

5-07

ISSN 0002-354X

ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК БЕЛАРУСИ

ТОМ 51



5

СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ

2007

50
лет
журналу



ДОКЛАДЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

Выходит шесть номеров в год

Журнал основан в июле 1957 года

МИНСК, БЕЛОРУССКАЯ НАУКА, 2007, ТОМ 51, № 5

Учредитель – Национальная академия наук Беларуси

Редакционная коллегия:

М. В. Мясникович (главный редактор),
Н. С. Казак (зам. главного редактора),
С. В. Абламейко, И. М. Богдевич, Н. А. Борисевич, Г. А. Василевич, Ф. И. Висмонт,
П. А. Витязь, И. Д. Волоотовский, И. В. Гайшун, В. Г. Гусаков, С. А. Жданок, Н. А. Изобов,
А. А. Коваленя, Ф. Ф. Комаров, Е. Ф. Конопля, Н. П. Крутько, В. А. Лабунов, Ф. А. Лахвич,
О. Н. Левко, А. И. Лесникович, В. Ф. Логинов, М. М. Маханек, А. А. Махнач, А. А. Михалевич,
П. Г. Никитенко, Ю. М. Плескачевский, В. И. Семенов, А. Ф. Смеянович,
В. И. Тимошпольский, Л. М. Томильчик, Л. В. Хотылева, А. Л. Худолей, И. П. Шейко,
Т. М. Амосова (ведущий редактор)

Адрес редакции:

220072, Минск, ул. Академическая, 1, к. 119,
т. 284–19–19

<http://nasb.gov.by/rus/publications/dan/>

E-mail: belnauka@infonet.by

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Емелпчев В. А., Кузьмин К. Г. Мера устойчивости эффективного решения векторной задачи целочисленного линейного программирования в случае монотонной нормы.....	5
Семенчук В. Н., Мокеева О. А. Характеризация некоторых классов конечных групп с помощью примарных обобщенно субнормальных подгрупп	8
Забрейко П. П., Кривко-Красько А. В. Общие условия локального минимума гладких функций двух переменных	11
Радьно Е. М., Радьно Я. В., Сидорик А. Г. Характеристика гильбертовых пространств с использованием преобразования Фурье на поле p -адических чисел	17
Королёва О. М., Матус П. П. Об устойчивости разностных схем для уравнений слабосжимаемой жидкости	23
Конюх А. В. Верхние сингулярные показатели, показатели Ляпунова и Боля типичных линейных дифференциальных систем	28
Габасов Р., Дмитрук Н. М., Кириллова Ф. М. Оптимальное управление гиперболической системой	33
Янчевский В. И. Цикличность центральных простых алгебр степени 4 над полями с u -инвариантом не большим 4	39
Закревский А. Д. О разрешимости булевых уравнений	44

ФИЗИКА

- Жестков С. В. О существовании солитонных решений системы связанных уравнений Шредингера с логарифмическим законом нелинейности..... 47
- Макаренко Л. Ф., Коршунов Ф. П., Ластовский С. Б., Мурин Л. И. Кинетика образования и отжига метастабильного углерод-кислородного комплекса в облученном кремнии *p*-типа..... 52
- Ерчак Д. П., Ерчак Е. Д., Редьков В. М. Квантовомеханический аналог уравнения Ландау–Лившица..... 57
- Комаров Ф. Ф., Власукова Л. А., Ювченко В. Н., Волков А. Е., Бородин В. А. Образование треков в аморфном SiO₂ при облучении ионами высоких энергий: расчет на базе модели термического пика..... 65
- Богуш А. А., Длугунович В. А., Жукович С. Я., Курочкин Ю. А., Снопко В. Н. Бикватернионы и матрицы Мюллера..... 71

ХИМИЯ

- Юркова И. Л., Шадыро О. И., Кисель М. А., Арнхольд Ю. Образование керамидов при действии дофамина и ионов двухвалентного железа на цероброзиды..... 77

БИОЛОГИЯ

- Решетников В. Н., Калер В. Л., Булко О. П., Усманов П. Д., Усманова О. В. Соотношение содержания кодируемых в геномах ядра и хлоропласта нативных форм хлорофилла в листьях пигментных мутантов *Arabidopsis thaliana* (L.) Neuph..... 80
- Присяженко О. К., Николайчик Е. А., Евтушенко А. Н. Экспрессия гена харпина HrpN *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* в растениях табака индуцирует гены устойчивости..... 85
- Галковская Г. А., Вежновец В. В., Молотков Д. В. Суточные изменения пространственной структуры *Cladocera* в трофогенном слое воды литоральной зоны стратифицированных озер..... 90
- Спивак С. Г., Яронская Е. Б., Вершилловская И. В., Давыдов В. Ю., Тростянка И. В., Долгопалец В. И., Аверина Н. Г., Кисель М. А. Стимуляция роста и развития растений ячменя липофильными эфирами 5-аминолевулиновой кислоты..... 95
- Кушнерович Е. И., Сивицкая Л. Н., Даниленко Н. Г., Кожух Г. К., Цыбовский И. С., Виллемс Р., Давыденко О. Г. Структура генетического поля Y-хромосомы белоруссов – данные по анализу биаллельных маркеров (на английском языке)..... 100
- Дунай В. И. Распределение NO-эргической системы головного мозга позвоночных в процессе филогенеза .. 106

МЕДИЦИНА

- Сидоренко В. Н., Лобанок Л. М., Можейко Л. Ф. Констрикторные эффекты сосудов плаценты при беременности, осложненной гестозом..... 110

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

- Конищев В. С. Темпы седиментации и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Беларуси..... 114

СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

- Мячикова И. И. Архаическая графическая символика восточных славян..... 119

Технический редактор Т. В. Л е т ъ е н
Компьютерная верстка Н. И. К а ш у б а

Сдано в набор 06.09.2007. Выпуск в свет 26.10.2007. Формат 60×84¹/₈. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 14,88. Усл. кр.-отт. 15,81. Уч.-изд. л. 16,4. Тираж 245 экз. Заказ 285.

Цена номера: индивидуальная подписка – 6490 руб.; ведомственная подписка – 6549 руб.

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Белорусская наука». Лиц. № 02330/0131569 от 11.05.2005 г. 220141. Минск, Ф. Скорины, 40. Свидетельство 453.

Отпечатано в РУП «Издательский дом «Белорусская наука».

© «Издательский дом «Белорусская наука»
Доклады НАН Беларуси, 2007

УДК 612.55:577.334.61

В. И. ДУНАЙ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ NO-ЭРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА
ПОЗВОНОЧНЫХ В ПРОЦЕССЕ ФИЛОГЕНЕЗА

(Представлено академиком Е. Ф. Коноплей)

Белорусский государственный университет, Минск

Поступило 18. 07. 2007

Введение. В настоящее время установлено, что NO-синтезирующие нейроны широко распространены в ЦНС млекопитающих. Большое количество таких нервных клеток содержат мозжечок, гиппокамп и ряд других структур головного мозга [1]. Доказано также участие NO в регуляции различных физиологических функций [2]. Имеются предположения о том, что молекула NO может являться одним из важнейших факторов, участвующих в развитии структуры и функции центральной нервной системы, которая вызывает гибель определенных клеточных структур, играет важную роль в механизмах роста нервных окончаний и формирования синапсов [3]. Получены доказательства участия NO в центральных механизмах терморегуляции при перегревания и экспериментальной лихорадке [4].

Цель данной работы – изучение распределения НАДФН-д/CNO – позитивных нервных клеток в головном мозге у рыб и земноводных (представители анамний), у птиц и млекопитающих (представители амниот), поскольку можно было предполагать, что в процессе филогенеза изменения в распределении NO-синтезирующих нервных клеток в головном мозге развивается параллельно с усложнением и совершенствованием нервной системы и приспособлением к условиям окружающей среды.

Материалы и методы исследования. В экспериментальной части работы использованы 20 взрослых особей карпа чешуйчатого (*Cyprinus carpio*) – представители надкласса рыб, 20 взрослых особей лягушки озерной (*Rana ridibunda*) – представители класса земноводных, 12 домашних кур (*Gallus gallus*) – представители класса птицы и 20 морских свинок (*Cavia porcellus*) – представители класса млекопитающие.

У животных извлекали головной мозг и окрашивали на НАДФН-д изучаемые структуры.

Специальными исследованиями было убедительно доказано, что нейронная синтаза NO (CNO) является никотинамидадениндинуклеотидфосфат-диафоразой [5]. Во-первых, локализация в центральной и периферической нервной системе НАДФН-д-содержащих нейронов, окрашенных гистохимически, соответствует локализации нервных клеток, содержащих CNO, окрашенных с применением методов иммуногистохимии. Во-вторых, CNO и НАДФН-д обнаруживают сходные иммунохимические и биохимические свойства. В-третьих, НАДФН-д активность выявляется *de novo* у клеток с трансформированной кДНК к CNO. Использование гистохимической реакции на НАДФН-д для идентификации CNO-содержащих нейронов возможно только при условии, что исследуемая ткань проходит фиксацию в параформальдегиде. Установлено [5], что при фиксации с помощью параформальдегида инактивируются все НАДФН-зависимые ферменты-окислители, за исключением CNO. Таким образом, при условии фиксации ткани в параформальдегиде, использование гистохимической реакции на НАДФН-д для идентификации NO-синтезирующих нервных клеток является адекватным методом и широко применяется в настоящее время.

В работе использован метод идентификации НАДФН-д-содержащих нейронов [6], с изменением [7]. У животных целиком извлекали головной мозг. Изучаемые структуры отделяли и дополнительно фиксировали их согласно [8] 90 мин в 4%-ном параформальдегиде на фосфатном

буфере (0,1 М, рН 7,4). Участки мозга шесть раз по 30 мин отмывали на холоде с использованием 0,1 М раствора Трис-НСІ (рН 8,0) и инкубировали в 10 и 25 %-ных растворах сахарозы на Трис-НСІ (0,1 М, рН 8,0) в течение 1,5 и 12 ч соответственно.

Объекты помещали на охлажденные металлические блоки, которые ставили в криостат (-25 °С) на 20 мин для замораживания. Из замороженной ткани готовили серийные срезы толщиной 25 мкм, наклеивали их на предметные стекла, которые подвергали хром-желатиновой обработке, и высушивали.

Срезы отмывали от сахарозы в 0,1 М растворе Трис-НСІ (рН 8,0) в течение 5 мин. Гистохимическая процедура заключалась в инкубации срезов в растворе 0,1 М Трис-НСІ (рН 8,0), содержащем НАДФН (1 мМ), нитросиний тетразолий (0,5 мМ), Тритон Х-100 (0,3%) и дикумарол (0,1 мМ) на протяжении 1–2 ч при 22 °С и относительной влажности 95–100%. По окончании гистохимической реакции срезы промывали в растворе Трис-НСІ в течение 5 мин, обезвоживали в этаноле, заключали в канадский бальзам и накрывали покровными стеклами.

Специфичность гистохимической реакции проверяли инкубацией нескольких срезов в растворах, не содержащих нитросиний тетразолий или НАДФН, а также в растворе содержащем НАДФН вместо НАДФН. Химическая основа реакции заключается в образовании преципитата формазана при восстановлении солей тетразолия НАДФН-диафоразой (СНО) в присутствии НАДФН. Таким образом, гистохимическая реакция не должна наблюдаться в случае отсутствия в инкубационной среде любого из основных компонентов (нитросиний тетразолий, НАДФН), а также при использовании НАДФН вместо НАДФН.

Результаты и их обсуждение. При микроскопическом изучении срезов мозга окрашенных на НАДФН-д/СНО, установлено, что все изучаемые структуры головного мозга карпа содержат НАДФН-д/СНО – позитивные нейроны.

При изучении продолговатого мозга окрашенного на НАДФН-д/СНО, установлено, что НАДФН-д/СНО – позитивные нервные клетки имеют не большие размеры 6–12 мкм, плотность их расположения – 48–64 в мм².

В среднем мозге карпа наблюдается увеличение размеров нервных клеток, содержащих НАДФН-д/СНО до 10–16 мкм, однако плотность их не велика (12–20 в мм²). НАДФН-д/СНО – позитивные нервные клетки в переднем и заднем отделах гипоталамуса карпа имеют размеры 6–10 мкм, плотность – 22–34 в мм² (рис. 1). НАДФН-д/СНО – позитивные нервные клетки у карпа обнаружены в переднем мозге, нейроны слабоокрашенные, мелких размеров (4–6 мкм), с невысокой плотностью (2–6 в мм²).

Головной мозг лягушки также содержит НАДФН-д/СНО – позитивные нейроны: в продолговатом мозге размеры 10–16 мкм, плотность – 74–82 в мм²; в среднем мозге – размеры 8–14 мкм, плотность их расположения 18–26 в мм². Передние и задние отделы гипоталамуса лягушки содержат слабоокрашенные НАДФН-д/СНО – позитивные нейроны мелких размеров 6–10 мкм, плотность их расположения – 40–48 в мм² (рис. 2).

При изучении срезов переднего мозга лягушки, окрашенных на НАДФН-д/СНО, установлено наличие в них НАДФН-д/СНО – позитивных нейронов, с размерами от 6 до 12 мкм, плотность – от 4 до 12 в мм².



Рис. 1. НАДФН-д – позитивные нервные клетки в переднем отделе гипоталамуса карпа. Микрофото (×40)



Рис. 2. НАДФН-д – позитивные нервные клетки в переднем отделе гипоталамуса лягушки. Микрофото (×40)

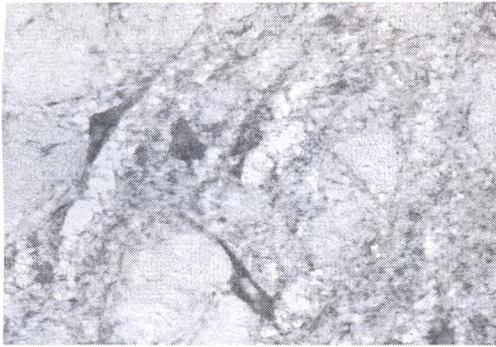


Рис. 3. НАДФН-д – позитивные нервные клетки в переднем гипоталамусе курицы. Микрофото ($\times 100$)

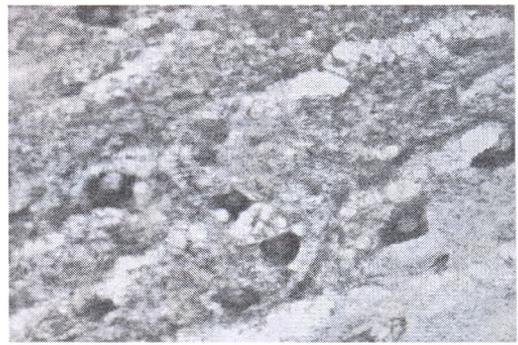


Рис. 4. НАДФН-д – позитивные нервные клетки в переднем гипоталамусе морской свинки. Микрофото ($\times 100$)

Таким образом, установлено, что все изучаемые структуры головного мозга карпа и лягушки содержат НАДФН-д/CNO – позитивные нервные клетки. В продолговатом мозге у исследованных животных наблюдалось большее количество НАДФН-д/CNO – содержащих нейронов по сравнению с другими изученными отделами мозга. Установлено также увеличение количества НАДФН-д/CNO – содержащих нейронов в продолговатом мозге земноводных по сравнению с рыбами. Опыты показали, что гипоталамическая область кур и морских свинок содержит большое количество НАДФН-д/CNO – позитивных нейронов (рис. 3, 4).

При изучении серийных срезов гипоталамуса кур обнаружены крупные, интенсивно окрашенные НАДФН-д/CNO – позитивные нейроны во всех исследуемых структурах: латеральной преоптической области (*Lateral preoptic area*) и медиальной преоптической области (*Medial preoptic area*) – плотность расположения 40–80 в мм^2 , супраоптическом ядре (*Supraoptic nucleus*) и паравентрикулярном ядре (*Paraventricular nucleus*) – плотность – 280–400 в мм^2 , перивентрикулярном ядре (*Periventricular nucleus*) – плотность – 2–18 в мм^2 , вентромедиальном ядре (*Nucleus ventromedialis*), дорсомедиальном ядре (*Nucleus dorsomedialis*) – плотность – 10–480 в мм^2 , латеральной гипоталамической области (*Lateral hypothalamic area*) – плотность – 320–600 в мм^2 , латеральном маммилярном ядре (*Lateral mammillary nucleus*), медиальном маммилярном ядре (*Medial mammillary nucleus*) – плотность – 560–820 в мм^2 и супрамаммилярном ядре (*Supramammillary nucleus*) – плотность – 360–440 в мм^2 .

У морских свинок медианное преоптическое ядро (*Median preoptic nucleus*), также как и переднее комиссуральное ядро (*Anterior commissural nucleus*) содержит НАДФН-д/CNO – позитивные нейроны средних размеров, которые располагаются с высокой плотностью в пределах этих ядер (140–220 в мм^2). Медиальная преоптическая область (*Medial preoptic area*) содержит незначительное количество (плотность 60–120 в мм^2) мелких и средних слабоокрашенных НАДФН-д/CNO – позитивных нервных клеток, что отличает ее от латеральной преоптической области (*Lateral preoptic area*), где с высокой плотностью (340–400 в мм^2) располагаются относительно крупные (16–20 $\mu\text{м}$), интенсивно окрашенные нервные клетки. Несколько хорошо окрашенных крупных (до 24 $\mu\text{м}$) НАДФН-д/CNO – позитивных нервных клеток содержат переднее перивентрикулярное ядро (*Anterior periventricular nucleus*) и преоптическое супрахиазмальное ядро (*Preoptic suprachiasmatic nucleus*).

В пределах супраоптического (*Supraoptic nucleus*), паравентрикулярного (*Paraventricular nucleus*) и круглого (*Nucleus circularis*) ядер обнаружено большое количество средних и крупных (16–26 $\mu\text{м}$), интенсивно окрашенных НАДФН-д/CNO – позитивных нервных клеток, которые располагаются с очень высокой плотностью (640–800 в мм^2).

Дорсомедиальное ядро (*Dorsomedial nucleus*), в особенности его вентролатеральная часть, содержат много умеренно окрашенных мелких нейронов, содержащих НАДФН-д/CNO, которые располагаются в пределах этих ядер с плотностью 300–600 в мм^2 .

В задних отделах гипоталамуса морской свинки НАДФН-д/CNO – позитивные нервные клетки располагаются в пределах нескольких ядер. Так, дорзальные и вентральные премаммилярные ядра (*Nucleus premammillary dorsal et ventral*) содержат мелкие и средние интенсивно окрашенные НАДФН-д/CNO – позитивные нервные клетки, которые располагаются с плотностью

более 1000 в мм². В латеральной части медиального маммиллярного ядра (*Medial mammillary nucleus lateral*) сконцентрированы (плотность более 1000 в мм²) мелкие (10–14 мкм), слабо окрашенные нейроны, содержащие НАДФН-д/CNO. НАДФН-д/CNO – позитивные слабо окрашенные мелкие и средние нервные клетки располагаются со средней плотностью (200–400 в мм²) и в пределах супрамаммиллярного ядра (*Supramammillary nucleus*).

При изучении серийных срезов продолговатого мозга, окрашенных на НАДФН-д у кур и морских свинок, НАДФН-д/CNO – позитивные нейроны обнаружены во всех изучаемых структурах.

Заключение. Установлено изменение количества НАДФН-д/CNO – содержащих нейронов в продолговатом мозге у рыб и земноводных. Наибольшее количество НАДФН-д/CNO – позитивных нейронов наблюдалось у земноводных, что, по-видимому, связано с регуляцией функций дыхания и кровообращения продолговатым мозгом. Также установлено, что в процессе филогенеза от рыб до млекопитающих, наблюдается увеличение числа NO-синтезирующих нервных клеток в промежуточном мозге, что указывает на усложнение нервной системы животных.

Литература

1. Dawson T. M., Hwang P. M., Snyder S. H. // Proc. Natl. Acad. Sci USA. 1991. Vol. 88, N 17. P. 7797–7801.
2. Amir S., DeBlasio E., English A. M. // Brain Res. 1991. Vol. 556. P. 157–160.
3. Gourine A. V. // J. Physiol. 1994. Vol. 475. P. 28.
4. Dunai V. I., Gourine A. V. // Recent advances in thermal biology. Edited by V. N. Gourine. Minsk. 1999. P. 18–19.
5. Pasqualotto B. A., Hope B. T., Vincent S. R. // Neurosci. Lett. 1991. Vol. 128, N 2. P. 155–160.
6. Scherer–Singler U., Vincent S. R., Kimura H., McGeer E. G. // J. Neurosci. Methods. 1983. Vol. 9, N 3. P. 229–234.
7. Hope B. T., Vincent S. R. // J. Histochem. Cytochem. 1989. Vol. 37. P. 653–661.
8. Matsumoto T., Kuk J. E., Forstermann U. // Neurosci. Lett. 1993. Vol. 155, N 1. P. 61–64.

DUNAI V. I.

dunay_wal@bk.ru

FORMING THE DISTRIBUTION OF THE NO-ERGIC SYSTEM OF THE BRAIN OF VERTEBRATES IN THE PROCESS OF PHYLOGENESIS

Summary

The aim of this work is to study the distribution of NADPH-d/CNO – positive nervous cells in the brain of fishes and amphibia such as representatives of anamnes and of birds and mammals such as representatives of amniots.

It has been established that in the process of phylogenesis, parallel with complication and perfection of the nervous system and as a consequence the adaptation to the environment, it is observed that the number of NO-synthesizing nervous cells in the intermediate brain increases.