

Гасанова Илаха Халис,

канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии человека;

Куница Виктор Николаевич,

канд. мед. наук, доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней;

Гасанли Заргул Халис,

ассистент кафедры пропедевтики стоматологии,

Мясникова Ольга Николаевна,

старший преподаватель кафедры микробиологии,

Аллахвердиев Эльнур Гамад-оглы,

студент 5-го курса стоматологического факультета,

Медицинская академия им. С.И. Георгиевского,

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»,

г. Симферополь, Республика Крым, Россия

СОСУДИСТЫЙ КОМПОНЕНТ В СОСУДИСТЫХ СПЛЕТЕНИЯХ ЖЕЛУДОЧКОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Сосудистые сплетения желудочков головного мозга выполняют важнейшую роль в образовании ликвора, участвующего в обменной, трофической, защитной, гомеостатической функции головного мозга. Роль сосудистого компонента хороидных сплетений не до конца ясна. Авторы изучили возрастные изменения сосудистого компонента сплетений желудочков у крыс. Выявленные инволютивные сдвиги могут быть причиной некоторых заболеваний головного мозга, сопровождающихся нарушением синтеза цереброспинальной жидкости.

Ключевые слова: сосудистые сплетения, головной мозг, цереброспинальная жидкость, экспериментальная анатомия.

Gasanova I.Kh.,

Kunitsa V.N.,

Gasanli Z.Kh.,

Myasnikova O.N.,

Allakhverdiyev E.G.,

Medical Academy named after S.I. Georgievsky,

V.I. Vernadsky Crimea Federal University,

Simferopol, Republic of Crimea, Russia

THE VASCULAR COMPONENT IN VASCULAR PLEXUSES OF THE BRAIN VENTRICLES

Vascular plexus of the ventricles of the brain play an important role in the formation of liquor, involved in the exchange, trophic, protective, homeostatic function of the brain. The role of the vascular component of the choroid plexus is not fully understood. The authors studied age-related changes in the vascular component of ventricular plexus in rats. The revealed involutional changes may be the cause of some brain diseases, accompanied by a disorder of the synthesis of cerebrospinal fluid.

Keywords: vascular plexus, brain, cerebrospinal fluid, experimental anatomy.

Цереброспинальная жидкость представляет собой гуморальную среду центральной нервной системы, обеспечивающую её нормальное функционирование [8; 13]. Кроме того, ликвор выполняет множество биологических, иммунологических, защитных функций [6; 9; 14]. Является непреложным тот факт, что основным источником цереброспинальной жидкости являются сосудистые сплетения желудочков головного мозга, первые описания которых принадлежат анатому эпохи «Возрождения» Фоме Бартолинию [3]. Несмотря на наличие большого числа исследований, как в нашей стране, так и за рубежом, многие стороны морфологии и физиологии ворсинчатых сплетений, особенно вопросы их возрастной морфологии изучены недостаточно. Литературные данные, посвященные вопросам макро- и микроскопического строения сосудистых сплетений, порой весьма противоречивы [4; 16].

В настоящий момент известно, что в сосудистом сплетении разветвляются ворсинчатые ветви задней мозговой артерии и ворсинчатые ветви внутренней сонной артерии, которые хорошо анастомозируют между собой многочисленными ветвями [5]. Все описанные артерии сосудистых сплетений мозга, переходя в артериолы, распадаются на громадное количество капиллярных петель с широким просветом, которые входят в ворсины. Кровь из капилляров собирается в венулы и вены, осуществляющие её отток, который может осуществляться в различных направлениях [7; 10]. Преимущественно это

происходит в верхнюю и нижнюю хориоидальную вены. Обе эти вены соединяются друг с другом у основания переднего полюса сосудистого сплетения и вливаются во внутримозговые вены. Наличие крупных анастомозов между различными магистральными венами, верхней хориоидальной веной и веной, проходящей у заднего полюса сосудистого сплетения, создает большие возможности для венозного оттока из сосудистого сплетения в различных направлениях – во внутримозговые вены и вены основания мозга [7; 15]. Артерии и вены сосудистых сплетений по типу строения сходны с кровеносными сосудами мягкой мозговой оболочки. Сосуды в ворсинах занимают всегда центральное положение; вокруг них располагается концентрический слой соединительной ткани с нежными эластическими и коллагеновыми волокнами, а снаружи – эпителий сплетения [5]. Эндотелий капилляров очень тонкий и пористый. В эндотелии сосудов обнаружено большое содержание щелочной фосфатазы и карбонатной ангидразы [18]. Большинство авторов отмечена высокая плотность расположения капиллярных сосудов в сплетениях, что создает наиболее благоприятные условия для обмена между кровью и ликвором, а в случае кровяного стаза весь орган представляется образованным исключительно из сосудов [1; 17].

Авторы статьи поставили перед собой цель уточнить роль сосудистого компонента в функционировании сосудистых сплетений, с учетом их возрастной инволюции.

Материалы и методы

В эксперименте использовали белых крыс линии Вистар 4 возрастных групп: новорожденные, неполовозрелые, молодые и предстарческие [12]. Для исследования сосудистого компонента хориоидных сплетений извлекали головной мозг, одно из полушарий подвергали гистологическому изучению, а второе – электронномикроскопическому. На гистологических срезах, окрашенных гематоксилином и эозином, проводили гистоморфометрию для количественной оценки площади сосудов. Полученные результаты выражали в

виде значений относительной площади в процентах от общей площади гистологического среза сосудистого сплетения. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием лицензионного программного обеспечения Microsoft Office Excel и Statistica 10.0 [2; 11]. Для установления структурных изменений сосудистого компонента, сплетения желудочков головного мозга изучены на ультрамикроскопическом уровне.

Результаты и обсуждение

У исследуемых крыс периода новорожденности под соединительнотканым слоем находится выраженное собственно сосудистое сплетение. Артерии сосудистого сплетения образуют сосуды капиллярного типа с широким просветом и типичной для капилляров стенкой. В ворсинках сосудистого сплетения центральное положение занимает кровеносный сосуд, стенка которого выстлана эндотелием (рис. 1).

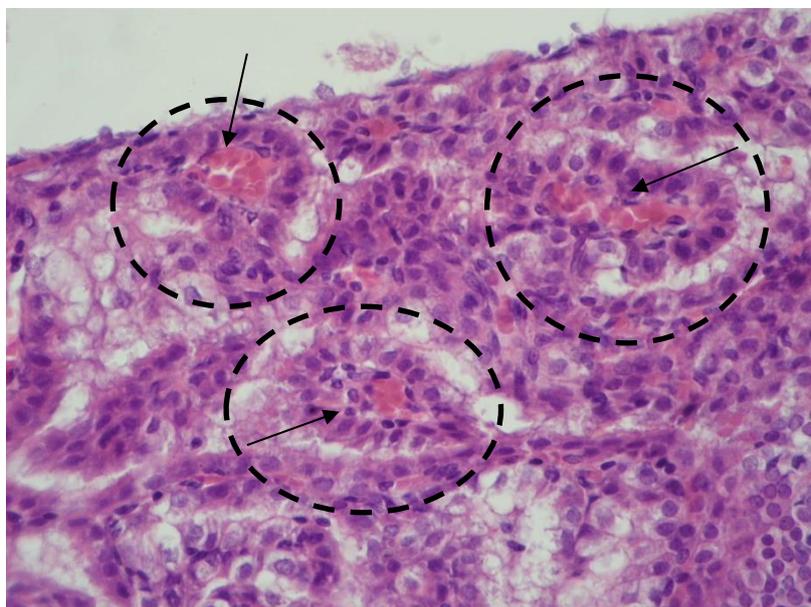


Рисунок 1 – Сосудистое сплетение бокового желудочка периода новорожденности. Ворсинки (пунктирная линия) с центральным расположением гемокапилляра (стрелки).

Окраска гематоксилином и эозином. Приближение: Zoom 162. Объектив: Plan 40x ∞/-.

Сосудистые сплетения у крыс неполовозрелого и молодого возраста сходны по строению. Ворсины имеют листовидную форму: узкую короткую

«ножку», переходящую в основание, расширенную среднюю часть и закруглённую верхушку (рис. 2). Данная форма ворсинок обусловлена тем, что каждая из них образована петлеобразно изогнутым гемокапилляром, имеющим расширение просвета в области изгиба на верхушке ворсинки.

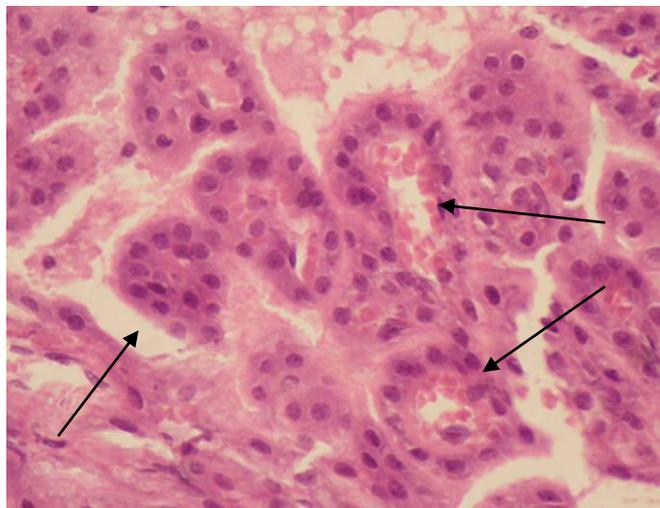


Рисунок 2 – Сосудистое сплетение бокового желудочка. Молодой возраст.
Ворсинки листовидной формы (стрелки).

Окраска гематоксилином и эозином. Приближение: Zoom 162. Объектив: Plan 40x ∞/-.

Ворсинчатая часть сплетения у экспериментальных животных предстарческого возраста выполнена небольшим количеством ворсин, в центре которых располагается относительно крупного калибра гемокапилляр (рис. 3). Вокруг сосудов расположены пучки циркулярных эластических и коллагеновых волокон, с преобладанием последних. В неворсинчатой части собственно сосудистый слой не выражен и представлен в виде сосудов с суженным просветом, с выраженной и грубой стенкой с признаками периваскулярного отёка.

Гистоморфометрические показатели площади сосудов хороидных сплетений желудочков крыс периода новорожденности, неполовозрелого, молодого и предстарческого возрастов представлены в Таблице 1.

Ни в одной из возрастных групп каких-либо значительных патологических изменений ультраструктурной организации отмечено не было. Исследуемые структурные компоненты сосудистого сплетения сохраняли своё

типичное строение. В центре ворсинки находится гемокапилляр, выстланный эндотелиальными клетками. В просвете обнаруживаются красные кровяные тельца. Гемокапилляр окружают фрагменты коллагеновых волокон с рыхлым расположением, образующие базальную мембрану. По ультрамикроскопическим данным капилляры относятся, преимущественно, к фенестрированному типу.

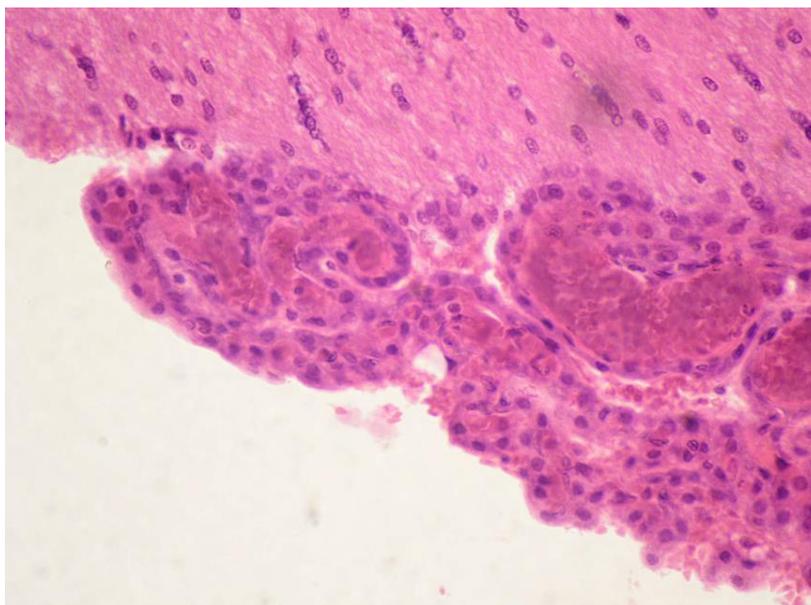


Рисунок 3 – Сосудистое сплетение бокового желудочка предстарческого возраста. ГК – гемокапилляр, ПЖ – просвет желудочка.

Окраска гематоксилином и эозином. Приближение: Zoom 162. Объектив: Plan 40x ∞/-.

Таблица 1 – Гистоморфометрические показатели площади сосудов сосудистых сплетений в %

Возрастная группа	Новорожденные	Неполовозрелый	Молодой	Предстарческий
Показатель	37,00±0,84	31,78±0,59**	33,84±0,35**	36,18±1,49

Примечание. ** – достоверные различия ($p < 0,05$) в сравнении с крысами предыдущей возрастной группы.

Отличительной особенностью ультраструктурных компонентов ворсинок в неполовозрелом и молодом возрасте являются новообразованные мелкие капилляры с функционально активными эндотелиоцитами и узкими просветами

(рис. 4), что отмечает функциональную особенность ворсинки и усиление гемодинамики.

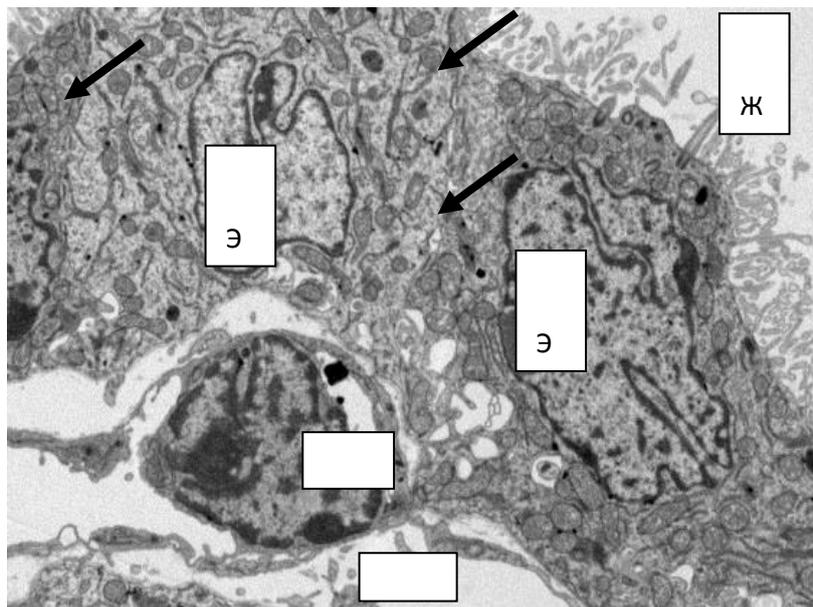


Рисунок 4 – Электронограмма. Гемокапилляр (ГК) и окружающие его эпителиоциты (Э).

ЭН – эндотелиоцит, Ж – просвет желудочка головного мозга, стрелки – межклеточные контакты. Неполовозрелый возраст.

Увеличение x2800.

Особенности ультрамикроскопической картины сосудистого сплетения у крыс предстарческого возраста характеризуются расширением и склерозированием периваскулярного пространства (рис. 5).

Анализируя обнаруженные структурные трансформации сосудистых сплетений желудочков головного мозга, следует принимать во внимание три основных фактора, определяющих закономерности их функциональной активности. Учитывая секреторную активность сосудистых сплетений, функциональная активность данного органа определяется эпителиальным компонентом ворсинчатой части сплетения, а также структурно-функциональными взаимоотношениями с сосудами микроциркуляторного русла. Сосудистые сплетения являются эксклюзивной областью в системе желудочков и подпаутинного пространства, именно там капиллярное русло

достигает максимального развития. На 1 см² поверхности сосудистых сплетений приходится до 2 см² поверхности капилляров.

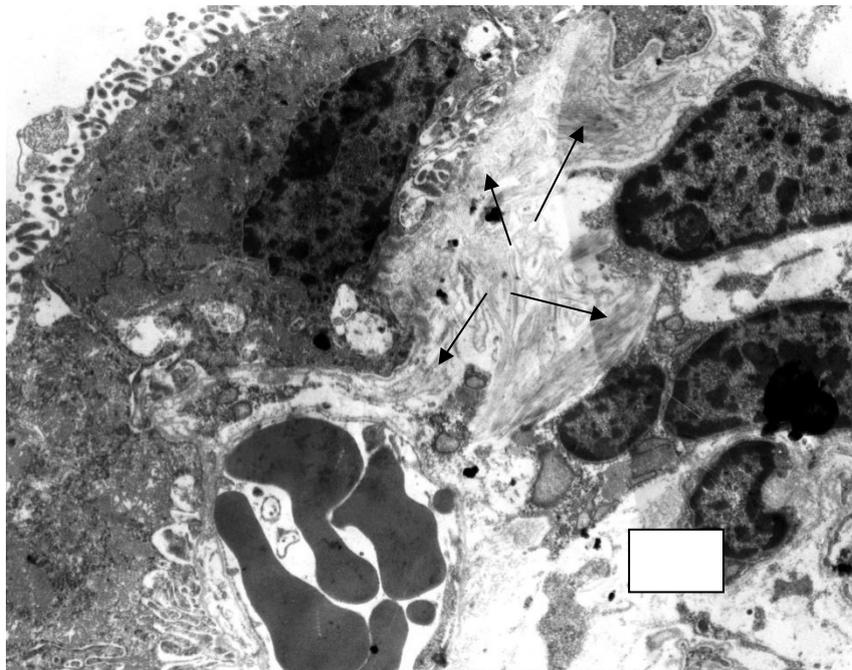


Рис. 5. Электронограмма.

Периваскулярный склероз (стрелки). Апоптоз эндимиоцита (АЭ).

Предстарческий возраст. ТЭМ.

Увеличение x3000.

Капиллярное русло построено из системы «капиллярных звеньев», представляющих собой функциональную и структурную единицу сосудистых сплетений. Необыкновенно мощная капиллярная сеть сплетений, поверхностное расположение сосудов, их волнистый ход, дифференцировка основных каналов, образование ворсин и другие особенности ангиоархитектоники благоприятствуют образованию цереброспинальной жидкости.

Выявленные онтогенетические особенности морфогенеза сосудистых сплетений желудочков головного мозга у крыс могут выступать в качестве сравнительного ориентира при оценке морфофункционального состояния хороидных сплетений в последующих морфологических исследованиях и могут быть положены в основу доклинических испытаний биологических эффектов цереброспинальной жидкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабик Т.М. Изменения удельной площади компонентов ворсинок сосудистых сплетений головного мозга человека при церебральном атеросклерозе // *Новые технологии в здравоохранении: Сб. научн. Тр.* – Челябинск, 2007. – Вып. VI. – С 269-270.
2. Васильев А.Н. *Научные вычисления в Microsoft Excel* / А.Н. Васильев. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 512 с.
3. Гасанова И.Х. Морфо-функциональные особенности сосудистых сплетений желудочков головного мозга // *Український морфологічний альманах.* – Луганськ, 2011. – Том 9, № 3. – С. 73-75.
4. Гасанова И.Х. Возрастные органомерические показатели головного мозга крыс в норме и при введении ксеногенной спинномозговой жидкости // *Український морфологічний альманах.* – 2012. – Т.10, № 4. – С. 23-24.
5. Гасанова И.Х., Куница В.Н., Ермола Ю.А. с соавт. Анатомические особенности ультраструктуры сосудистых сплетений желудочков головного мозга новорожденных крыс в контроле и при введении ксеногенного ликвора // *Современные проблемы науки и образования.* – 2018. – № 2. – С. 66. – URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=27561> (дата обращения: 09.07.2018).
6. Девятова Н.В. Ультраструктурные изменения слепой кишки после облучения и воздействия цереброспинальной жидкости // *Морфологические науки и клиническая медицина: мат. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посв. 100-летию со дня рождения доц. Бриллиантовой А.Н.* – Чебоксары, 2015. – С. 62-65.
7. Капустина Е.В. Вазоархитектоника сосудистых сплетений боковых желудочков мозга // *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии.* – 1960. – Т. 38, вып. 5. – С. 35-42.
8. Кривенцов М.А. Гистоморфометрическая характеристика тимуса крыс зрелого и предстарческого возрастов при парентеральном введении спинномозговой жидкости // *Таврический медико-биологический вестник.* – 2013. – Т. 16, № 4 (64). – С. 91-94.
9. Кривенцов М.А. Изменение абсолютной и относительной массы тимуса крыс при парентеральном введении спинномозговой жидкости в онтогенетическом аспекте // *Український морфологічний альманах.* – 2013. – Т. 11, № 2. – С. 55-57.
10. Кривенцов М.А. Динамика прироста массы крыс при парентеральном введении спинномозговой жидкости // *Український журнал екстремальної медицини імені Г.О. Можаяєва.* – 2013. – Т. 14, № 3. – С. 81-85.

11. Кривенцов М.А. Структурная организация тимуса крыс раннего постнатального периода при парентеральном введении спинномозговой жидкости // Украинський медичний альманах. – 2013. – Т. 16, № 2. – С. 40-43.
12. Кривенцов М.А. Проліферативний потенціал тимуса в постлучевому періоді при введенні ксеногенної спинномозгової рідини / М.А. Кривенцов, В.С. Пікалюк, Н.В. Девятова // Кримський журнал експериментальної і клінічної медицини. – 2016. – Т. 6, № 3. – С. 63-68.
13. Кривенцов М.А., Девятова Н.В. Ефект цереброспинальної рідини на функціональне стання лейкоцитів периферическої крові облучених крыс // Кримський журнал експериментальної і клінічної медицини. – 2017 – Т.7, № 3. – С. 33-37.
14. Пікалюк В.С. Ликворотерапія: розвиток і сучасні аспекти / В.С. Пікалюк, В.В. Ткач, А.А. Чопікян // Кримський журнал експериментальної і клінічної медицини. – 2016. – Т. 6, № 3. – С. 167-175.
15. Фоминых Т.А., Дьяченко А.П., Андреева И.А. Синусно-венозные взаимоотношения в области основания черепа // Кримський журнал експериментальної і клінічної медицини. – 2017. – Т. 7, № 4. – С. 67-74.
16. Шмидт Е.В. Сосудистые заболевания головного и спинного мозга / Е.В. Шмидт, Д.К. Лунев, Н.В. Верещагин. – Москва: Медицина, 1976. – С. 227-244.
17. Turygin V.V. Characteristics of mast cells in the choroid plexus of the ventricles of the human brain in aging / V.V. Turygin, T.M. Babik, A.A. Boyakov // Neuroscience and Behavioral Physiology. – 2005. – Vol. 35, № 9. – P. 909-911.
18. Fisher R.G. The metabolic activity of the choroid plexus / R.G. Fisher, J.H. Copenhaver // Journal of Neurosurgery. – 1959. – Vol. 16, No. 2. – P. 167-176.