

4. Mitra S.K., Chakraborty, S. Microfluidics and Nanofluidics Handbook. Chemistry, Physics, and Life Science Principles // CRC Press, Taylor & Francis Group. – 2011. – 1075 p.
5. Abgrall P., Nguyen N.-T. Nanofluidics. Boston, London: Artech House. – 2009. – 204 p.
6. Friedman M. Principles and Models of Biological Transport. Springer-Verlag Berlin Heiderberg GmbH. – 1986. – 260 p.
7. Nagelhus E.A. et al. Physiological roles of aquaporin-4 in brain // *Physiol Rev.* – 2013. – Vol. 93. – P. 1543-62.
8. Wagshul M. et al. The pulsating brain: A review of experimental and clinical studies of intracranial pulsatility // *Fluids Barriers CNS.* – 2011. – Vol. 8. – P. 1-23.
9. Titovets E. Novel Computational Model of the Brain Water Metabolism: Introducing an Interdisciplinary Approach // *J. Comp. Biol. Sys.* – 2018. – Vol. 103, № 2. – P. 1-11.
10. Titovets E. Computer Modeling of Convective Mass Transfer of Glucose, Oxygen and Carbon Dioxide in the Neurovascular Unit // *J. Comp. Biol. Sys.* – 2019. – Vol. 4, № 1. – P. 1-8.

ГЕТЕРОГЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕЙРОГЛОБИНА В МОЗГЕ КРЫСЫ: ВОЗМОЖНОЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Узлова Е. В.¹, Зиматкин С. М.²

¹Гродненский государственный университет имени Я. Купалы,
г. Гродно, Беларусь

²Гродненский государственный медицинский университет, г. Гродно, Беларусь
smzimatkin@mail.ru

Введение. Нейроглобин (Ngb) относится к белкам глобинового семейства, содержащих гем в качестве простетической группы. Ngb синтезируется преимущественно в мозге, где он обеспечивает кислородный гомеостаз нейронов за счет способности связывать и переносить кислород, связывать оксид углерода (II) и активные формы кислорода и азота при ишемии/гипоксии мозга, при этом играет значимую роль в предотвращении апоптоза.

Гиперэкспрессия Ngf в спинном мозге создает условия для его скорейшего восстановления после повреждения за счет подавления апоптоза, повышения активности каталазы и супероксиддисмутазы и снижения уровней цитохрома с, каспазы-4, что подтверждает функцию Ngf как нейропротектора за счет регуляции свободных форм кислорода и азота при патологии [1]. До настоящего времени не установлены закономерности распределения Ngf в структурах мозга крысы и его связь с функциональными особенностями этих структур.

Цель – выяснение распределения нейроглобина в функционально разных структурах мозга крысы.

Методы исследования. В исследовании использован материал от 5 беспородных белых крыс-самцов массой 220-250 г. Животных содержали в стандартных условиях вивария. Крыс декапитировали, быстро извлекали головной мозг. Фронтальными разрезами мозг делили на три части, которые фиксировали в цинк-этанол-формальдегиде при +4°C в течение 20 часов, затем заключали в парафин. Таким же образом обрабатывали и образцы шейного отдела спинного мозга. Через каждые 500 мкм с помощью микротомы (LeicaRM 2125 RTS, Германия) готовили серию парафиновых срезов головного мозга толщиной 5 мкм. Срезы монтировали на предметные стекла. Один срез из каждой серии окрашивали толуидиновым синим по методу Ниссля для идентификации структур мозга, а соседний – для выявления содержания нейроглобина. Соседний срез из каждой серии использовали для выявления Ngf. При проведении иммуногистохимического исследования Ngf применяли первичные моноклональные мышиные антитела Anti-Neuroglobin antibody фирмы Abcam (Великобритания, ab. 37258) в разведении 1:600 (выбрано как оптимальное из разведений от 1:100 до 1:2000), экспозиция 20 ч, при +4°C во влажной камере. Для выявления связавшихся первичных антител использовали набор EXPOSE Mouse and Rabbit specific HRP/DAB detection IHC kit Abcam (Великобритания, ab. 80436). Изучение и микрофотографирование препаратов проводили при разных увеличениях микроскопа Axioskop 2 plus (Zeiss, Германия) и цифровой видеокамеры Leica DFC 320 (Leica Microsystems GmbH, Германия).

Результаты и их обсуждение. Иммунореактивность Ngb в головном мозге крысы выявлялась как в нейронах, так и в глиальных клетках, особенно в эпендимоцитах, выстилающих желудочки головного мозга, меньше – в эпендимоцитах сосудистых сплетений. В нейронах она выявлялась преимущественно в цитоплазме, меньшая – в отростках; в ядрах нейронов она не определялась.

Содержание исследуемого белка значительно варьирует в нейронах разных отделов и структур головного мозга. Так, в нейронах теменной, височной и затылочной коры больших полушарий мозга иммунореактивность Ngb была умеренной: она почти не определялась в наружном зернистом слое, появлялась в наружном пирамидном и нарастала во внутреннем пирамидном и мультиформном слоях. Значительно выше Ngb-иммуно-реактивность была в пирамидных нейронах гиппокампа. В коре мозжечка высокая иммунореактивность Ngb характерна для клеток Пуркинье и нейронов ядер мозжечка; в нейронах зернистого слоя она умеренная, а в звёздчатых нейронах молекулярного слоя – низкая.

Содержание Ngb в нейронах разных ядер ствола мозга варьировало от среднего до высокого. Выявлено интенсивное иммуноокрашивание нейронов в габенулярных ядрах промежуточного мозга, умеренное – в интерпедункулярных ядрах покрышки среднего мозга. В нейронах ядер продолговатого мозга – гигантоклеточном, медиальном, спинальном вестибулярных, подъязычном, в спинномозговом ядре тройничного нерва и медулярном ретикулярном поле – иммунореактивность Ngb варьировала от средней до высокой.

В поперечном срезе шейного отдела спинного мозга наиболее интенсивно иммуноокрашены мотонейроны в передних рогах, слабее – вставочные нейроны боковых и задних рогов. В белом веществе спинного мозга, в поперечно разрезанных миелиновых нервных волокнах интенсивное иммуноокрашивание наблюдалось в отростках нейронов (осевых цилиндрах); при этом миелиновая оболочка волокон не окрашивалась.

В целом результаты нашего исследования указывают на неравномерное региональное и клеточное распределение Ngb в головном и спинном мозге крысы. При этом установлено более

высокое содержание Ngb в нейронах филогенетически более старых отделов мозга (спинной мозг, ствол мозга, по сравнению с корой мозга и мозжечка, более старые отделы коры мозга, по сравнению с неокортексом) и типах нейронов (в эффекторных и рецепторных, по сравнению со вставочными). Возможно, это одна из причин более высокой устойчивости данных структур к гипоксии/ишемии и окислительному стрессу.

Необходимо дальнейшее углубленное, количественное сравнительное исследование иммунореактивности Ngb в структурах мозга крысы для выявления его связей с нейромедиаторной природой и функциями нейронов. Это позволит оценить роль нейроглобина в устойчивости нейронов мозга к ишемии/гипоксии, а также в развитии процессов нейродегенерации.

Выводы. Нейроглобин имеет гетерогенное региональное и клеточное распределение в головном и спинном мозге крысы. Его содержание выше в нейронах филогенетически старых отделов мозга (спинной мозг, ядра ствола мозга и мозжечка, древние отделы коры мозга) и глубоких слоях коры мозга, отличающихся более высокой устойчивостью к гипоксии и окислительному стрессу.

Литература

1. Узлова Е. В., Зиматкин С.с М. Нейроглобин: строение, функции, локализация в мозге в норме и при патологии // Новости медико-биологических наук. – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 91-96.

КОРРЕКЦИЯ ЭРИТРОПОЭТИНОМ ЭФФЕКТОВ ЛИПОПОЛИСАХАРИДА

Фираго М. Э.

Гродненский государственный медицинский университет, г. Гродно, Беларусь
rainbow@grodno.net

Введение. Большинство патологических состояний сопровождается развитием окислительного стресса (ОС), который является одним из универсальных механизмов повреждения