

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КРАСНОГО ЯДРА СОБАК

Е.Р. Эрастов, д-р мед. наук, доцент

Приволжский исследовательский медицинский университет
(Россия, г. Нижний Новгород)

Аннотация. Работа произведена на 26 беспородных интактных собаках-самцах, содержащихся в стандартных условиях вивария. Выраженный разброс ключевых показателей, характеризующих нейроглиальную систему красного ядра, позволяет говорить об исключительном полиморфизме этой структуры, являющейся одним из ключевых образований, по состоянию которых можно судить о неврологической конституции индивида.

Ключевые слова: интактные животные – красное ядро.

Развитие локомоторной системы было сложным и противоречивым. В настоящее время нет ответа на вопрос, почему локомоторный аппарат так сложно организован, почему существует как минимум две системы, контролирующих сокращение поперечнополосатых мышц – пирамидная и экстрапирамидная. Известно одно – экстрапирамидная система представляет собой очень сложное, многоуровневое образование, одним из ключевых элементов которой является красное ядро.

Материал и методы исследования. Работа произведена на 26 беспородных собаках-самцах. Исследования проводились в соответствии с приказом Минвуза СССР № 742 от 13.11.84 «Об утверждении правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» и № 48 от 23.01.85 «О контроле за проведением работ с использованием экспериментальных животных». Для получения более однородного морфологического материала мы соблюдали следующие условия:

1) объектом исследования избрали беспородных собак, отбор которых ограничили по полу (использовали только самцов) и возрасту - 2-3 года;

2) взятие материала проводили исключительно в первую половину дня;

3) все животные содержались в стандартных условиях вивария, получали одинаковое питание и использовались в эксперименте после карантина и снятия обстановочного рефлекса.

Для решения задач, поставленных в работе, изучалось красное ядро (КЯ) на

уровне верхних холмиков среднего мозга и четвертый поясничный сегмент спинного мозга.

Животному внутривенно вводили 10% раствор тиопентала натрия (из расчета 0,5 мл на кг массы тела). Взятие материала проводили через 30 минут после остановки сердца. При помощи безопасной бритвы извлекали участок среднего мозга на уровне верхнего двуххолмия и разлагали на 2 кусочка. Первый кусочек помещали в 12% раствор формалина для дальнейшей заливки в блоки. Второй кусочек замораживали в охлажденном до -70° жидким азотом изооктане и после изготовления криостатных срезов инкубировали в средах для выявления ферментов.

Кусочки нервной ткани, предназначенные для морфометрии, после стандартной спиртовой проводки помещали в парафинцеллоидиновые блоки, которые в дальнейшем резали на санном микротоме (толщина срезов 7 мк) и окрашивали по Нисслю крезильным фиолетовым. Гистоэнзиматический метод включал постановку реакций на сукцинатдегидрогеназу (К.Ф.1.3.99.1).

На препаратах, окрашенных по Нисслю, на микроскопе МБИ-6 проводили количественную и качественную оценку нервных и глиальных клеток. У каждого животного подсчитывался процент нормохромных и гиперхромных нейронов, а также клеток с различными видами хроматолиза - частичным (перинуклеарным, периферическим, равномерным) и тотальным. При помощи окулярмикрометра МОВ-1-15хУ42

(увеличение 750) измерялись больший и меньший диаметры перикариона, ядра нервной клетки, глиального ядра. Объем нейронов, а также нервных и глиальных ядер вычисляли по формуле трехосного эллипсоида ($V = \pi/6 \cdot AB \cdot (A+B) / 3$), к которому наиболее близки эти объекты и которая дает наименьшую ошибку [1].

Клетки измерялись только при обязательном наличии ядрышка, свидетельствующим о том, что измеряется вся клетка, а не часть ее. Обработку первичных данных по морфометрическим параметрам нейроглиальной системы проводили при помощи специально составленной программы, адаптированной для наших структур.

Фотометрию осуществляли на цифровом сканирующем интегрирующем микрофотометре, созданном на базе микроскопа МБИ-6.

Результаты собственного исследования и их обсуждение. На гистологических срезах среднего мозга, произведенных через верхнее двухолмие, КЯ идентифицируется в виде двух субъединиц. Вентрально располагается крупноклеточная часть неправильной овальной формы, дорзальнее и медиальнее - мелкоклеточная. Морфометрическое исследование проводили только в крупноклеточной части, цитофотометрию - в обеих частях.

Нейроны крупноклеточной части КЯ визуально ничем не отличаются от нервных клеток нижележащих структур ЦНС, в частности, мотонейронов спинного мозга [2]. Вещество Ниссля в виде крупных ромбовидных образований равномерно распределено по цитоплазме. В некоторых клетках хорошо окрашивается начальный участок аксона, лишенный тигроида. В каудальных зонах КЯ чаще отмечаются крупные нейроны, располагающиеся одиночно или небольшими группами по 2-3 клетки. Интересно, что похожая организация КЯ обнаружена и у человека [3].

Количество нормохромных клеток КЯ колебалось от 76% до 92%, а в среднем по группе это число составило $85,43 \pm 1,43\%$.

Количество клеток с перинуклеарным хроматолизом отличалось большим диапазоном. Оно колебалось от 4% до 16%. Характерно, что пояс просветления цитоплазмы в различных клетках был выражен по-разному. Глубьки тигроида, смещенные к периферии нейрона, визуалью не отличались от глубьок, содержащихся в нормохромных клетках.

Число клеток с равномерным хроматолизом в среднем по группе составило $1,71 \pm 0,55\%$ (при колебаниях от 0 до 4%).

Нейроны с тотальным хроматолизом в интактной группе не обнаружены. Такие глубокие изменения нервных клеток отмечены при интоксикациях и экспериментальной ишемии [4, 5].

Среднее число гиперхромных клеток составило $4,00 \pm 0,59\%$ при колебаниях от 0 до 8%. Характерно, что лишь у двух животных такие клетки не наблюдались. Среди них часто встречались пикноморфные, сморщенные нейроны, с темным ядром и едва различимым ядрышком. Интересно, что некоторые авторы связывают появление подобных клеток с преждевременным старением [6]. У некоторых пикноморфных клеток хорошо окрашивался не только аксонный холмик, но и передний участок аксона. Как правило, все гиперхромные клетки отличались большими размерами.

Средний показатель объемов нейронов крупноклеточной части КЯ составил $8451,29 \pm 380,73 \text{ мкм}^3$. Наименьшее значение было $7196,95 \pm 638,05 \text{ мкм}^3$, наибольшее - $10591,89 \pm 966,51 \text{ мкм}^3$.

Объем цитоплазмы колебался от $5345,38$ до $9652,84 \text{ мкм}^3$ при среднем значении, равном $7576,57 \pm 334,11 \text{ мкм}^3$.

Объем ядер нейронов также показал значительные колебания. Минимальное значение составило $619,03 \pm 35,08 \text{ мкм}^3$. Интересно, что максимальная величина объема ядра выявлена у животного, обнаружившего сравнительно небольшие значения объема клетки и объема цитоплазмы и составила $1011,67 \pm 60,63$

мкм³. Средний показатель был равен 874,72 ± 30,48 мкм³.

Объем глиального ядра колебался от 19,46 ± 2,98 до 31,41 ± 3,40 мкм³ при среднем показателе, равном 25,70 ± 1,14 мкм³.

Глиальный индекс нервных клеток КЯ колебался от 0,96 до 1,76 при среднем показателе, составившем 1,29 ± 0,07%. Такие большие колебания гли-

ального индекса, свидетельствующего о функциональной активности нейрона и тесно связанного с системой микроциркуляции [7] позволяют сделать вывод о различном исходном уровне работоспособности интактных животных.

Данные об оптической плотности продукта реакции СДГ в различных структурах КЯ представлены в таблице 1.

Таблица 1. Оптическая плотность продукта реакции СДГ в элементах КЯ (усл. ед.)

Объекты изучения	Оптическая плотность
Нейроны крупноклеточной части КЯ	0,155±0,004
Сателлиты крупноклеточной части КЯ	0,120±0,003
Нейропилы крупноклеточной части КЯ	0,115±0,003
Нейроны мелкоклеточной части КЯ	0,161±0,004
Сателлиты мелкоклеточной части КЯ	0,123±0,003
Нейропилы мелкоклеточной части КЯ	0,117±0,003

Выраженное колебание значений оптической плотности СДГ, отмеченное в нервных клетках, позволило разделить все нейроны на три класса - с высоким, средним и низким значением оптической плотности фермента. Показатель оптической плотности продукта реакции крупноклеточной части КЯ также обнаружил большие колебания у отдельных животных - от 0,135±0,001 до 0,199±0,002 у.е. В мелкоклеточной части КЯ оптическая плотность фермента варьировала еще в большей степени - от 0,138±0,001 до 0,206±0,002 у.е. Интересные результаты получены при типировании нервных клеток КЯ (таб. 2). В мелкоклеточной части КЯ обнаружено значительное число нервных клеток, характеризующихся как высоким, так и

низким уровнем окислительного метаболизма за счет уменьшения числа «промежуточных» нейронов. Диапазон колебаний значений оптической плотности в глиальных элементах несколько уже, чем в нейронах. Так, в сателлитах нейронов крупноклеточной части КЯ этот показатель принимает минимальное значение, равное 0,095±0,002 у. е. и максимальное - 0,139±0,001 у.е. В глие мелкоклеточной части обнаружен более широкий диапазон колебаний - от 0,097±0,003 до 0,154±0,001 у. е. Оптическая плотность продукта реакции фермента в нейропиле КЯ, как и в спинном мозге, несколько меньше, чем в глиальной капсуле - в крупноклеточной части на 4,17 %, в мелкоклеточной - на 4,88% (p > 0,05).

Таблица 2. Относительная энтропия и распределение по типам нейронов различных отделов ЦНС на основе оптической плотности продукта реакции СДГ животных интактной группы (%)

Объекты изучения	Относительная энтропия	Оптическая плотность		
		низкая	средняя	высокая
Крупноклеточная часть КЯ	0,900±	27,27±	35,68±	36,59±
	0,011	2,49	3,09	3,76
Мелкоклеточная часть КЯ	0,871±	33,86±	30,91±	35,00±
	0,017	3,14	3,02	3,97

Полученные нами морфологические и гистоэнзиматические данные об индивидуальных особенностях строения нервных и глиальных клеток КЯ беспородных собак-самцов свидетельствуют о крайней сложности этого образования. Выраженный разброс ключевых показателей, характеризующих нейрог-

лиальную систему красного ядра, позволяет говорить об исключительном полиморфизме этой структуры, являющейся одним из ключевых образований, по состоянию которых можно судить о неврологической конституции индивида.

Библиографический список

1. Гейнисман Ю.Я. Структурные и метаболические проявления функции нейрона. - М.: Наука, 1974. – 207 с.
2. Kochetkov A.G., Erastov E.R. Morphofunctional characteristics of spinal cord neurons after single integrative motor loads//Neuroscience and Behavioral Physiology. - 2004. - Т. 34. - № 7. - С. 693-696.
3. Аверкиев А.А., Васильев Ю.Г. Ангиоархитектонические и нейроархитектонические особенности красного ядра. //Морфологические ведомости. – 2006. - №1-2. - С. 3-4.
4. Структурно-метаболические нарушения в печени и головном мозге при экспериментальном синдроме Рейе/ Ю.Ю. Мельник, Л.А. Шамардина, И.В., Суходоло и др.// Бюллетень Сибирской медицины. - 2002. - № 14-15. - С. 80-82.
5. Эрстов Е.Р. Гистоэнзиматическая организация клеточных образований моторной коры при воздействии экспериментальной ишемии // Medicus. – 2015, №6. – С. 74-76.
6. Максимова К.Ю., Стефанова Н.А., Логвинов С.В. Морфологические изменения нейронов в гиппокампе крыс при преждевременном старении // Бюллетень сибирской медицины. – 2014. – Т. 13, № 1. – С. 56-61.
7. Изучение нейроно- и глиоглиальных преобразований в клеточных системах головного мозга в норме и при моделировании цереброваскулярной патологии / А.Н. Макаренко, В.Н. Бибикова, Н.Н. Терещенко и др. // Сибирский журнал гастроэнтерологии и гепатологии. – 2014. – Т. 14, № 1. - С. 102-107.

STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE RED NUCLEUS OF DOGS

E.R. Erastov, *doctor of medicine sciences, associate professor*
Privolzhsky research medical university
(Russia, Nizhny Novgorod)

Abstract. *The work was performed on 26 mongrel intact male dogs, contained in standard vivarium conditions. The pronounced dispersion of the key indicators characterizing the neuroglycal system of the red nucleus allows us to speak about the exceptional polymorphism of this structure, which is one of the key entities, in terms of which one can judge the neurological constitution of the individual.*

Keywords: *intact animals - red nucleus.*