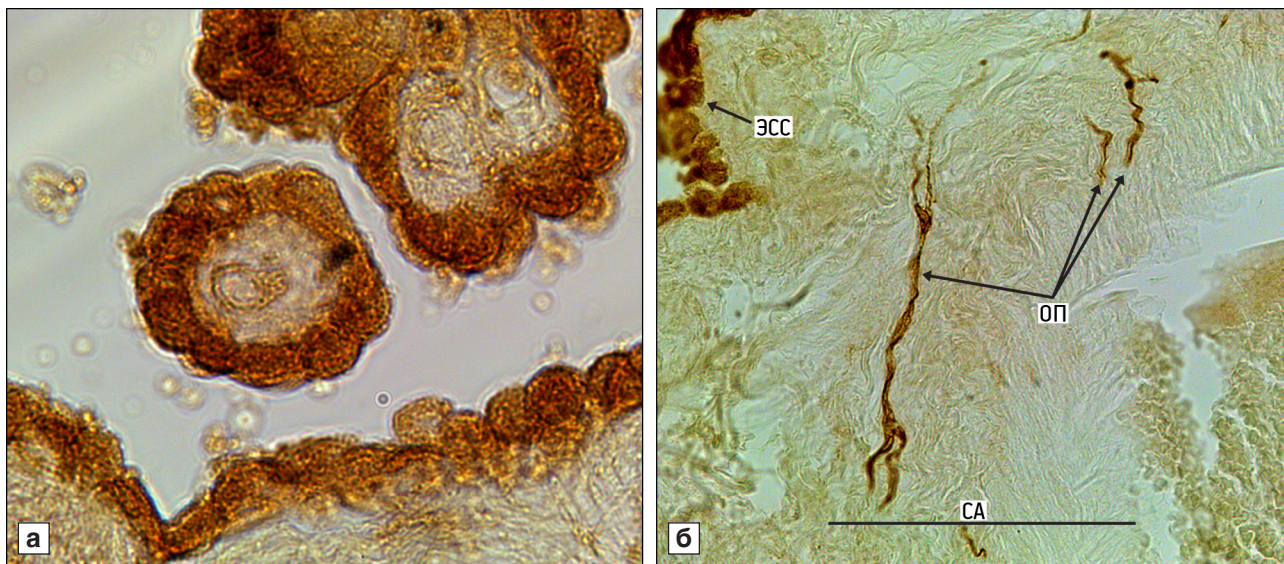


Рис. 2. Иммуногистохимическая реакция с антителами к белку S-100.

а — в клетках эпителия сосудистого сплетения; б — в строме сосудистого сплетения. ЭСС — эпителий сосудистого сплетения; ОП — отростки перicyтов, СА — стенка артерии. Ув.: а — 400; б — 200

за содержится во всех тучных клетках человека [1].

Отдельного упоминания заслуживают работы по изучению регуляции просвета капилляров в головном мозгу при участии перicyтов. Согласно N. B. Hamilton и соавт. [17], перicyт —

это сократительная клетка, которая способна изменять просвет капилляра подобно мышечной клетке. Увеличение или уменьшение просвета капилляра является результатом воздействия различных вазоактивных веществ, например, адренomedулина, ВИП, которые осуществляют вазо-

дилатацию инсулиноподобного фактора роста-1, фактора роста тромбоцитов, ответственных за вазоконстрикцию. Мы предполагаем, что для осуществления нервной регуляции достаточно иннервировать крупный сосуд, снабжающий кровью сосудистое сплетение. Регуляция может осуществляться путем бессинаптической передачи сигнала при помощи воздействия на перикиты и, возможно, на клетки эпителия сосудистого сплетения. Посредством медиаторов тучных клеток и некоторых вазоактивных веществ эпителиоцитов может осуществляться гуморальная регуляция функций сосудистого сплетения.

Таким образом, в результате исследования было показано отсутствие нервных волокон и окончаний в строме сосудистого сплетения боковых желудочков головного мозга человека при развитой иннервации ветвей передней ворсинчатой артерии, осуществляющих их кровоснабжение. Регуляция сосудистых сплетений осуществляется, по нашему мнению, при участии ферментов тучных клеток и клеток эпителия сосудистого сплетения, а также при участии перикитов посредством эфферентной иннервации бессинаптического типа.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования: О. А. Ю., С. В. С.

Сбор и обработка материала: О. А. Ю., Д. А. О.

Анализ и интерпретация данных: О. А. Ю., С. В. С., А. В. П.

Написание и редактирование текста: О. А. Ю., С. В. С.

Авторы сообщают об отсутствии в статье конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

- Быков В.Л. Секреторные механизмы и секреторные продукты тучных клеток // Морфология. 1999. Т. 115, вып. 2. С. 72–79 [Bykov V.L. Secretory mechanisms and secretory products of mast cells // Morfologiya. 1999. Vol. 115, № 2. P. 64–72. In Russ.].
- Коржевский Д.Э. Сосудистое сплетение головного мозга и структурная организация гематоликворного барьера у человека // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2003. Т. 2. С. 5–14 [Korzhevskii D.E. Choroid plexus and structural organization of blood-CSF barrier in human // Regionarnoe krovoobra shchenie i mikrotsirkulyatsiya. 2003. Vol. 2. P. 5–14. In Russ.].
- Ноздрачев А.Д., Баранникова И.А., Батуев А.С. Общий курс физиологии человека и животных. Кн.1. Физиология нервной, мышечной и сенсорной систем: Учебник для биол. и мед. спец. вузов. М.: Высшая школа, 199. 512 с. [Nozdrachev A.D., Barannikova I.A., Batuev A.S. General course of human and animal physiology. Vol. 1. Physiology of nervous, muscular and sensory systems. Textbook for biological and medical universities. Moscow: Vysshaya shkola, 1991. 512 p. In Russ.].
- Ромейс Б. Микроскопическая техника. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1953 [Romeis B. Mikroskopische Technik. Moscow: Izdatel'stvo inostrannoi literatury, 1953. In Russ.].
- Юнеман О.А. Изменчивость распределения тканевых базофилов, выявляемых моноклональными антителами к триптазе, в сосудистых сплетениях головного мозга человека // Морфологические ведомости. 2012. Вып. 2. С. 88–91 [Yuneman O.A. Distribution's variability of mast cells in the choroid plexus of human brain, which was detected with monoclonal antibodies to tryptase // Morfologicheskie vedomosti. 2012. № 2. P. 88–91. In Russ.].
- Bakay L.V. Die Innervation der Pia mater, der Plexus chorioidei und der Hirngefäße, mit Rücksicht auf den Einfluß des sympathischen Nervensystems auf die Liquorsekretion // Eur. Arch. Psych. Clin. Neurosci. 1941. Vol. 113. P. 412–427. doi: 10.1007/BF02095656
- Benedict M. Ueber die Innervation des Plexus chorioideus inferior // Virchows Archiv. 1873. Vol. 59. P. 395–400. doi: 10.1007/BF01968394
- Bergendorff A., Uvnas B. Storage properties of rat mast cell granules in vitro // Acta Physiol. Scand. 1973. Vol. 87, №2. P. 213–222. doi: 10.1111/j.1748-1716.1973.tb05383.x
- Clark S.L. Nerve endings in the choroid plexus of the fourth ventricle // J. Comp. Neurol. 1928. Vol. 47. P. 1–21. doi: 10.1002/cne.900470102
- Dohrmann G.J., Bucy P.C. Human choroid plexus: a light and electron microscopic study // J. Neurosurg. 1970. Vol. 33, № 5. P. 506–516.
- Duval N., Krejci E., Grassi J., Coussen F., Massoulie J., Bon S. Molecular architecture of acetylcholinesterase collagen-tailed forms; construction of a glycolipid-tailed tetramer // EMBO J. 1992. Vol. 11, № 9. P. 3255–3261.
- Edvinsson L., Nielsen K.C., Owman C., Cholinergic innervation of choroid plexus in rabbits and cats // Brain Res. 1973. Vol. 63. P. 500–503. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-8993\(73\)90132-7](http://dx.doi.org/10.1016/0006-8993(73)90132-7).
- Edvinsson L., Nielsen K.C., Owman Ch., West K.A. Adrenergic innervation of the mammalian choroid plexus // Am. J. Anat. 1974. Vol. 139, № 3. P. 299–307. doi: 10.1002/aja.1001390302
- Edvinsson L., Aubineau P., Owman C., Sercombe R., Seylaz J. Sympathetic innervation of cerebral arteries: prejunctional supersensitivity to norepinephrine after sympathectomy or cocaine treatment // Stroke. 1975. Vol. 6, № 5. P. 525–530. <http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.6.5.525>.
- Edvinsson L., Lindval M. Autonomic vascular innervation and vasomotorreactivity in the choroid plexus // Exp. Neurol. 1978. Vol. 62, № 2. P. 394–404. [http://dx.doi.org/10.1016/0014-4886\(78\)90063-8](http://dx.doi.org/10.1016/0014-4886(78)90063-8)
- Faraci F.M., Mayhan W.G., Heistad D.D. Effect of serotonin on blood flow to the choroid plexus // Brain Res. 1989. Vol. 478, № 1. P. 121–126. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-8993\(89\)91483-2](http://dx.doi.org/10.1016/0006-8993(89)91483-2)
- Hamilton N.B., Attwell D., Hall V.N. Pericyte-mediated regulation of capillary diameter: a component of neurovascular coupling in health and disease // Frontiers in neuroenergetics. 2010. Vol. 2. P. 1–14. <http://dx.doi.org/10.3389/fnene.2010.00005>
- Krejci E., Thomine S., Boschetti N., Legay C., Sketelj J., Massoulie J. The Mammalian Gene of Acetylcholinesterase-associated Collagen // J. Biol. Chem. 1997. Vol. 272, №36. P. 22 840–22 847. doi: 10.1074/jbc.272.36.22840

19. Lindval M., Edvinsson L., Owman C. Sympathetic Nervous Control of Cerebrospinal Fluid Production from the Choroid Plexus // *Science*. 1978. Vol. 201. P. 176–178. doi: 10.1126/science.663649
20. Lindval M., Owman Ch. Early development of noradrenaline-containing sympathetic nerves in the choroid plexus system of the rabbit // *Cell Tiss. Res.* 1978. Vol. 192. P. 195–203. doi: 10.1007/BF00220738
21. Schapiro B. Über die Innervation des Plexus chorioideus // *Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie*. 1931. Vol. 136. P. 539–546. doi: 10.1007/BF02868524
22. Segal M.B. The Choroid plexuses and the barriers between the blood and the cerebrospinal fluid // *Cell. Mol. Neurobiol.* 2000. Vol. 20. P. 183–196. doi: 10.1023/A:1007045605751
23. Silverman A.-J., Sutherland A.K., Wilhelm M., Silver R. Mast cells migrate from blood to brain // *J. Neurosci.* 2000. Vol. 20. P. 401–408.
24. Stöhr P.J. Über die Innervation der Pia mater und des Plexus chorioideus des Menschen // *Zeitschr. f. Anat. und Entwickl.* 1922. P. 562–607. doi: 10.1007/BF02593577
25. Townsend J.B., Ziedonis D.M., Bryan R.M., Brennan R.W., Page R.B. Choroid plexus blood flow: evidence for dopaminergic influence // *Brain Res.* 1984. Vol. 290. P. 165–169. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-8993\(84\)90748-0](http://dx.doi.org/10.1016/0006-8993(84)90748-0).
26. Wolburg H., Paulus W. Choroid plexus: biology and pathology // *Acta Neuropathol.* 2009. Vol. 119. P. 75–88. doi: 10.1007/s00401-009-0627-8
27. Zhuang X., Silverman A.-J., Silver R. Brain mast cell degranulation regulates blood-brain barrier // *J. Neurobiol.* 1996. Vol. 31. P. 393–403. doi: 10.1002/(SICI)1097-4695(199612)31:4<393::AID-NEU1>3.0.CO;2-4

Поступила в редакцию 13.04.2018

CHARACTERISTIC OF INNERVATION OF THE CHOROID PLEXUS OF HUMAN BRAIN LATERAL VENTRICLES

O. A. Yuneman¹, A. V. Pavlov², D. A. Otyga¹, S. V. Savelyev¹

Objective — investigation of innervation of the choroid plexuses of human brain lateral ventricles.

Material and methods. The research was performed on the autopsy material from 73 people (35 men aged from 27 to 94 years and 38 women aged from 44 to 96 years). Nerve fibers in the choroid plexus of the brain lateral ventricles were studied using immunohistochemical reactions demonstrating neuron-specific enolase (NSE), neurofilaments, myelin basic protein, neuropeptide Y, tyrosine hydroxylase and tumor marker S-100.

Results. The branches of the anterior choroidal artery possess well-developed innervation before entering the tissue of the vascular plexuses. Neuromarkers NSE and S-100 were demonstrated in the epithelial cells of choroid plexus. S-100 protein was also detected in pericytes and dendritic cells.

Conclusions. No nerve fibers and endings were found in the stroma of choroid plexus of the brain lateral ventricles. A hypothesis was formulated about the participation of pericytes and the role of epithelial and mast cell enzymes in the regulation of the functions of the choroid plexuses of the lateral ventricles.

Key words: *choroid plexus, innervation, pericytes, immunohistochemistry*

¹ Laboratory of the Nervous System Development, Research Institute of Human Morphology, 3 Tsyurupi St., Moscow 117418;

² Department of Cardiovascular, Roentgenoendovascular, Operative Surgery and Topographic Anatomy, I. P. Pavlov Ryazan State Medical University, 9 Vysokovol'tnaya St., Ryazan 390026