

© Т. М. Бабик, 2005
УДК 611.813.8.018:612.67

*Т. М. Бабик**

МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭПИТЕЛИОЦИТОВ СОСУДИСТЫХ СПЛЕТЕНИЙ ЖЕЛУДОЧКОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПРИ СТАРЕНИИ

Кафедра анатомии человека (зав. — проф. В.В.Турыгин) Челябинской государственной медицинской академии

Проведено морфометрическое изучение эпителиоцитов ворсинок сосудистых сплетений бокового (гломус), III и IV (латеральная часть) желудочков головного мозга людей в возрасте от 22 до 89 лет. Определяли высоту, ширину и площадь сечения клеток, а также площади сечения их ядер и цитоплазмы с последующим вычислением ядерно-цитоплазматического отношения. Установлено, что форма эпителиоцитов различна и связана с их локализацией на поверхности ворсинок. Высота эпителиоцитов, площадь сечения цитоплазмы и самих клеток имеют наибольшую величину в сосудистом сплетении бокового желудочка, площадь сечения ядра и ядерно-цитоплазматическое отношение эпителиоцитов — в сосудистом сплетении IV желудочка, что связано с особенностями их функционирования. При старении происходит уменьшение величины эпителиоцитов и их ядер и снижение ядерно-цитоплазматического отношения с развитием адаптационных перестроек.

Ключевые слова: эпителиоциты, сосудистые сплетения, морфометрия, старение.

В формировании гематоликворного барьера, по современным данным [6], принимают участие все тканевые составляющие сосудистых сплетений головного мозга: эпителий, капилляры и соединительная ткань ворсинок. Тем не менее, важнейшим элементом гематоликворного барьера является эпителий, благодаря обеспечению им, наряду с фильтрацией, активного транспорта компонентов плазмы крови в спинномозговую жидкость и секреции в нее ряда веществ [14, 15, 18].

Происходящие в процессе старения изменения количества и состава спинномозговой жидкости [12, 17], вероятно, связаны с изменениями морфофункциональной организации хориоидального эпителия, однако, судя по литературным данным, его комплексный количественный анализ в возрастном аспекте не проводился.

Цель настоящей работы — изучение морфометрических параметров эпителиоцитов ворсинок сосудистых сплетений бокового, III и IV желудочков головного мозга человека при старении.

Материал и методы. Исследованы сосудистые сплетения бокового (гломус), III и IV (латеральная часть) желудочков головного мозга, полученные при аутопсии 56 трупов людей обоего пола в возрасте 22–29 лет, умерших от причин, не связанных с заболеваниями центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Были выделены 4 возрастные группы: зрелый возраст I период (22–35 лет — мужчины и 21–35 лет — женщины), зрелый возраст II период (36–60 лет — мужчины и 36–55 лет — женщины), пожилой (61–74 года — мужчины и 56–74 года — женщины) и старческий возраст (75 лет и старше).

Материал фиксировали в 10% нейтральном формалине и заливали в парафин, используя в качестве промежуточной среды метилсалицилат — целлоидин [4], после чего готовили серийные срезы толщиной 5–7 мкм, которые окрашивали гематоксилином Эрлиха—эозином. Линейные параметры клеток (высота и ширина) и ядер (длинный и короткий диаметры) определяли с помощью винтового окулярного микрометра МОВ-1-15х при 900-кратном увеличении. Площадь сечения ядер клеток определяли по формуле: $S = \pi a \cdot b$, где a и b — полу диаметры ядра, а площадь сечения клеток — планиметрическим мето-

дом с использованием квадратной сетчатой окулярной вставки с 289 точками [1] при увеличении в 1575 раз. В каждом из сосудистых сплетений определяли параметры 600 клеток. Оценку значимости различий проводили по критерию Стьюдента. Различия считали значимыми при $P < 0,05$.

Результаты исследования. Форма эпителиоцитов, покрывающих ворсинки сосудистых сплетений различна и во многом определяется их локализацией на поверхности ворсинок, представляющих собой листовидные образования высотой 50–80 мкм, содержащие капиллярные петли. Так, 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 2–3 раза больше ширины, клетки по форме приближаются к цилиндрическим. В целом, на основании средних значений (таблица), в I периоде зрелого возраста высота эпителиальных клеток преобладает над шириной на 23,6% в сосудистом сплетении бокового желудочка, на 21,3% — в сосудистом сплетении III желудочка и на 8% — в сосудистом сплетении IV желудочка, являясь наибольшей у эпителиоцитов гломуса. С возрастом, начиная с 36 лет, происходит значимое ($P < 0,05$) снижение высоты эпителиоцитов в сосудистых сплетениях всех желудочков (на 18,8% — в сосудистом сплетении бокового желудочка, на 15,4% — в сосудистом сплетении III желудочка и на 14,6% — в сосудистом сплетении IV желудочка в старости) при неизменении или даже увеличении значений их ширины, в результате чего в гломусе и сосудистом сплетении III желудочка соотношение высоты и ширины эпителиоцитов приближается к 1,0, а в сосудистом сплетении IV желудочка ширина эпителиоцитов становится больше высоты.

Площади сечения эпителиоцитов и их цитоплазмы во всех возрастных группах являются наибольши-

Морфометрические параметры эпителиоцитов сосудистых сплетений (СС) желудочков головного мозга человека ($\bar{x} \pm s_x$)

Исследованные параметры	СС	Возрастные группы			
		Зрелый возраст, I период (n=15)	Зрелый возраст, II период (n=15)	Пожилой возраст (n=13)	Старческий возраст (n=13)
Высота клетки, мкм	Гл	13,7±0,6	11,4±0,4*	11,4±0,4*	11,1±0,3*
	III	12,4±0,4	10,9±0,4*	10,29±0,17*	10,35±0,19*
	ЛЧ	11,8±0,6	10,2±0,3*	10,13±0,23*	10,09±0,27*
Ширина клетки, мкм	Гл	10,4±0,5	9,6±0,4	10,3±0,4	10,4±0,24
	III	9,7±0,4	9,58±0,28	9,49±0,17	9,97±0,27
	ЛЧ	10,9±0,4	9,7±0,4*	9,8±0,3*	10,39±0,29
Площадь сечения клетки, мкм ²	Гл	143±6	110±7*	117±5*	116±5*
	III	121±6	104±4*	97,6±2,4*	103,2±2,5*
	ЛЧ	128±6	99±6*	99±4*	105±3*
Площадь сечения цитоплазмы, мкм ²	Гл	127±7	96±7*	103±5*	102±5*
	III	106±6	91±5	84,9±2,4*	91,1±2,6*
	ЛЧ	112±6	85±6*	85±4*	92±4*
Площадь сечения ядра, мкм ²	Гл	15,5±0,6	14,0±0,4*	13,5±0,4*	13,43±0,29*
	III	14,6±0,6	13,5±0,4	12,8±0,3*	12,1±0,5*,**
	ЛЧ	16,2±0,7	14,7±0,5	13,8±0,6*	12,7±0,4*,**
Ядерно-цитоплазмennое отношение	Гл	0,120±0,009	0,150±0,012	0,130±0,008	0,130±0,006*
	III	0,140±0,006	0,150±0,007	0,140±0,007	0,130±0,005**
	ЛЧ	0,150±0,007	0,170±0,011	0,160±0,008	0,140±0,007**

Примечание. Гл — гломус СС бокового желудочка; III — СС III желудочка; ЛЧ — латеральная часть СС IV желудочка.

*Различия значимы по сравнению с показателями в I периоде зрелого возраста; ** по сравнению с показателями во II периоде зрелого возраста при $P < 0,05$.

ми в сосудистом сплетении бокового желудочка, превышая данные параметры в сосудистом сплетении III желудочка в среднем на 10,8% и 11,7%, в сосудистом сплетении IV желудочка — на 12,1% и 13,6% соответственно. При старении, начиная с II периода зрелого возраста, площадь сечения эпителиальных клеток и их цитоплазмы в сосудистых сплетениях значимо снижается, с небольшими колебаниями в пожилом и старческом возрасте, максимальное сжатие площади эпителиоцитов составляет 19–23%, цитоплазмы — 19,9–24,6%.

Ядра эпителиоцитов сосудистых сплетений эллипсоидной формы, реже круглые и занимают центральную часть клетки. У эпителиоцитов, расположенных на верхушках ворсинок, локализация ядер центрально-базальная и базальная. Площадь сечения ядра и ядерно-цитоплазмennое отношение эпителиоцитов в зрелом и пожилом возрасте преобладают в сосудистом сплетении IV желудочка, в старческом возрасте — в сосудистом сплетении бокового желудочка. С возрастом, начиная с 36 лет, происходит последовательное снижение площади сечения ядра эпителиоцитов, достигающее, после 75 лет, 13,5% в гломусе, 17,6% — в сосудистом сплетении III желудочка и 21,5% — в латеральной части сосудистого сплетения IV желудочка. Наибольшие значения ядерно-цитоплазмennого отношения в сосудистых сплетениях всех желудочков приходится на II период зрелого возраста, снижение этого параметра к старческому возрасту составляет 13,3–17,6%.

Обсуждение полученных данных. Преобладание высоты эпителиоцитов над шириной в

области верхушек ворсинок — местах, где образующие ворсинки капиллярные петли имеют расширения и где процессы транкапиллярного обмена веществ протекают наиболее интенсивно [13], свидетельствует о наличии прямой зависимости между высотой хориоидальных эпителиоцитов и уровнем продукции ими спинномозговой жидкости. Проведенный анализ средних значений высоты эпителиоцитов свидетельствует о наиболее активном участии в образовании ликвора этих клеток сосудистого сплетения бокового желудочка. Среди эпителиальных тканей подобная зависимость между высотой клеток и их функциональной активностью характерна для фолликулярного эпителия щитовидной железы [2, 11].

Другими показателями состояния клетки являются величина ядра и ядерно-цитоплазмennое отношение. Изменение этих параметров в обычных условиях происходит при делении клетки, росте и дифференцировке, а также при различных ее функциональных состояниях [9]. Известно, что эпителиоциты сосудистых сплетений теряют способность к делению еще в ходе пренатального гистогенеза и их обновление, вероятнее всего, осуществляется за счет пролиферации клеток камбиальных зон, расположенных на границе эпителия с эпендимой желудочков [5]. Таким образом, изменения размеров ядер хориоидальных эпителиоцитов не могут быть связаны с делением и развитием клеток, а отражают интенсивность происходящих в них процессов синтеза и секреции веществ. Подтверждением этому может служить более высокое ядерно-цитоплазмennое отношение у темных эпителиоцитов сосудистых сплетений, чем у светлых [8]. Полученные данные позволяют

предположить преобладание белоксинтезирующей и секреторной функций у эпителиоцитов сосудистого сплетения IV желудочка.

Уменьшение высоты эпителиоцитов сосудистых сплетений с возрастом свидетельствует о снижении продукции ими спинномозговой жидкости, хотя общее количество ликвора при старении увеличивается (в связи с атрофией вещества мозга и расширением желудочков и субарахноидального пространства) [7, 16]. Уменьшение размеров ядер и ядерно-цитоплазматического отношения хориоидальных эпителиоцитов с возрастом свидетельствует также об ослаблении их синтетической и секреторной функций, что согласуется с данными о снижении скорости синтеза клетками суммарных белков в старости [3]. Вместе с тем, наряду с общим уменьшением величины эпителиоцитов и их ядер при старении, встречаются отдельные крупные клетки и клетки с гипертрофированными ядрами, что может быть проявлением адаптационных перестроек (витаукта) [10], характерных для возрастных изменений структур головного мозга.

ЛИТЕРАТУРА

- Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М., Медицина, 1990.
- Быков В.Л. Возрастные изменения щитовидной железы мышей А/Не. Арх. анат., 1976, т. 70, вып. 6, с. 41–47.
- Ванюшин Б.Ф. и Бердышев Г.Д. Молекулярно-генетические механизмы старения. М., Медицина, 1977.
- Коржевский Д.Э. Использование метилсалицилата в качестве промежуточной среды при заливке в парафин. Морфология, 1996, т. 109, вып. 1, с. 105.
- Коржевский Д.Э. Пролиферативные зоны в эпителии сосудистых сплетений головного мозга эмбриона человека. Морфология, 1999, т. 115, вып. 3, с. 38–41.
- Коржевский Д.Э. Структурные основы становления гемато-ликворного барьера у человека. Успехи физиол. наук, 2002, т. 33, вып. 4, с. 43–52.
- Макаров А.Ю. Клиническая ликворология. Л., Медицина, 1984.
- Орманджиева В.К. Морфометрический анализ эпителиоцитов сосудистых сплетений желудочков мозга в онтогенезе крысы. Морфология, 2003, т. 124, вып. 6, с. 30–33.
- Рябинина З.А. и Бенюш В.А. Полиплоидия и гипертрофия клеток в процессах роста и восстановления. М., Медицина, 1973.
- Старение мозга. Под ред. В.В. Фролькиса, В.В. Безрукова, Л.Н. Богацкой и др. Л., Наука, 1991.
- Хмельницкий О.К. Цитологическая и гистологическая диагностика заболеваний щитовидной железы. СПб., СОТИС, 2002.
- Цветанова Е.М. Ликворология. Киев, Здоровье, 1986.
- Чернух А.М., Александров П.Н. и Алексеев О.В. Микроциркуляция. М., Медицина, 1984.
- Brown P.D., Davies S.L., Speake T. and Millar I.D. Molecular mechanisms of cerebrospinal fluid production. Neuroscience, 2004, v. 129, № 4, p. 957–970.
- Herbert J., Wilcox J.N., Pham K.T. et al. Transthyretin: a choroid plexus-specific transport protein in human brain. The 1986 S. Weir Mitchell award. Neurology, 1986, v. 36, № 7, p. 900–911.
- Kleine T.O., Hackler R., Lutcke A. et al. Transport and production of cerebrospinal fluid (CSF) change in aging humans under normal and diseased conditions. Z. Gerontol., 1993, v. 26, № 4, p. 251–255.
- Preston J.E. Ageing choroid plexus-cerebrospinal fluid system. Microsc. Res. Tech., 2001, v. 52, № 1, p. 31–37.
- Redzic Z.B. and Segal M.B. The structure of the choroid plexus and the physiology of the choroid plexus epithelium. Adv. Drug. Deliv. Rev., 2004, v. 56, № 12, p. 1695–1716.

Поступила в редакцию 01.09.2005 г.

MORPHOMETRIC CHARACTERISTIC OF EPITHELIOCYTES OF CHOROID PLEXUS OF HUMAN BRAIN VENTRICLES IN AGING

T.M. Babik

Epitheliocytes of choroid plexus vili of lateral (glomus), III and IV (lateral portion) brain ventricles were studied in humans aged 22 to 89 years. Height, width and profile area of the cells, as well as nuclear and cytoplasmic profile areas were measured and nucleo-cytoplasmic indexes were calculated. The shape of epitheliocytes was found to be variable and to be associated with their location on the vilus surface. Epitheliocyte height, cytoplasmic and cell profile area were maximal in the choroid plexus of lateral ventricle, nuclear profile area and epitheliocyte nucleo-cytoplasmic index — in the choroid plexus of IV ventricle. These differences in epitheliocyte parameters are thought to be associated with the peculiarities of their functioning. In the process of aging, the dimensions of epitheliocytes and their nuclei were found to decrease, while the nucleo-cytoplasmic index was reduced, reflecting the development of adaptational remodeling.

Key words: *epitheliocytes, choroid plexus, morphometry, age changes.*

Department of Human Anatomy, Chelyabinsk State Medical Academy.