

Особенности структурной организации сегментов спинного мозга плодов людини з анэнцефалиєю 17–18 тижнів внутрішньоутробного розвитку

В. С. Школьніков, С. В. Вернигородський

Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова, Україна

Ключові слова:
анэнцефалия,
спинной мозг,
сіра речовина,
нейроепітеліальні
клітини,
біла речовина.

Патологія. – 2017. –
Т. 14, № 1(39). –
С. 100–105

DOI:
10.14739/2310-1237.
2017.1.97226

E-mail:
v.shkolnikov@gmail.com

Закономірності розвитку спинного мозку людини є базисом у розумінні виникнення вроджених аномалій розвитку ЦНС, котрі становлять 7 % від загальної кількості мальформацій в ембріональному періоді розвитку людини.

Мета роботи – встановлення цитоархітектонічної структури сегментів спинного мозку плодів людини з анэнцефалиєю, їхніх морфометричних параметрів і ступеня проліферації нейральних стовбурових клітин.

Матеріали та методи. Здійснили анатомо-гістологічне, імуногістохімічне та морфометричне дослідження спинного мозку 4 плодів людини з анэнцефалиєю гестаційним терміном 17–18 тижнів.

Результати. Довжина спинного мозку анэнцефалів 17–18 тижнів відповідає плодам людини без мальформацій 11–12 тижнів, решта макрометричних параметрів – 8–9 тижнів. Найбільшу площу сірої речовини мали сегменти на рівні попереково-крижового та шийного стовщень, найменшу – на рівні грудних сегментів. Питома вага нейроепітелію в сірій речовині шийних, грудних, поперекових і крижових сегментів встановлена така: 0,4, 0,1, 0,6, 1,6 % відповідно. Експресія білка-проліферації в нейроепітелії сегментів спинного мозку анэнцефалів наближується до 0 %. Однак у передніх рогах, біля розташування нейронних комплексів є поодинокі мітози гліальних клітин. У кількісному відношенні в передніх рогах прореагувало 1,5 % гліальних клітин, у задніх рогах – 0,6 %. Експресія віментину в мантійному та крайовому шарах слабка. На межі між передніми та задніми рогами незначна кількість волокон має радіальний напрям. Помірна експресія синаптофізину спостерігалася у крайовому шарі, – крім клиноподібних пучків, де встановлена порівняно слабка експресія, що свідчить про слабку мієлінізацію волокон провідних шляхів.

Висновки. Макро- та морфометричні параметри спинного мозку плодів людини з анэнцефалиєю 17–18 тижнів указують на чималу затримку в розвитку. Встановлені численні порушення у структурній організації як сірої речовини, так і білої. Проліферація нейральних стовбурових клітин у нейроепітелії наближується до 0 %.

Ключевые слова:
анэнцефалия,
спинной мозг,
серое вещество,
нейроэпители-
альные клетки,
белое вещество.

Патология. – 2017. –
Т. 14, № 1(39). –
С. 100–105

Особенности структурной организации сегментов спинного мозга плодов человека с анэнцефалией 17–18 недель внутриутробного развития

В. С. Школьніков, С. В. Вернигородський

Закономірності розвитку спинного мозку людини є базисом в розумінні виникнення вроджених аномалій розвитку ЦНС, котрі становлять 7 % від загальної кількості мальформацій в ембріональному періоді розвитку людини.

Цель работы – установление цитоархитектонической структуры сегментов спинного мозга плодов человека с анэнцефалией, их морфометрических параметров и степени пролиферации нейральных стволовых клеток.

Материалы и методы. Проведено анатомо-гістологічне, імуногістохімічне та морфометричне дослідження спинного мозку 4 плодів людини з анэнцефалиєю гестаційним терміном 17–18 тижнів.

Результаты. Длина спинного мозга анэнцефалов 17–18 недель соответствует плодам человека без мальформаций 11–12 недель, остальные макрометрические параметры – 8–9 недель. Наибольшую площадь серого вещества имели сегменты на уровне пояснично-крестцового и шейного утолщений, наименьшую – на уровне грудных сегментов. Удельный вес нейроэпителии в сером веществе шейных, грудных, поясничных и крестцовых сегментов установлен следующий: 0,4, 0,1, 0,6, 1,6 % соответственно. Экспрессия белка-пролиферации в нейроэпителии сегментов спинного мозга анэнцефалов приближается к 0 %. Однако в передних рогах около расположения нейронных комплексов встречаются одиночные митозы глиальных клеток. В количественном отношении в передних рогах прореагировало 1,5 % глиальных клеток, в задних рогах – 0,6 %. Экспрессия виментина в мантійном и краевом слоях – слабая. На границе между передними и задними рогами незначительное количество волокон имеет радиальное направление. Посредственная экспрессия синаптофізину наблюдалась в краевом слое, – кроме клиновидных пучков, где установлена относительно слабая экспрессия, что свидетельствует о слабой мієлінізації волокон проводящих путей.

Выводы. Макро- и морфометрические параметры спинного мозга плодов человека с анэнцефалией 17–18 недель указывают на значительную задержку в развитии. Установлены многочисленные нарушения структурной организации как серого вещества, так и белого. Проліферація нейральных стволовых клеток в нейроэпителии приближается к 0 %.

Key words:
anencephaly,
spinal cord,
gray matter,
neuroepithelial
cells, white matter.

Peculiarities of spinal cord segments structural organization in human fetuses with anencephaly of 17–18 weeks of intrauterine development

V. S. Shkolnikov, S. V. Vernygorodskyi

The principles of the human spinal cord development constitute the basis for understanding of appearance of congenital abnormalities of the CNS development, which make 7 % of the total number of malformations in the embryonic period of human's development.

Purpose – to find out the cytoarchitectonic structure of the spinal cord segments of human fetuses with anencephaly, their morphometric parameters and the degree of the proliferation of neural stem cells.

Materials and methods – anatomical and histological, immunohistochemical and morphometric research was carried out related to the spinal cord of 4 human fetuses with anencephaly of the gestational period of 17–18 weeks.

Results. The length of the spinal cord of 17–18 weeks anencephalic fetuses corresponds to the length of human fetuses without malformations of 11–12 weeks, the rest macrometric parameters – 8–9 weeks. The largest area of grey matter was that of segments at the level of lumbosacral and cervical enlargements, the least one at the level of thoracic segments. The specific gravity of neuroepithelium in the grey matter of cervical, thoracic, lumbar and sacral segments was 0.4, 0.1, 0.6, 1.6 % respectively. The expression of the proliferation protein in the spinal cord neuroepithelium segments of anencephalic fetuses is approaching 0 %. However, in the ventral horns near the location of neural complexes single mitoses of glial cells occur. In quantitative terms, in the ventral horns 1.5 % of glial cells reacted, while in the dorsal ones – 0.6 %. The expression of vimentin in the mantle and marginal layers is poor. On the border between the ventral and dorsal horns an insignificant number of fibers have a radial direction. Moderate expression of synaptophysin was observed in the marginal layer, except for cuneate fasciculi where the relatively weak expression has been established, which testifies to the insufficient myelination of the conduction tracts fibers.

Conclusions. Macro- and morphometric parameters of the spinal cord of human fetuses with 17–18 week anencephaly point out to the significant retardation in development. Numerous disorders in the structural organization of both grey matter and white matter have been found out. The proliferation of neural stem cells in neuroepithelium is approaching 0 %.

Закономірності розвитку спинного мозку людини є базисом у розумінні виникнення вроджених аномалій розвитку ЦНС, тому рання діагностика патологічних процесів спинного мозку у пренатальному періоді онтогенезу – актуальна проблема неонатології та неврології дітей раннього віку [3].

Дані щодо частоти вроджених вад коливаються [1, 10]. Загалом в Україні встановлений відносно високий відсоток (12 %) виникнення вроджених вад розвитку: з 400 тисяч новонароджених 48 тисяч мали вроджену вад розвитку [2], причому на мальформації структур ЦНС припадає 7 % і мають тенденцію до збільшення [4].

Отже, щоб розробити науково-обґрунтовану систему охорони плода, необхідно вивчити морфологію та гістохімію органів і тканин останнього при різних впливах на організм матері.

Мета роботи

Встановлення цитоархітектонічної структури сегментів спинного мозку плодів людини з аненцефалією, їхніх морфометричних параметрів і ступеня проліферації нейрального стовбурових клітин.

Матеріали і методи дослідження

Здійснили анатомо-гістологічне, імуногістохімічне та морфометричне дослідження спинного мозку 4 плодів людини з аненцефалією гестаційним терміном (ГТ) 17–18 тижнів, котрі отримані в результаті пізнього аборту в Обласному патологоанатомічному бюро м. Вінниця (табл. 1).

Загалом за останні п'ять років у Вінницькій області зафіксовано 19 випадків аненцефалії різного вікового періоду [7]. Однак у 70 % випадків аненцефалію супроводжує відкрита щілина хребта, тому при глибоких дефектах наявні методологічні труднощі під час взяття матеріалу для досліджень, оскільки виникає лізис спинного мозку амніотичною рідиною. У зв'язку з цим максимальна кількість дослідженого нами спинного мозку при цій мальформації припала на ГТ 17–18 тижнів.

Оглядові препарати спинного мозку забарвлювали гематоксиліном та еозинном, толудіновим синім за Ван

Гізномом, а також виконували імпрегнацію сріблом за Більшовським. Під час імуногістохімічного дослідження використали діагностичні моноклональні антитіла фірми «DacoCytomation»: віментин, Ki-67 і синаптофізин. Віментин застосували для дослідження морфології радіальної глії, Ki-67 – для оцінювання проліферативної активності нейрального стовбурових клітин (НСК) у нейроепітеліальному шарі (НШ) і синаптофізин – для оцінювання мієлінізації волокон провідних шляхів.

Під час морфометричного дослідження серій зрізів сегментів спинного мозку застосована комп'ютерна програма Photo M 1.21 (комп'ютерна гістометрія). Суть методу полягає в переведенні зрізів препаратів предметних скелець у цифрове зображення. Масштабування здійснювали за допомогою об'єкт-мікрометра. Ціна однієї поділки становила 10 мкм. Після цього розраховували кількість пікселів від 1000 до 10 мкм для різних збільшень: ×6, ×10, ×20, ×40, ×100 та ×400. Визначали лінійні розміри сегментів уздовж спинного мозку та площу сірої й білої речовини. Спосіб визначення площі переднього, бічного та заднього канатиків здійснювали у режимі «негатив» для чіткого визначення меж сірої та білої речовини. Виконання каріоцитометрії теж забезпечувалось описаним вище програмним забезпеченням. Встановлювали поперечні й поздовжні розміри клітин та ядер, а також вимірювали їхні площі. Крім означених вище морфометричних параметрів у сегментах спинного мозку вивчали показники величин нейроепітелію: товщина по усьому периметру та його площа, довжина волокна радіальної глії (РГ), площа та лінійні розміри НСК нейроепітелію, ядер нейро- та гліобластів у мантийному шарі (МШ).

Статистичне опрацювання морфометричних параметрів, що отримали, здійснювали за допомогою стандартного програмного пакета «Statistica 6.1» фірми StatSoft (НДЦ ВНМУ імені М. І. Пирогова, ліцензійний № BXXR901E246022FA) із застосуванням параметричних і непараметричних критеріїв оцінювання

Таблиця 1. Макрометричні показники плодів людини з аненцефалією 17–18 тижнів

	плод 1	плод 2	плод 3	плод 4
довжина, мм	83,4	80,0	86,6	82,8
маса, г	89,8	85,7	93,3	88,5

результатів. Відмінності між вибірками визначали за допомогою U-критерію Манна-Уїтні та t-критерію Стюдента, також визначали середні значення по кожній ознаці та їхні стандартні відхилення.

Дослідження виконане на базі кафедри анатомії людини Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова та науково-дослідної лабораторії функціональної морфології та генетики розвитку ВНМУ імені М. І. Пирогова (атестат акредитації: КДЛ № 050/15, 02.03.2015–01.03.2020 р.).

За висновком комісії з питань біомедичної етики Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова (протокол засідання № 9 від 04.09.2014 р.), робота виконана з дотриманням основних положень GCP (1996), Конвенції Ради Європи про права людини і біомедицину (1997), матеріали дослідження не заперечують основним біоетичним нормам Гельсінської декларації про етичні принципи науково-медичних досліджень за участю людини, що ухвалена 59 Генеральною асамблеєю Всесвітньої медичної асоціації у 2008 році.

Результати та їх обговорення

Одержали такі макрометричні параметри спинного мозку: загальна довжина – $49,0 \pm 2,0$ мм; довжина шийного стовщення – $10,0 \pm 0,3$ мм, а його діаметр – $2,5 \pm 0,1$ мм; довжина грудного відділу – $30,0 \pm 0,3$ мм; діаметр грудного відділу – $1,4 \pm 0,1$ мм; довжина попереково-крижового стовщення – $9,0 \pm 0,2$ мм, а його діаметр – $2,5 \pm 0,1$ мм. Довжина спинного мозку анемцефалів 17–18 тижнів відповідає плодам людини без мальформацій 11–12 тижнів, решта макрометричних параметрів – 8–9 тижнів [5,6].

Лінійні морфометричні параметри сегментів спинного мозку на рівні шийного стовщення отримані такі: поперечний розмір – $1,99 \pm 0,06$ мм, передньо-задній розмір – $1,09 \pm 0,03$ мм. Внутрішня структура спинного мозку на цьому рівні перетину має характерну будову з чітким диференціюванням на сіру та білу речовину. Сіра речовина сегментів спинного мозку на рівні шийного стовщення сформована з НШ і МШ. Площа сірої речовини становила $0,98 \pm 0,02$ мм².

У передніх рогах сформовані дві групи нейронних комплексів: присередній (ПНК) і бічний (БНК). БНК ad osiculi на окремі групи поділити не можливо (рис. 1). Критерієм більш диференційованих нейронів слугує розмір, сформований аксональний горбок, наявність відносно великої кількості цитоплазми, котра заповнена дрібними гранулами ендоплазматичного ретикулуму. Середня площа нейрона, котрий входить до складу ПНК, дорівнювала $310,1 \pm 10,2$ мкм². Ядра мають кулясту форму. Площа ядра нейрона становила $113,3 \pm 3,2$ мкм². Від тіла нейрона відходять короткий потовщений аксон і короткі, слабо розгалужені дендрити.

Нейрони, котрі входять до БНК, відрізняються порівняно більшим ступенем диференціювання та більшими розмірами. Так, середня площа такого нейрона становила $421,4 \pm 11,9$ мкм². Від вираженого аксонального горбка відходить короткий потовщений аксон і короткі, слабо розгалужені дендрити. Ядра нейронів мають переважно еліпсоподібну форму. У середньому площа ядра дорівнювала $93,0 \pm 2,9$ мкм².

Середня площа НСК нейроепітелію – $26,4 \pm 0,8$ мкм². Загальна площа НШ – $0,004 \pm 0,002$ мм², що від загальної площі сірої речовини становить 0,4%. Загалом нейроепітелій відрізняється витонченням і

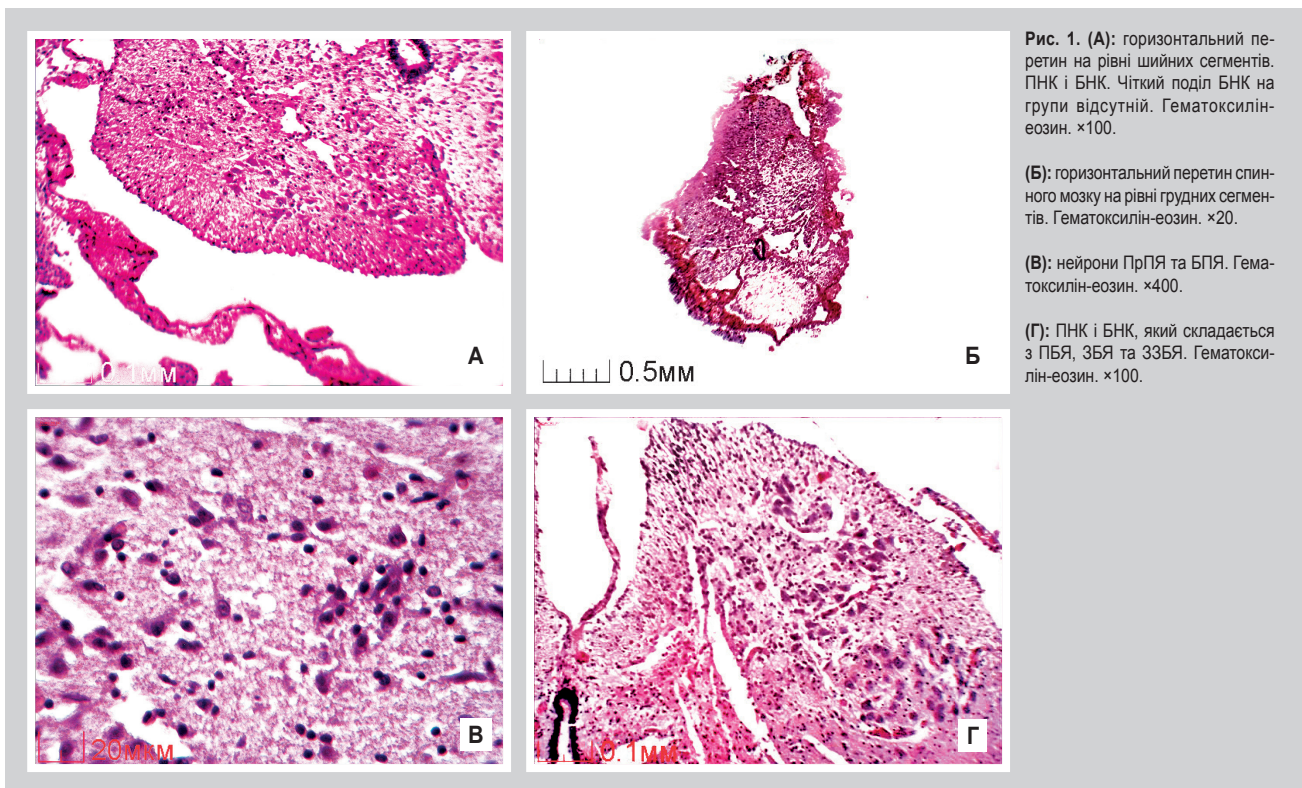


Рис. 1. (А): горизонтальний перетин на рівні шийних сегментів. ПНК і БНК. Чіткий поділ БНК на групи відсутній. Гематоксилін-еозин. $\times 100$.
 (Б): горизонтальний перетин спинного мозку на рівні грудних сегментів. Гематоксилін-еозин. $\times 20$.
 (В): нейрони ПрПГ та БЛГ. Гематоксилін-еозин. $\times 400$.
 (Г): ПНК і БНК, який складається з ПБГ, ЗБГ та ЗЗБГ. Гематоксилін-еозин. $\times 100$.

«збіднілістю» клітин. Площа білої речовини на рівні шийного стовщення становила $0,73 \pm 0,02$ мм².

Поперечний розмір спинного мозку на рівні грудних сегментів дорівнював $0,8 \pm 0,1$ мм, передньо-задній розмір – $0,9 \pm 0,1$ мм. У середньому площа сірої речовини на рівні грудних сегментів становить $0,17 \pm 0,02$ мм². Чіткого диференціювання сірої речовини на передні та задні роги не спостерігається (рис. 1). Але у грудних сегментах слабо окреслюються і бічні роги. Нейронні комплекси передніх рогів поділяються на дві групи: передньо-присереднє ядро (ППЯ) та передньо-бічне ядро (ПБЯ). Незалежно від групової приналежності нейрони передніх рогів – багатокутної форми, мають однакові розміри та незначну кількість цитоплазми та тигроїду, а також відносно слабо розгалужені відростки. Середня площа таких нейронів – $230,8 \pm 7,2$ мкм². Ядра нейронів мають еліпсоподібну форму та розташовані децентральне, ближче до аксонального горбка. Середня площа ядра рухового нейрона – $76,7 \pm 2,3$ мкм².

Нейронні комплекси бічних рогів також поділяються на дві групи: присередньо-проміжне ядро (ПрПЯ) та бічно-проміжне (БПЯ) (рис. 1). Ближче до верхівки спостерігається скупчення порівняно дрібних вегетативних нейронів. Так, у середньому площа такого нейрона – $77,4 \pm 2,5$ мкм². Ядра розташовані ближче до аксонального горбка й мають кулясту форму. Вони відрізняються слабкою базофільністю. Ядра нейрона мали середню площу у $28,2 \pm 0,8$ мкм². Тіло нейрона має відносно короткий, тонкий аксон і короткі, слабо розгалужені дендрити. Присередньо від скупчення вегетативних нейронів розташовуються порівняно більші за розмірами вставні нейрони, що утворили ПрПЯ. Середня площа нейрона становила $92,9 \pm 3,4$ мкм². Ядро нейрона має еліпсоподібну форму та розташо-

ване децентральне, далі від аксонального горбка. Його середня площа дорівнювала $37,2 \pm 1,3$ мкм². Грудне ядро відсутнє в усіх випадках дослідження.

НШ становлять НСК еліпсоподібної та сферичної форми, що розташовані на базальній мембрані. Середня площа НСК еліпсоподібної форми дорівнювала $22,3 \pm 0,7$ мкм². Середня площа НСК сферичної форми – $30,9 \pm 0,7$ мкм². У середньому площа нейроепітелію – $0,002 \pm 0,001$ мм², що від загальної площі сірої речовини становить 0,1%. Спостерігалось витончення та «збіднілість» клітинами нейроепітелію бічної та дорзальної частин.

Загальна площа білої речовини – $0,28 \pm 0,03$ мм². Слід відзначити, що нами встановлені варіанти змін звичної топографії білої речовини грудних сегментів анемцефала у зв'язку із вродженими деформаціями спинного мозку (рис. 1).

Поперечний розмір спинного мозку на рівні попереково-крижового стовщення – $1,7 \pm 0,1$ мм, передньо-задній розмір – $1,4 \pm 0,1$ мм. Загальна площа сірої речовини дорівнювала $1,10 \pm 0,02$ мм². У передніх рогах сформовані дві групи нейронних комплексів: ПНК і БНК, який утворений трьома окремими групами: передньо-бічне (ПБЯ), задньо-бічне (ЗБЯ), зазадньо-бічне ядра (ЗЗБЯ) (рис. 1). В одному випадку встановили, що БНК складався з двох груп: ПБЯ та ЗБЯ. У середньому площа нейрона БНК становила $375,2 \pm 12,4$ мкм². Ядра нейробластів еліпсоподібної форми, порівняно великі та розташовані в центрі клітини. У найбільш диференційованих нейронів виражений аксональний горбок із довгим аксоном і короткими, слабо розгалуженими дендритами. Середня площа ядра нейрона – $121,6 \pm 4,1$ мкм². Нейрони ЗЗБЯ відрізняються дещо меншими розмірами, формою. Також до особливостей

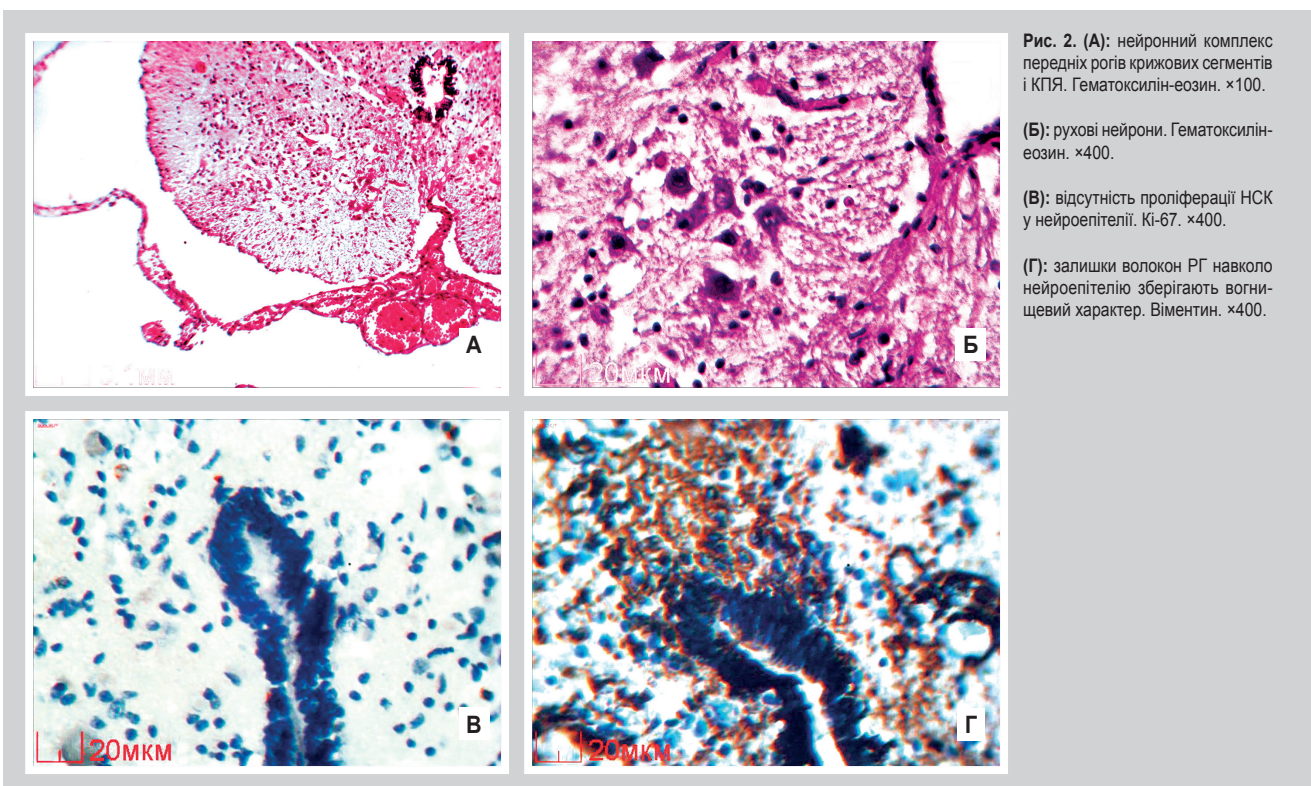


Рис. 2. (А): нейронний комплекс передніх рогів крижових сегментів і КПЯ. Гематоксилін-еозин. $\times 100$.

(Б): рухові нейрони. Гематоксилін-еозин. $\times 400$.

(В): відсутність проліферації НСК у нейроепітелії. Кі-67. $\times 400$.

(Г): залишки волокон РГ навколо нейроепітелію зберігають вогнищевий характер. Віментин. $\times 400$.

формування цього нейронного комплексу варто прилучити велику кількість нейронів, котрі його складають. Середнє значення площі таких нейронів дорівнювало $324,5 \pm 12,0$ мкм². Ядра сферичної форми та розташовані переважно в центрі клітини. Площа ядра нейрона – $118,7 \pm 3,5$ мкм².

Середня площа НСК – $35,9 \pm 1,1$ мкм². У середньому площа НШ – $0,006 \pm 0,001$ мм², що від загальної площі сірої речовини становило 0,6%. Спостерігалось витончення та «збіднілість» клітинами бічної та дорзальної частини НШ. Загальна площа білої речовини дорівнювала $0,77 \pm 0,02$ мм².

Поперечний розмір спинного мозку на рівні крижових сегментів – $1,05 \pm 0,03$ мм, передньо-задній розмір – $0,93 \pm 0,08$ мм. Площа сірої речовини в середньому дорівнювала $0,51 \pm 0,02$ мм². У сірій речовині чіткого окреслення передніх або задніх рогів немає. Нейронний комплекс передніх рогів розташований на верхівці та поділу на окремі групи не має (рис. 2). Складається з 7–8 нейронів різного розміру та ступеня диференціювання (рис. 2). Середня площа нейрона – $228,4 \pm 7,1$ мкм². Ядро еліпсоподібної форми. Середня площа ядра становила $54,1 \pm 1,5$ мкм². Від тіла нейрона відходять короткі тонкі аксони та довгі потовщені дендрити, котрі мають слабе розгалуження.

У бічній проміжній речовині розташовується крижове парасимпатичне ядро (КПЯ) (рис. 2), яке представлено чисельними, відносно дрібними клітинами. Середня площа такого нейрона – $79,4 \pm 2,5$ мкм². Ядро еліпсоподібної форми. Середня площа ядра – $37,2 \pm 1,2$ мкм². Від тіла нейрона відходить короткий, тонкий аксон і короткі, тонкі дендрити, що мають слабе розгалуження.

У середньому площа НСК нейроепітелію дорівнювала $25,2 \pm 1,7$ мкм². Площа НШ – $0,008 \pm 0,002$ мм², що від загальної площі сірої речовини становило 1,6%. Потрібно відзначити, що загалом відбувається «збіднілість» НСК НШ. Площа білої речовини – $0,27 \pm 0,02$ мм².

Дані щодо особливостей перебігу процесів проліферації НСК НШ сегментів вказують на те, що мітози НСК практично не відбуваються, або у вентральній, або дорзальній частині визначається 1 постмітотична клітина (рис. 2). Оцінюючи експресію білка-проліферації у нейроепітелію сегментів спинного мозку аненцефалів за напівкількісною шкалою, слід відзначити, що вона наближається до 0%. Однак у передніх рогах, як закономірність, біля розташування нейронних комплексів трапляються поодинокі мітози гліальних клітин. У кількісному відношенні в передніх рогах прореагувало 1,5% гліальних клітин, у задніх рогах – 0,6%. Проліферація нейронів у КШ не встановлено.

Експресія віментину навколо НШ має вогнищевий характер і не має звичної радіальної спрямованості (рис. 2). Загалом експресія віментину у МШ і КШ спостерігається слабка, й тільки на межі між передніми та задніми рогами незначна кількість волокон має радіальний напрям і посередню експресію віментину, вздовж яких розташовуються гліо- та нейроласти (рис. 2). Волокна РГ, котрі зберігають радіальний напрям, мають переривчастий хід.

Відносно сильна експресія синаптофізину відзначалася у МШ. Посередня експресія синапто-

фізину спостерігалася у КШ, – крім клиноподібних пучків, де встановлена порівняно слабка експресія, що свідчить про слабку мієлінізацію волокон провідних шляхів.

Порівняти результати, що отримали, з аналогічними дослідженнями не вдалося, оскільки такі в доступних джерелах наукової літератури відсутні. Науковці переважно в цьому напрямі досліджують частоту, поширення та етіологічні фактори виникнення аненцефалій у різних регіонах світу [8,11], а також приділяють увагу вивченню впливу фолієвої кислоти на виникнення дефектів нервової трубки [12] і поєднані аномалії розвитку [9].

Висновки

1. Довжина спинного мозку аненцефалів 17–18 тижнів відповідає довжині спинного мозку плодів 11–12 тижнів, решта макрометричних параметрів – 8–9 тижнів.

2. У грудних сегментах – малодиференційовані бічні роги, у поперекових – відносно слабо окреслюється межа між передніми та задніми рогами, у крижових – диференціювання на передні та задні роги відсутнє. Встановлені значні деформації білої речовини, особливо грудних сегментів.

3. Бічний нейронний комплекс передніх рогів шийних сегментів складається з двох груп. Бічний нейронний комплекс передніх рогів поперекових сегментів складається з трьох груп. Нейронні комплекси представлені нечисленими, слабо диференційованими нейронами. У грудних сегментах відсутнє грудне ядро.

4. Експресія Ki-67 у нейроепітелію сегментів за напівкількісною шкалою наближається до 0%. Проте в передніх рогах біля розташування нейронних комплексів трапляються поодинокі мітози гліальних клітин. У кількісному відношенні в передніх рогах прореагувало 1,5% гліальних клітин, у задніх рогах – 0,6%.

5. Експресія віментину навколо нейроепітелію має вогнищевий характер, а волокна радіальної глії не мають звичної радіальної спрямованості. Загалом експресія віментину в мантийному та крайовому шарах спостерігалась слабка.

6. Помірна експресія синаптофізину відзначалась у крайовому шарі, – крім клиноподібних пучків, де встановлена відносно слабка експресія, що свідчить про слабку мієлінізацію волокон провідних шляхів.

Перспективи подальших досліджень передбачають встановлення закономірностей розвитку спинного мозку людини в пренатальному періоді із застосуванням імуногістохімічних методик і порівняння даних, що отримали, з аналогічними у плодів із мальформациями.

Список літератури

- [1] Богатирьова Р.В. Генетико-демографічні процеси серед населення України / Р.В. Богатирьова, О.В. Линчак, О.І. Тимченко // Журнал НАМН України. – 2012. – Т. 18. – №1. – С. 81–91.
- [2] Зозуля Ю. А. Пороки розвитку позвоночника і спинного мозга / Ю.А. Зозуля, Ю.А. Орлов // Здоров'я України. – 2003. – №78. – С. 4–8.
- [3] Методика исследования, ультразвуковая семиотика и данные морфометрии спинного мозга и позвоночного канала у новорожденных / М.И. Пыков, К.В. Ватолин, М.А. Попов и др. // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2003. – №1. – С. 51–57.

- [4] Частота та спектр вад центральної нервової системи серед новонароджених Львівської області у 2005–2011 рр. / Н.В. Зборовська, Н.С. Луцяненко, Н.І. Кіцера // Буковинський медичний вісник. – 2012. – Т. 16. – №3. – Ч. 1. – С. 44–49.
- [5] Школьніков В.С. Морфометричні параметри структур спинного мозку плодів людини 8–9 тижнів внутрішньоутробного розвитку / В.С. Школьніков, Ю.І. Гумінський, В.О. Тихолаз // Таврический медико-биологический вестник. – 2013. – Т. 16. – №1. – Ч. 2. – С. 228–232.
- [6] Школьніков В.С. Морфометричні параметри структур спинного мозку плодів людини 11–12 тижня внутрішньоутробного розвитку / В.С. Школьніков // Вісник Вінницького національного медичного університету. – 2013. – Т. 17. – №1. – С. 36–40.
- [7] Структура причин пізніх абортів і мертвонароджених у Вінницькій області за 2010–2014 роки / В.С. Школьніков, В.О. Тихолаз, Л.П. Холод та ін. // Актуальні питання медичної науки та практики: зб. наук. праць за матеріалами VI конгресу АГЕТ України, (Запоріжжя, 16–18 вересня 2015 р.). – Запоріжжя, 2015. – Вип. 82. – Т. 2. – Кн. 1. – С. 211–220.
- [8] Discriptive study on neural tube defects in Argentina / C. Sargiotto, M. Bidondo, R. Liascovich, et al. // Birth Defects Res A Clin. Mol. Teratol. – 2015. – Vol. 103(6). – P. 509–516.
- [9] Golle R. Anencephaly and its associated malformations / R. Golle, P. Meshram, S. Hattangdi // J. Clin. Diagn. Res. – 2014. – Vol. 8(9). – P. 7–9.
- [10] Morris J.K. Prevalence of neural tube defect pregnancies in England and Wales from 1964 to 2004 / J.K. Morris, N.J. Wald // Journal of Medical Screening. – 2007. – Vol. 14(2). – P. 55–59.
- [11] Preventable spina bifida and anencephaly in Europe / R. Obeid, K. Pietrzik, G. Oakley, et al. // Birth Defects Res A Clin. Mol. Teratol. – 2015. – Vol. 103(9). – P. 763–771.
- [12] Ren A. Prevention of neural tube defects with folic acid: The Chinese experience / A. Ren // World J. Clin. Pediatr. – 2015. – Vol. 4(3). – P. 41–44.
- [11] Obeid, R., Pietrzik, K., Oakley, G. P. Jr., Kancherla, V., Holzgreve, W., & Wieser, S. (2015) Preventable spina bifida and anencephaly in Europe. *Birth Defects Res A Clin. Mol. Teratol.*, 103(9), 763–771. doi: 10.1002/bdra.23400.
- [12] Ren, A. (2015) Prevention of neural tube defects with folic acid: The Chinese experience. *World J. Clin. Pediatr.*, 4(3), 41–44. doi: 10.54079/wjcr.v4.i3.41.

Відомості про авторів:

Школьніков В. С., д-р мед. наук, доцент каф. анатомії людини, Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова, Україна.
Вернигородський С. В., д-р мед. наук, професор каф. патологічної морфології, Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова, Україна.

Сведения об авторах:

Школьніков В. С., д-р мед. наук, доц. каф. анатомии человека, Винницкий национальный медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Украина.
Вернигородский С. В., д-р мед. наук, профессор, каф. патологической морфологии, Винницкий национальный медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Украина.

Information about authors:

Shkolnikov V. S., MD, PhD, DSci, Associate Professor of the Department of Human Anatomy, Vinnytsia National Pirogov Memorial Medical University, Ukraine.
Vernygorodskiy S. V., MD, PhD, DSci, Professor of the Department of Pathologic Morphology, Vinnytsia National Pirogov Memorial Medical University, Ukraine.

References

- [1] Bohatyrova, R. V., Lynchak, O. V., & Tymchenko O. I. (2012). Hentyko-demografichni protsesy sered naseleennyi Ukrainy [Genetic and demographic changes in the population of Ukraine]. *Zhurnal NAMN Ukrainy*, 18(1), 81–91. [in Ukrainian].
- [2] Zozulya, Yu. A., & Orlov, Yu. A. (2003). Poroki razvitiya pozvonochnika i spinnogo mozga [Faults development spine and spinal cord]. *Zdorovya Ukrainy*, 78, 4–8. [in Russian].
- [3] Pykov, M. I., Vatin, K. V., Popov, M. A., Bidzhiev, M. I., & Vasil'eva, O. Yu. (2003). Metodika issledovaniya, ul'trazvukovaya semiotika y dannye morfometrii spinnogo mozga i pozvonochnoho kanala u novorozhdennykh [Methodology of the study, US-semiotics and data morphometrics spinal cord and spinal canal in newborn]. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*, 1, 51–57. [in Russian].
- [4] Zborovska, N. V., Lukianenko, N. S., Kitsera, N. I., Hruzyntseva, N. A., & Henyk-Berezov'ska, S. O. (2012). Chastota ta spektr vad tsentralnoi nervovoi systemy sered novonarozhennykh Lvivskoi oblasti u 2005–2011 rr. [The frequency and spectrum of defects of the central nervous system among newborns in the Lviv region from 2005 till 2011]. *Bukovynskiy medychnyi visnyk*, 16(3), 44–49. [in Ukrainian].
- [5] Shkol'nikov, V. S., Guminsky, Yu. Y., & Tyholaz, V. O. (2013). Morfometrychni parametry struktur spynnoho mozku plodiv lyudyny 8-9 tyzhniv vnutrishn'outrobnogo rozvytku [Morphometrical parameters structures of spinal cord the human fetals 8–9 weeks of intrauterine period]. *Tavrisheskij mediko-biologicheskij vestnik*, 16(1), 2, 228–232. [in Ukrainian].
- [6] Shkolnikov, V. S. (2013). Morfometrychni parametry struktur spynnoho mozku plodiv lyudyny 11–12 tyzhnya vnutrishn'outrobnogo rozvytku [Morphometric parameters spinal cord structures of human fetuses 11–12 weeks of fetal development]. *Visnyk Vinnytskoho natsionalnoho medychnoho universytetu*, 17(1), 36–40. [in Ukrainian].
- [7] Shkolnikov, V. S., Tykholaz, V. O., Kholod, L. P., Stelmashchuk, P. O., & Halunko, H. M. (2015). Struktura prychny piznykh abortiv i mertvonarozhennykh u Vinnytskiy oblasti za 2010–2014 roky [The structure causes late abortions and stillbirths in Vinnytsia region for 2010 – 2014 years]. *Aktualni pytannia medychnoi nauky ta praktyky: zb. nauk. prats za materialamy VI konhresu AHET Ukrainy*, 82(2), 1, 211–220. Zaporizhzhia. [in Ukrainian].
- [8] Sargiotto, C., Bidondo, M., Liascovich, R., Barbero, P., & Groisman, B. (2015) Discriptive study on neural tube defects in Argentina. *Birth Defects Res A Clin. Mol. Teratol.*, 103(6), 509–516. doi: 10.1002/bdra.23372.
- [9] Golle, R., Meshram, P., & Hattangdi, S. (2014) Anencephaly and its associated malformations. *J. Clin. Diagn. Res.*, 8(9), 7–9. doi: 10.7860/JCDR/2014/10402.4885.
- [10] Morris, J. K., & Wald, N. J. (2007) Prevalence of neural tube defect pregnancies in England and Wales from 1964 to 2004. *Journal of Medical Screening*, 14(2), 55–59. doi: 10.1258/096914107781261945.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of Interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшло до редакції / Received: 20.10.2016

Після доопрацювання / Revised: 22.12.2016

Прийнято до друку / Accepted: 24.01.2017