



Весті БДПУ

Навукова-метадычны часопіс

Выдаецца з чэрвеня 1994 г.

№ 4(54) 2007

СЕРЫЯ 3.

Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка.

Біялогія. Геаграфія

Змест

Галоўны рэдактар:

П. Дз. Кухарчык

Рэдакцыйная калегія:

Н. Г. Алоўнікава

А. І. Андарала

(нам. галоўнага рэдактара)

У. В. Амелькін

В. А. Бондар

М. К. Буза

В. В. Бушчык

(нам. галоўнага рэдактара)

Ю. А. Быкадораў

(нам. галоўнага рэдактара)

І. В. Бялько

А. М. Вітчанка

С. Я. Гайдукевіч

К. У. Гаўрылавец

А. А. Гіруцкі

В. М. Дабранскі

Л. М. Давыдзенка

А. В. Данільчанка

М. М. Забаўскі

В. Б. Кадацкі

Я. Л. Каламінскі

У. М. Калюноў

Л. В. Камлюк

Л. А. Кандыбовіч

І. В. Катляроў

П. В. Кікель

Г. А. Космач

У. М. Котаў

Н. І. Кунгурава

М. В. Лазаковіч

І. Я. Левяш

М. І. Лістапад

А. М. Люты

У. А. Мельнік

І. А. Новік

В. М. Русак

А. І. Смолік

В. Дз. Старычонок

В. Б. Таранчук

А. І. Таўгень

І. С. Ташлыкоў

В. М. Фамін

А. Т. Федарук

А. С. Цернавы

Л. Н. Ціханаў

І. І. Цыркун

Фізіка

Методыка выкладання..... 3

Туняк У.М. Курс электрадынамікі: да прымянення інтэгральнай электрычнай тэарэмы Гауса пры разліку найпрасцейшых электростатычных палёў3

Богдан В.И., Вабищевич И.А., Комяк Е.Н. Физический эксперимент как метод учебного познания5

Матэматыка

Стэльмашук М.Т., Шылінец У.А., Калістратава В.А. Аб некаторых інтэгральных уласцівасцях двайных манагенных функцый 10

Методыка выкладання..... 13

Черняк А.А., Кирюшин И.В., Хватюк Н.В. Особенности составления тестов по теоретическому курсу высшей математики 13

Бровка Н.В. Концептуальные основы интеграции теории и практики обучения математике студентов педагогических специальностей математических факультетов..... 17

Інфарматыка

Методыка выкладання..... 21

Заборовский Г.А., Станкевич В.М. Интерактивное управление объектами при разработке учебных моделей в Excel и MathCad21

Біялогія

Шугалей Н.А., Мазец Ж.Э., Спиридович Е.В. Сравнительная характеристика активности и компонентного состава пероксидаз у представителей семейства пальмовых коллекции ЦБС НАН Беларуси25

Кавцевич В.Н., Левая М.А. Сравнительное изучение влияния брассино-стероидов на коэффициент вегетативного размножения тюльпанов классов Кауфмана и Грейга29

Журавков В.В., Миронов В.П., Хвалей О.Д. Особенности формирования радиационной обстановки территории Беларуси и оценки дозовых нагрузок от короткоживущих изотопов в результате аварии на ЧАЭС33

Дунай В.И. Влияние температурного фактора и блокады NO-зависимых механизмов на становление NO-ергических структур переднего гипоталамуса в пренатальном онтогенезе уток36

Дунай В.И., Лысый Б.В., Мельнов С.Б. Филогенез NO-ергической системы головного мозга.....40

Адрас рэдакцыі:
220007, Мінск,
вул. Магілёўская, 37,
пакой 124,
тэл. 219-78-12
e-mail: vesti@bspu.unibel.by

Пасведчанне № 2289
ад 08.02.05 г.
Міністэрства інфармацыі
Рэспублікі Беларусь

Падпісана ў друк 11.12.07.
Фармат 60x84 ¹/₈.
Папера афсетная.
Гарнітура *Арыял*.
Друк Riso.
Ум. друк. арк. 9,30.
Ул.-выд. арк. 9,98.
Тыраж 100 экз.
Заказ 577.

Выдавец
і паліграфічнае выкананне:
Установа адукацыі
«Беларускі дзяржаўны
педагагічны ўніверсітэт
імя Максіма Танка».
Ліцэнзія № 02330/0133496
ад 01.04.04.
Ліцэнзія № 02330/0131508
ад 30.04.04.
220050, Мінск, Савецкая, 18.
e-mail: izdat@bspu.unibel.by

*Якасць ілюстрацый адпавядае
якасці прадстаўленых
у рэдакцыю арыгіналаў*

Адказны сакратар
Л. М. Каранеўская

Рэдактар
Л. М. Каранеўская

Тэхнічнае рэдагаванне
А. А. Пакалы

Камп'ютэрная вёрстка
К. Б. Капуста

Геаграфія

<i>Ясавееў М.Г., Курак А.В.</i> Уплыў геліягеафізічных фактараў на біялагічныя аб'екты.....	44
<i>Кадацкі В.Б., Сілюк А.В.</i> Ландшафтная прыуроченнасць нежелательных природных явлений на территории Беларуси.....	48
<i>Барадулин Д.Л., Лепешев А.А.</i> Основные факторы оврагообразования на территории Минской возвышенности.....	51
<i>Антипова Е.А.</i> Геодемографическая трансформация сельской местности Беларуси во второй половине XX – начале XXI в.	55
<i>Савич-Шемет О.Г., Томина Н.М., Анцух Ю.П., Захаров А.А., Попкова Н.В.</i> Геоэкологические методы пространственной организации городских ландшафтов (на примере г. Минска).....	59
<i>Шуканова З.Н., Тимошек С. Л.</i> Республика Беларусь на мировом рынке труда.....	66
<i>Белковская Н.Г., Непомник И.В.</i> Динамика уровня рождаемости в Полесском регионе.....	69
Рэфераты.....	74
Наши авторы.....	77

ФИЛОГЕНЕЗ NO-ЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Введение. В настоящее время установлено, что NO-синтезирующие нейроны широко распространены в центральной нервной системе (ЦНС) млекопитающих [1]. Имеются предположения о том, что NO может являться одним из важнейших факторов, участвующих в развитии структуры и функции центральной нервной системы, а также молекулой, вызывающей гибель определенных клеточных структур, которая играет важную роль в механизмах роста нервных окончаний и формирования синапсов [2–3]. Принимая во внимание, что в процессе филогенеза изменения в распределении NO-синтезирующих нервных клеток в головном мозге происходят параллельно с усложнением и совершенствованием нервной системы и приспособлением к условиям окружающей среды, представляется важным изучить распределение НАДФН-д/СНО-позитивных нервных клеток в головном мозге у анамний, сохранивших тесную связь в развитии с водной средой и амниот, освоивших сухопутные условия.

В задачи исследований, результаты которых представлены в данной работе, входило изучить распределение НАДФН-д/СНО-позитивных нервных клеток в головном мозге у рыб и земноводных (имеющих мезенцефало-церебеллярный и архипаллиально-таламический тип головного мозга), сохранивших тесную связь в развитии с водной средой, а также у птиц и млекопитающих (стриатарный и кортикальный тип головного мозга), освоивших сухопутные условия. Таким образом, можно было предполагать, что в процессе филогенеза изменения в распределении NO-синтезирующих нервных клеток в головном мозге происходят 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*) – представителей надкласса Рыбы, 20 взрослых особей лягушки озерной (*Rana ridibunda*) – представителей класса

Земноводные, 12 домашних кур (*Gallus gallus*) – представителей класса *Птицы* и 20 морских свинок (*Cavia porcellus*) – представителей 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 [4]. 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 к ДНК 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 [4], что при фиксации с использованием 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 используется в настоящее время.

В работе использован метод идентификации НАДФН-д-содержащих нейронов, разработанный *Scherer-Singler* [5], в модификации *Hope u Vincent* [6].

У животных целиком извлекали головной мозг. Отделяли изучаемые структуры и дополнительно их фиксировали, согласно рекомендации *Matsumoto* [7], 90 минут в 4% параформальдегиде на фосфатном буфере (0,1 М, pH 7,4). Участки мозга шесть раз по 30 мин. отмывали на холоде с использованием 0,1 М раствора Трис-НСI (pH 8,0) и инкубировали в 10% и 25% растворах сахарозы на Трис-НСI (0,1 М, pH 8,0) в течение 1,5 и 12 часов соответственно.

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

Срезы отмывали от сахарозы в 0,1 М

растворе Трис-НСI (pH 8,0) в течение 5 минут. Гистохимическая процедура заключалась в инкубации срезов в растворе 0,1 М Трис-НСI (pH 8,0), содержащем НАДФН (1 мМ), нитросиний тетразолий (0,5 мМ), Тритон X-100 (0,3%) и дикумарол (0,1 мМ) на протяжении 1–2 часов при 22°C и относительной влажности 95–100%. По окончании гистохимической реакции срезы промывали в растворе Трис-НСI в течение 5 мин., обезвоживали в этаноле, заключали в канадский бальзам и накрывали покровными стеклами.

Специфичность гистохимической реакции проверялась инкубацией нескольких срезов в растворах, не содержащих нитросиний тетразолий или НАДФН, а также в растворе, содержащем НАДФ, вместо НАДФН. Химическая основа реакции заключается в образовании преципитата формазана при восстановлении солей тетразолия НАДФН-диафоразой (CNO) 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 в случае использования НАДФ вместо НАДФН.

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

При изучении продолговатого мозга, окрашенного на НАДФН-д/CNO, установлено, что НАДФН-д/CNO-позитивные нервные клетки имеют небольшие размеры – 6–12 мкм, плотность их расположения – 48–64 в мм^2 .

В среднем мозге карпа наблюдается увеличение размеров нервных клеток, содержащих НАДФН-д/CNO до 10–16 мкм. Однако плотность их расположения не велика – 12–20 в мм^2 .

НАДФН-д/CNO-позитивные нервные клетки в переднем и заднем отделах гипоталамуса имеют размеры 6–10 мкм, плотность их расположения – 22–34 в мм^2 (рисунок 1).

НАДФН-д/CNO-позитивные нервные клетки у карпа обнаружены в переднем мозге, нейроны слабоокрашенные, мелких размеров

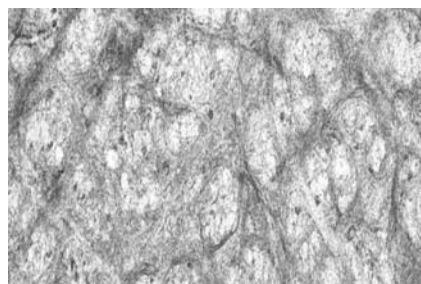


Рисунок 1 – НАДФН-д-позитивные нервные клетки в переднем отделе гипоталамуса карпа. Микрофото (x 40).

(4–6 мкм), с невысокой плотностью расположения (2–6 в мм²).

Головной мозг лягушки также содержит НАДФН-д/CNO-позитивные нейроны во всех изучаемых структурах.

Установлено, что НАДФН-д/CNO-позитивные нервные клетки продолговатого мозга у лягушки имеют размеры 10–16 мкм, плотность их расположения – 74–82 в мм².

В среднем мозге лягушки наблюдаются НАДФН-д/CNO-содержащие нейроны, размером 8–14 мкм. Плотность их расположения 18–26 в мм².

Передние и задние отделы гипоталамуса лягушки содержат слабоокрашенные НАДФН-д/CNO-позитивные нейроны мелких размеров (6–10), мкм, плотность их расположения – 40–48 в мм² (рисунок 2).

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

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. Также установлено 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 (рисунок 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 мм², супраоптическом

ядре (*Supraoptic nucleus*) и паравентрикулярном ядре (*Paraventricular nucleus*) – плотность расположения 280–400 в мм², перивентрикулярном ядре (*Periventricular nucleus*) – плотность расположения 12–18 в мм², вентромедиальном ядре (*Nucleus ventromedialis*), дорсомедиальном ядре (*Nucleus dorsomedialis*) – плотность расположения 210–480 в мм², латеральной гипоталамической области (*Lateral hypothalamic area*) – плотность расположения 320–600 в мм², латеральном маммиллярном ядре (*Lateral mammillary nucleus*), медиальном маммиллярном ядре (*Medial mammillary nucleus*) – плотность расположения 560–820 в мм² и супрамаммиллярном ядре (*Supramammillary nucleus*) – плотность расположения 360–440 в мм².

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 мм²). Медиальная преоптическая область (*Medial preoptic area*) содержит незначительное количество (плотность 60–120 в мм²) 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 мм²) располагаются относительно крупные (16–20 мкм), интенсивно окрашенные нервные клетки. Несколько хорошо окрашенных крупных (до 24 мкм) 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 мкм), интенсивно окрашенных НАДФН-д/CNO-позитивных нервных клеток,

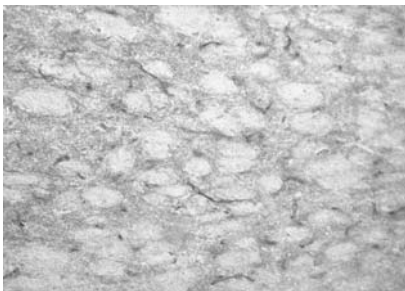


Рисунок 2 – НАДФН-д-позитивные нервные клетки в переднем гипоталамусе лягушки. Микрофото (x 40)

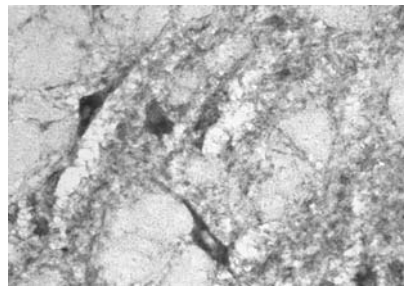


Рисунок 3 – НАДФН-д-позитивные нервные клетки в переднем гипоталамусе курицы. Микрофото (x 100).

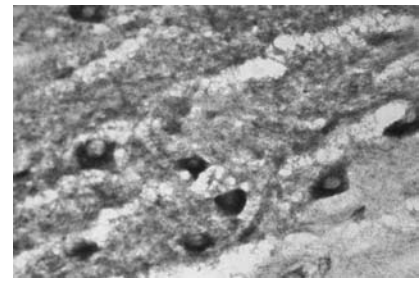


Рисунок 4 – НАДФН-д-позитивные нервные клетки в переднем гипоталамусе морской свинки. Микрофото (x 100).

которые располагаются с очень высокой плотностью (640–800 в мм²).

Дорсомедиальное ядро (*Dorsomedial nucleus*), в особенности его вентролатеральная часть, содержат много умеренно окрашенных мелких нейронов, содержащих НАДФН-д/СНО, которые располагаются в пределах этих ядер с плотностью 300–600 в мм².

В задних отделах гипоталамуса морской свинки НАДФН-д/СНО-позитивные нервные клетки располагаются в пределах нескольких ядер. Так, дорзальные и вентральные премамиллярные ядра (*Nucleus premammillary dorsal et ventral*) содержат мелкие и средние интенсивно окрашенные НАДФН-д/СНО-позитивные нервные клетки, которые располагаются с плотностью более 1000 в мм². В латеральной части медиального мамиллярного ядра (*Medial mammillary nucleus lateral*) сконцентрированы (плотность более 1000 в мм²) мелкие (10–14 мкм), слабоокрашенные нейроны, содержащие НАДФН-д/СНО.

НАДФН-д/СНО-позитивные слабоокрашенные мелкие и средние нервные клетки располагаются со средней плотностью (200–400 в мм²) и в пределах супрамамиллярного ядра (*Supramammillary nucleus*).

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

Обсуждение результатов. Предпосылкой к постановке задач настоящего исследования служили развиваемые представления о том, что NO, синтезируемый нервными клетками, может участвовать в развитии структуры и функции ЦНС, являясь эффекторной молекулой, вызывающей гибель определенных клеточных структур, а также играя важную роль в механизмах роста нервных окончаний и формирования синаптических контактов. Процесс эволюции сопровождается усложнением организации нервной системы. Для понимания филогенеза центральной NO-ергической системы, представляло интерес изучить распределении НАДФН-д/СНО-позитивных нервных клеток в головном мозге у рыб и земноводных, как организмов сохранивших тесную связь с водной средой.

Установлено, что в продолговатом мозге у исследованных животных наблюдалось большее количество НАДФН-д/СНО-содержащих нейронов по сравнению с другими изученными отделами мозга. Также установлено увели-

чение количества НАДФН-д/СНО-содержащих нейронов в продолговатом мозге земноводных по сравнению с рыбами. Учитывая, что NO является одним из важнейших факторов, обеспечивающих развитие нервной системы, можно предположить, что увеличение количества НАДФН-д/СНО-содержащих нейронов в продолговатом мозге коррелирует с морфофункциональным усложнением продолговатого мозга земноводных по сравнению с рыбами, что связано с изменениями в дыхательной, сердечно-сосудистой системах и с выходом на сушу предков современных земноводных.

Таким образом, установлено, что в процессе филогенеза параллельно с усложнением и совершенствованием нервной системы и как следствием, приспособлением к условиям окружающей среды, наблюдается увеличение числа NO-синтезирующих нервных клеток в промежуточном мозге.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dunai, V.I. Development of the central NO-ergic systems in ontogenesis of maturenate mammals / V.I. Dunai // *Basic and Applied Thermophysiology*. – Minsk. – 2000. – P. 183–184.
2. Дунай, В.И. Становление NO-зависимых структур переднего гипоталамуса в пренатальном онтогенезе / В.И. Дунай // *Медицинский журнал*. – 2007. – № 2. – С. 32–34.
3. Gourine, A.V. Role of nitric oxide in lipopolysaccharide-induced fever in conscious rabbits / A.V. Gourine // *J. Physiol.* – 1994. – Vol. 475. – P. 28.
4. Pasqualotto, B.A., Hope, B.T., Vincent, S.R. Citrulline in the rat brain - immunohistochemistry and coexistence with NADPH-diaphorase / B.A. Pasqualotto [et. al.] // *Neurosci. Lett.* – 1991. – Vol. 128. – N.2. – P. 155–160.
5. Scherer-Singler, U., Vincent, S.R., Kimura, H., McGeer, E.G. Demonstration of a unique population of neurons with NADPH-diaphorase histochemistry / U. Scherer-Singler [et. al.] // *J. Neurosci. Methods*. – 1983. – Vol. 9. – N. 3. – P. 229–234.
6. Hope, B.T., Vincent, S.R. Histochemical characterization of neuronal NADPH-diaphorase / B.T. Hope [et. al.] // *J. Histochem. Cytochem.* – 1989. – Vol. 37. – P. 653–661.
7. Matsumoto, T., Kuk, J.E., Forstermann, U.A. correlation between soluble brain nitric oxide synthase and NADPH-diaphorase activity is nly seen after exposure of the tissue to fixative / T. Matsumoto [et. al.] // *Neurosci. Lett.* – 1993. – Vol. 155. – N. 1. – P. 61–64.

SUMMARY

The aim of this work was studying of the distribution of NADPH-d/CNO - positive nervous cells in brain with fishes and Amphibia such as representatives of anamnes and with birds and mammals such as representatives.

The increasing number of NO-synthesizing nervous cells in intermediate brain is observed.