

**МОРФОЛОГІЯ СПИННОГО МОЗКУ ЕМБРІОНА ЛЮДИНИ 6 – 7 ТИЖНЯ
ВНУТРІШНЬОУТРОБНОГО ПЕРІОДУ (ГІСТОЛОГІЧНЕ ТА ІМУНО-
ГІСТОХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ)****Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова (м. Вінниця)**

Дане дослідження виконане в рамках науково-дослідної роботи за темою «Встановлення закономірностей органо- та гістогенезу і топографії внутрішніх органів грудної, черевної порожнин, а також структур центральної нервової системи плодів людини (макроскопічне, гістологічне, імуногістохімічне та УЗ-дослідження). Порівняння отриманих даних з аналогічними у плодів з вродженими аномаліями розвитку», № держ. реєстрації 0113U005070.

Вступ. За останні роки дослідники нервової системи стикнулися із проблемами в інтерпретації отриманих даних про структуру та її функції. Обширні дані про мікроархітектуру мозку не дозволяють авторам достатньо повно пояснити особливості його функціонування як цілісної системи [4]. Завдяки досягненням імунології, біохімії, молекулярної біології, були суттєво розширені можливості гістологічних методів дослідження, які при використанні сучасних імуногістохімічних підходів дозволяють вивчати організацію елементів тканин *in situ* нервової системи [7].

Імуногістохімічним дослідженням розвитку головного та спинного мозку присвячена доволі велика кількість робіт, як вітчизняних так і закордонних науковців [5]. Нейральні стовбурові клітини, як і інші види стовбурових клітин, мають специфічні маркери – протеїни, наявність яких визначає специфіку клітинного фенотипу [8]. Встановлено, що віментин визначається в ембріогенезі у клітинах радіальної глії (нейральні стовбурові клітини), які є попередниками нейро- та гліобластів, а також експресується під час диференціювання нейробластів [3]. Схожий на віментин є білок десмін, який на відміну від нього експресується на більш пізніх стадіях розвитку [10]. Дослідженнями нейроанатомів також доведено, що маркером гліобластів і астроцитів є S-100 (Ca²⁺-зв'язуючий нейрогліальний білок) [12, 14]. Глікопротеїн синаптофізин присутній в мембрані нейронів у пресинаптичних міхурцях мозку [15].

Проте, до теперішнього часу не існує маркерів, які були б специфічними для нейральних стовбурових клітин та їх похідних. Тому, наукові повідомлення, які стосуються досліджень розвитку утворів ЦНС на гістологічному рівні носять невпорядкований та протирічливий характер [2].

Таким чином, **метою** даного **дослідження** стало встановлення закономірностей архітектури шарів стінки спинного мозку плоду людини 6 – 7 тижня внутрішньоутробного розвитку загальними гістологічними та імуногістохімічними методами.

Об'єкт і методи дослідження. Проведено анатомо-гістологічне дослідження 12 ембріонів людини віком 6 – 7 тижнів внутрішньоутробного розвитку, тим'яно-куприкова довжина яких склала $18,8 \pm 2,4$ мм, вагою $0,86 \pm 0,16$ г. Дослідження проведено з дотриманням основних біоетичних положень Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04. 04. 1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964–2008 рр.), а також наказу МОЗ України №690 від 23. 09. 2009 р.

Матеріал для досліджень був отриманий в ОПБ та у пологових будинках м. Вінниця, після чого фіксувався 10% нейтральним розчином формаліну. У наступному готувались целоїдинові та парафінові блоки із проведенням серійних, горизонтальних зрізів ембріонів товщиною 6 – 8 мкм. Оглядові препарати забарвлювали гематоксиліном та еозином, толуїдиновим синім, за Ван-Гізона, а також проводили імпрегнацію сріблом по Більшовському.

Під час імуногістохімічного дослідження були використані діагностичні моноклональні антитіла фірми «DacoCytomation»: віментин, десмін, S-100, CDX-2, Ki-67 та синаптофізин.

Всі отримані препарати оцінювали візуально за допомогою мікроскопа Micromed XS 5520, відеозахват здійснювали камерою ScienceLab DCM 520. Під час морфометричного дослідження серій зрізів сегментів спинного мозку була застосована комп'ютерна програма Photo M 1. 21 (комп'ютерна гістометрія).

Отримані в процесі дослідження цифрові дані були оброблені статистично.

Результати досліджень та їх обговорення. Поздовжні і поперечні розміри сегментів варіюють протягом усього спинного мозку (**рис. 1**). Так, поперечний та поздовжній розміри на рівні верхніх шийних сегментів склали відповідно $1,16 \pm 0,04$ мм та $1,17 \pm 0,03$ мм. Аналогічні параметри сегментів на рівні, що відповідає шийному стовщенню

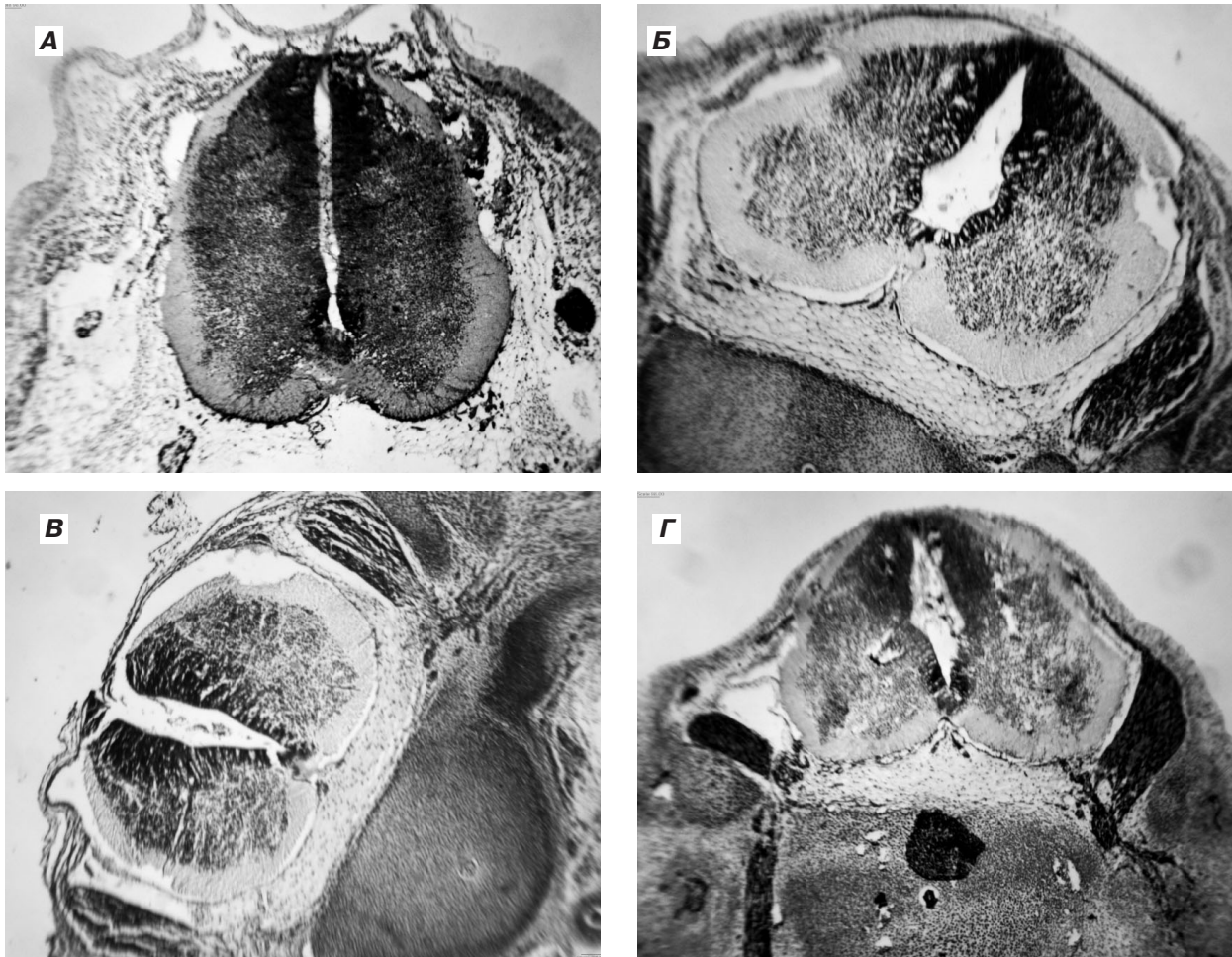


Рис. 1. А-зріз спинного мозку на рівні верхніх шийних сегментів. 36. Ч4. Фарб. -S-100. Б-зріз спинного мозку на рівні шийного стовщення. 36. Ч4. Фарб. -гемат. -еозин. В-зріз спинного мозку на рівні грудних сегментів. 36. Ч4. Фарб. -гемат. -еозин. Г-зріз спинного мозку на рівні попереково-крижового стовщення. 36. Ч4. Забарв. -S-100.

становили $1,57 \pm 0,09$ мм та $1,10 \pm 0,07$ мм. Поперечний та поздовжній розміри на рівні грудних сегментів дорівнюють $1,11 \pm 0,05$ мм та $0,76 \pm 0,02$ мм. Лінійні розміри сегментів на рівні попереково-крижового стовщення (у найширшому місці) були встановлені наступні: поперечний розмір – $1,41 \pm 0,08$ мм, поздовжній розмір – $0,92 \pm 0,02$ мм.

Для внутрішньої структури сегментів усіх відділів спинного мозку, яка притаманна для даного періоду розвитку, характерний чіткий поділ на епендимний, мантийний та крайовий шари. При цьому, епендимний та мантийний шари складають сіру речовину, а крайовий – білу речовину сегменту. Слід зазначити, що площа сірої речовини значно переважає площу білої речовини.

Площа сірої речовини на рівні верхніх шийних сегментів склала $0,80 \pm 0,03$ мм², а площа білої речовини у 2 рази менша і становила $0,4 \pm 0,02$ мм². Товщина епендимного шару нервової трубки при горизонтальному перетині поступово збільшується у дорзальному напрямку та дорівнює, у вентральній частині (ділянка передньої сірої спайки) – $66,7 \pm 3,3$

мкм, у дорзальній частині (місце майбутніх задніх рогів) – $161,0 \pm 6,4$ мкм. Площа епендимного шару в цілому становила $0,20 \pm 0,05$ мм², що від усієї площі сірої речовини складає j.

Площа сірої речовини сегментів на рівні шийного стовщення (у найширшому місці) становила $0,70 \pm 0,03$ мм², а площа білої речовини, як і на рівні верхніх шийних сегментів склала $0,40 \pm 0,02$ мм². Загальна площа епендимного шару в порівнянні з вищеописаним рівнем незначно збільшується і дорівнює $0,30 \pm 0,02$ мм². Товщина епендимного шару теж збільшується у дорзальному напрямку. Так, у найвужчому місці (ділянка передньої сірої спайки) товщина епендимного шару склала $79,4 \pm 2,6$ мкм, а у найширшому місці (місце майбутніх задніх рогів) – $179,0 \pm 7,3$ мкм.

Також, нами встановлено, що площа сірої та білої речовини і їх співвідношення варіюють протягом усіх грудних сегментів. У найвужчому місці, це рівень кардіальної частини шлунку (ембріотопографія спинного мозку була описана нами у попередніх роботах), площа сірої речовини дорівнює $0,40 \pm 0,03$ мм², а

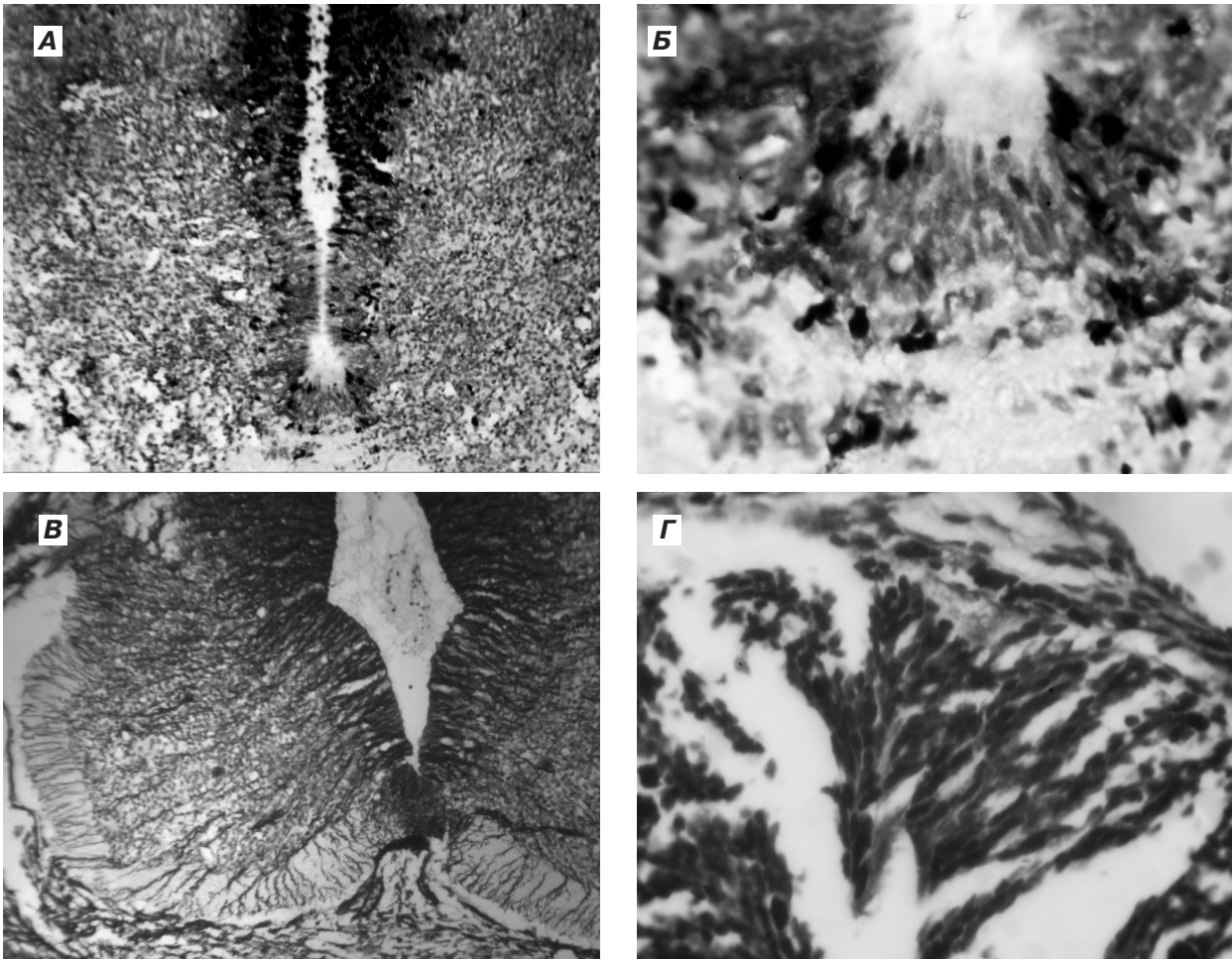


Рис. 2. А-епендимний шар центрального каналу. Експресія Ki-67 інтенсивніше проходить у дорзальній половині епендимного шару. Зб. Ч10. Фарб. -Ki-67. Б-ділянка епендимного шару в межах передньої сірої спайки. Зб. Ч40. Фарб. -Ki-67. В-волокна радіальної глії епендимного шару. Зб. Ч10. Фарб. -віментин. Г-міграція НСК уздовж волокон радіальної глії. Зб. Ч40. Забарв. -імпрегнація сріблом по Більшовському.

площа білої речовини у 2 рази менша – $0,20 \pm 0,01$ мм². Що стосується параметрів товщини епендимного шару, то тенденція зберігається, як і у вищезгаданих сегментах: вентрально – $59,7 \pm 2,3$ мкм, дорзально – $148,4 \pm 6,2$ мкм. Сама площа епендимного шару становила $0,10 \pm 0,02$ мм².

Площа сірої речовини сегменту при горизонтальному перетині на рівні попереково-крижового стовщення склала $0,60 \pm 0,02$ мм², що у 2 рази переважає площу білої речовини, величина якої дорівнювала $0,30 \pm 0,03$ мм². Потрібно зазначити, що 1/3 сірої речовини складає площа епендимного шару нервової трубки – $0,25 \pm 0,04$ мм², при цьому, товщина його у вентральній частині – $82,1 \pm 3,6$ мкм, у дорзальній – $120,9 \pm 4,47$ мкм.

В цілому, характеризуючи морфологію сірої речовини спинного мозку ембріона людини 6 – 7 тижня внутрішньоутробного розвитку слід відмітити, що вона займає 2/3 загальної площі сегментів на усіх рівнях без чіткого поділу на передні, бічні та задні роги. Вентральна частина сірої речовини – місце майбутніх передніх рогів – найширша і поступово звужується у дорзальному напрямку. Схожість

форми сірої речовини на горизонтальному зрізі в аналогічний гестаційний термін описана й Wang С. [2010].

Середнє значення ширини вентральної частини варіює в залежності від рівня зрізів. Так, найбільша ширина спостерігається у сегментах на рівні шийного стовщення – $451,7 \pm 16,4$ мкм. На рівні попереково-крижового стовщення дана величина становить $384,6 \pm 11,1$ мкм та найменша ширина вентральної частини сірої речовини дорівнює $283,9 \pm 8,9$ мкм. Параметри ширини дорзальної частини сірої речовини (місце майбутніх задніх рогів) на рівні сегментів шийного та попереково-крижового стовщень, а також на рівні грудних, ми отримали відповідно наступні – $423,2 \pm 15,5$ мкм, $223,6 \pm 6,6$ мкм та $297,1 \pm 7,2$ мкм.

Отримані дані щодо особливостей перебігу процесів проліферації нейральних стовбурових клітин (НСК) збігаються із результатами досліджень Euge J. та Clowry [2002] [13]. Автори вказують на те, що процеси проліферації відбуваються інтенсивніше у дорзальній половині епендимного шару стінки центрального каналу, ніж у вентральній (рис. 2А). При цьому, така картина характерна на всьому протязі

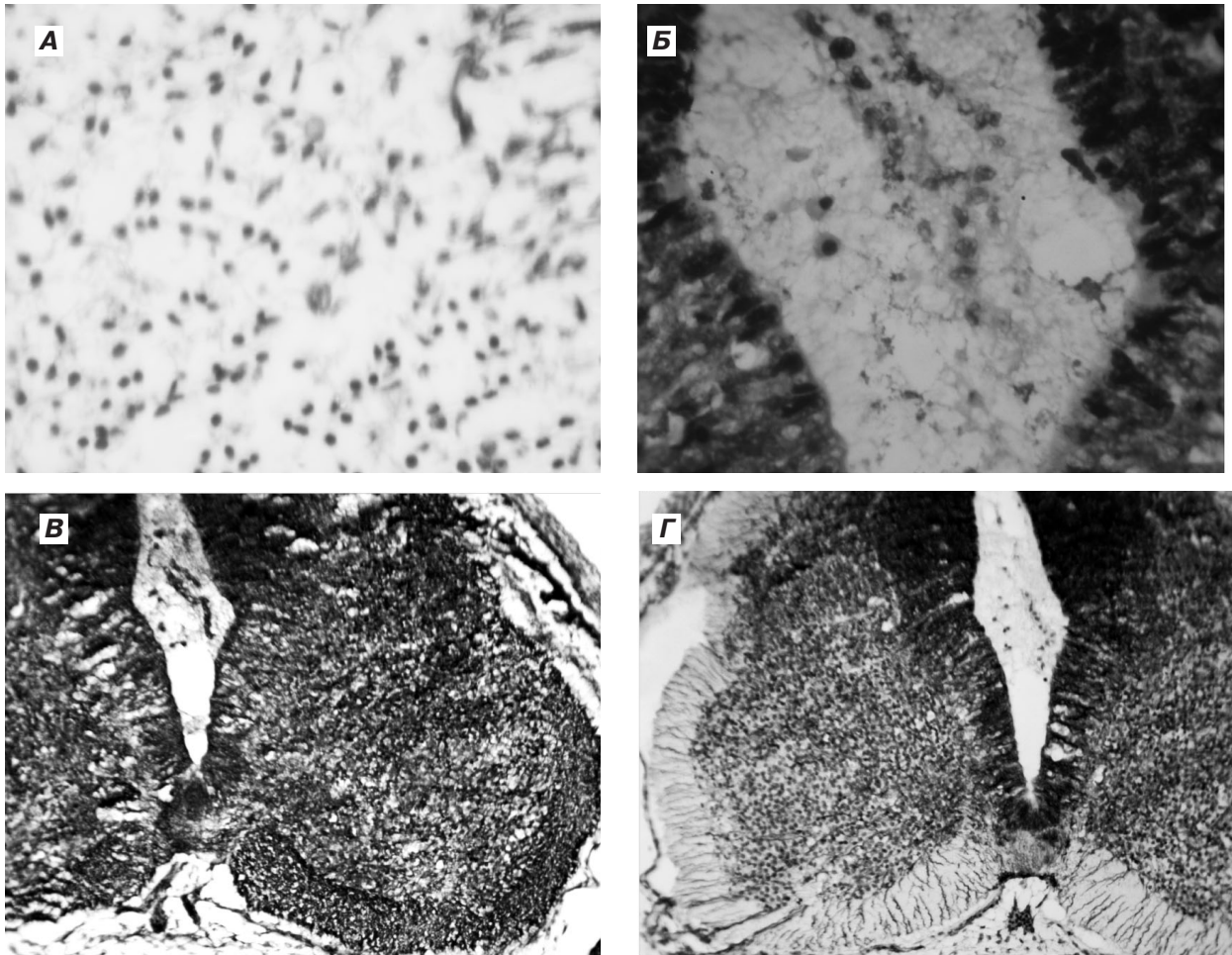


Рис. 3. А-НСК ділянки передніх рогів. Зб. Ч100. Фарб. -імпрегнація сріблом по Більшовському. Б-клітини радіальної глії у центральному каналі. Зб. Ч40. Фарб. -Кі-67. В-Інтенсивне забарвлення крайового шару. Зб. Ч10. Фарб. -синаптофізин. Г-Формування передніх корінців Зб. Ч10. Забарв. -CDX-2.

спинного мозку. Із даним явищем ми пов'язуємо той факт, що спостерігається більша щільність розташування НСК в межах майбутніх задніх рогів. Крім того, нами підтверджені дані Гилберт С. [1993], що проліферація НСК здійснюється також і у мантийному шарі [1].

Клітини, які складають епендимний шар по усьому периметру мають видовжену еліпсоподібну форму зі збідненою цитоплазмою та децентрованим розташуванням ядра (рис. 2Б). Їх площа у середньому дорівнює $47,9 \pm 2,1$ мкм², розмірами $10,4 \pm 1,6$ мкм на $4,2 \pm 1,2$ мкм. Площа ядра склала $24,6 \pm 1,5$ мкм² та розміри $5,1 \pm 0,7$ мкм на $5,2 \pm 0,5$ мкм. Ці клітини мігрують уздовж радіальної глії в мантийний шар (рис. 2В-2Г), де здійснюється їх наступна проліферація та диференціювання. За твердженнями Обухова Д. К. [2013] клітини радіальної глії є нащадками НСК епендимного шару нервової трубки, яка знаходиться у процесі розвитку. З цих же клітин розвиваються й перші популяції нейронів та клітин глії [6].

Волокна радіальної глії, які експресують білок віментин, проникають і у крайовий шар (рис. 2 В).

Нами також встановлено, що крім віментину, волокна радіальної глії експресують білок CDX-2. Роль віментину в міграції клітин доведена у дослідженнях Черноиваненко І. [2013], що має важливе значення у подальшому, це – правильне розташування нейронів та становлення цитоархітекτονіки [9].

НСК, які розташовані у мантийному шарі мають овальну або кулясту форму (рис. 3А). Морфологія та розміри цих клітин сірої речовини фактично однакові в усіх відділах спинного мозку, тому, на нашу думку, сенсу описувати їх по-сегментно немає. Розрізняються більші клітини, які вже мають аксональні горбики – це малодиференційовані нейроblastи. Площа нейроblastів становить у середньому $50,3 \pm 1,5$ мкм² та лінійні розміри $8,5 \pm 0,9$ мкм на $7,2 \pm 0,6$ мкм. Площа ядер нейроblastів складає $27,8 \pm 1,3$ мкм², їх розміри – $5,4 \pm 0,7$ мкм на $5,3 \pm 0,8$ мкм. Менші клітини, які супроводжують нейроblastи, це – гліобласти (рис. 3А). В середньому 1 нейроblast оточують від 4 до 9 гліобластів. Площа однієї такої клітини дорівнює $36,6 \pm 1,8$ мкм², розмірами $5,7 \pm 0,5$ мкм на $5,6 \pm 0,5$ мкм. Площа ядра гліобластів

становила $12,1 \pm 1,2$ мкм², лінійні розміри $3,4 \pm 0,6$ мкм на $3,5 \pm 0,7$ мкм.

Опис аналогічної морфології клітин, які складають епендимний та мантийний шари спинного мозку на ранніх етапах розвитку людини ми зустріли в роботах Bear M. [2007] [11]. Проте, на жаль, науковцями не наведені параметричні показники таких клітин.

Міграція клітин радіальної глії відбувається не тільки у мантийний шар, а й у порожнину центрального каналу (рис. 3Б). Такі клітини мають еліпсоподібну або полігональну форму. Розміри їх в середньому складають $10,8 \pm 0,4$ мкм на $8,8 \pm 0,3$ мкм. Площа НСК центрального каналу дорівнює $83,9 \pm 3,5$ мкм². Ядро має кулясту форму та розміри $5,2 \pm 0,1$ мкм на $5,1 \pm 0,1$ мкм. Площа його становить $24,8 \pm 1,4$ мкм.

В процесі дослідження нами встановлено, що більша інтенсивність експресії синаптофізину визначається у крайовому шарі (рис. 3В).

Як було вказано нами вище, крайовий шар стінки нервової трубки у даному періоді розвитку представлений білою речовиною. Поділ білої речовини на канатики відсутній. Структурну основу крайового шару складають волокна радіальної глії та її відростки (рис. 2В). Крайовий шар відносно краще виражений у вентро-латеральних ділянках сегментів спинного мозку по всій його довжині, причому ширина крайового шару, як і сірої речовини, поступово зменшується у дорзальному напрямку. На різних рівнях сегментів відмінності полягають тільки у величинах товщини крайового шару. На рівні сегментів шийного та попереково-крижового стовщень ширина в середньому відповідно дорівнює $151,4 \pm 5,9$ мкм та $120,7 \pm 4,0$ мкм. Товщина білої речовини на рівні грудних сегментів склала $92,1 \pm 3,7$ мкм. Переважно в шийних та у попереково-крижових сегментах відмічається концентрація волокон радіальної глії, які приймають участь в утворенні передніх корінців (рис. 3Г). Такі волокна починаються ще від

базальної мембрани епендимного шару і пронизують крайовий шар.

Таким чином, в процесі дослідження нами встановлені питомі співвідношення сірої та білої речовини сегментів спинного мозку, визначена структура та характер цитоархітекτονіки на різних рівнях, а також особливості проліферації НСК у матричному (епендимному) шарі.

Висновки.

1. Найбільші лінійні параметри (поперечний та поздовжній розміри) мають шийні та поперекові сегменти, тому у даному періоді розвитку вже сформовані шийне та попереково-крижове стовщення. Найменші розміри мають грудні сегменти, які розташовані на рівні кардіальної частини шлунку.

2. Площа сірої та білої речовини більша в шийних та поперекових сегментах, менша – в грудних. Площа епендимного (матричного) шару найбільша на рівні шийного та попереково-крижового стовщень і складає 50% сірої речовини. Товщина епендимного шару збільшується в дорзальному напрямку на всьому протязі спинного мозку.

3. Клітини та волокна радіальної глії експресують віментин. Крім того, волокна радіальної глії експресують також CDX-2. Інтенсивність експресії Ki-67 вказує на посилену проліферацію НСК в дорзальній половині епендимного шару усіх сегментів. Позитивна експресія білка S-100 спостерігається в клітинах, які розташовані у вентральних ділянках сірої речовини. Більша інтенсивність експресії синаптофізину визначається у крайовому шарі.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження передбачають встановлення закономірностей розвитку спинного мозку людини у пренатальному періоді із застосуванням імуно-гістохімічних методик та порівняння отриманих даних зі структурою спинного мозку плодів із мальформаціями.

Література

1. Гилберт С. Биология развития / С. Гилберт // В 3-х томах. Т. 1: пер. с англ. – Москва : Мир, 1993. – 228 с.
2. Гиляров А. В. Нестин в клетках центральной нервной системы / А. В. Гиляров // Морфология. – 2007. – № 1. – С. 85 – 90.
3. Кирик О. В. Виментин в клетках эпендимы и субвентрикулярной пролиферативной зоны конечного мозга / О. В. Кирик, Д. Э. Коржевский // Клеточные технологии в биологии и медицине. – 2012. – №4. – С. 210 – 214.
4. Кузин А. В. Ансамблевые взаимодействия в центральной нервной системе / А. В. Кузин, Ю. Г. Васильев, В. М. Чучков, Т. Г. Шорохова // Ижевск-Берлин : АНК – 2004. – 160 с.: ил.
5. Лісяний М. І. Вивчення експресії прогеніторними нейроклітинами маркерних протеїнів in vitro / М. І. Лісяний, Л. Д. Любич // Трансплантологія. – 2004. – № 4. – С. 307–310.
6. Обухов Д. К. Нейрогенез и пролиферативные зоны в ЦНС взрослых позвоночных животных / Д. К. Обухов, Е. В. Пушина // Advances in current natural sciences. – 2013. – №5. – С. 18 – 22.
7. Современные методы иммуноцитохимии – основа для изучения структурной организации глиоцитов и оценки глиальной реакции в органах нервной системы / Д. Э. Коржевский, Е. Г. Сухорукова, О. В. Кирик // Мат. 8-й Всероссийской научной конференции : Ретиноиды, Москва – 2011. – С. 71–76.
8. Цимбалюк В. І. Нейрогенні стовбурові клітини у неврології та нейрохірургії / В. І. Цимбалюк // Журнал НАМН України. – 2011. – №1. – С. 76 – 80.
9. Черноиваненко И. С. Роль виментина в миграции клеток / И. С. Черноиваненко, А. А. Минин, А. А. Минин // Онтогенез – 2013. – №3. – С. 186 – 202.
10. Bar H. The biology for desmin filaments: how do mutations affect their structure, assembly, and organization / H. Bar, S. Strelkov, G. Sjoberg // Journal of structural biology. – 2004. – № 148. – P. 137–152.
11. Bear M. Neuroscience: exploring the brain / M. Bear, B. Connors, M. Paradiso // Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. – 2007. – 324 p.

12. Comparison of neural precursor cell fate in second trimester human brain and spinal cord / K. Barami, J. Zhao, F. Diaz, W. Li-man // *Neurol. Res.* – 2000. – № 23. – P. 260–266.
13. Eyre J. development of the human spinal cord / J. Eyre, G. Clowry // *Brain.* – 2002. – № 9. – P. 2134–2136.
14. Stempl D. Neural stem cells are blasting off / D. Stempl, N. Mahanthappa // *Neuron.* – 1997. – № 18. – P. 1–4.
15. Tarr P. ABCG-1 and ABCG-4 are coexpressed in neurons and astrocytes of the CNS and regulate cholesterol homeostasis through SREBP-2 / P. Tarr, P. Edwards // *J. Lipid Res.* – 2008. – № 49. – P. 169–182.
16. Wang C. Polycomb group proteins are essential for spinal cord development / C. Wang, J. Zhao, C. Lu // *Frontiers in Bioscience.* – 2010. – № 15. – P. 1018–1022.

УДК 572. 7:611. 82-053. 13

МОРФОЛОГІЯ СПИННОГО МОЗКУ ЕМБРІОНА ЛЮДИНИ 6–7 ТИЖНЯ ВНУТРІШНЬОУТРОБНОГО ПЕРІОДУ (ГІСТОЛОГІЧНЕ ТА ІМУНО-ГІСТОХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ)

Школьніков В. С.

Резюме. Дослідження спинного мозку ембріона людини 6 – 7 тижня внутрішньоутробного розвитку дозволило встановити питомі співвідношення сірої та білої речовини, їх структуру та характер цитоархітектоники на різних рівнях сегментів, а також особливості проліферації НСК у матричному (епендимному) шарі. Для внутрішньої структури сегментів усіх відділів спинного мозку, яка притаманна для даного періоду розвитку, характерний чіткий поділ на епендимний, мантийний та крайовий шари. При цьому, епендимний та мантийний шари складають сіру речовину, а крайовий – білу речовину сегменту. Площа сірої речовини значно переважає площу білої речовини. Процеси проліферації НСК відбуваються інтенсивніше у дорзальній половині епендимного шару, ніж у вентральній. Міграція клітин радіальної глії відбувається не тільки у мантийний шар, а й у порожнину центрального каналу. Волокна радіальної глії, які експресують білок віментин, проникають і у крайовий шар. Встановлено, що крім віментину, волокна радіальної глії експресують білок CDX-2. Структурну основу крайового шару складають волокна радіальної глії та її відростки.

Ключові слова: спинний мозок, сіра речовина, біла речовина, епендимний шар, невральні стовбурові клітини, радіальна глія.

УДК 572. 7:611. 82-053. 13

МОРФОЛОГИЯ СПИННОГО МОЗГА ЭМБРИОНА ЧЕЛОВЕКА 6–7 НЕДЕЛЬ ВНУТРИУТРОБНОГО ПЕРИОДА (ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ И ИММУНО-ГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Школьніков В. С.

Резюме. Исследования спинного мозга эмбриона человека 6 – 7 недели внутриутробного развития позволили установить количественные соотношения серого и белого вещества, их структуру и характер цитоархитектоники на разных уровнях сегментов, а также особенности пролиферации НСК в матричном (эпендимном) слое. Для внутренней структуры сегментов всех отделов спинного мозга, которая характерна для данного периода развития, присущо четкое деление на эпендимный, мантийный и краевой слои. При этом, эпендимный и мантийный слои составляют серое вещество, а краевой – белое вещество сегмента. Площадь серого вещества значительно превышает площадь белого вещества. Процессы пролиферации НСК происходят интенсивнее в дорзальной половине эпендимного слоя, чем в вентральной. Миграция клеток радиальной глии происходит не только в мантийном слое, но и в полости центрального канала. Волокна радиальной глии, которые экспрессируют белок виментин, проникают и в краевой слой. Установлено, что кроме виментина, волокна радиальной глии экспрессируют белок CDX-2. Структурную основу краевого слоя составляют волокна радиальной глии и её отростки.

Ключевые слова: спинной мозг, серое вещество, белое вещество, эпендимный слой, невральные стволовые клетки, радиальная глия.

UDC 572. 7:611. 82-053. 13

Morphology of Spinal Cord Human Embryo 6-7 Weeks of Intrauterine Development (Histological and Immuno-Histochemical Study)

Shkolnikov V. S.

Abstract. Spinal cord research human embryonic 6-7 weeks fetal development have allowed to establish quantitative relationships of gray and white matter, their structure and the nature of cytoarchitectonics segments at different levels, as well as features of NSC proliferation in the matrix (ependymal) layer.

Longitudinal and transverse dimensions of the segments vary throughout the spinal cord. The transverse and longitudinal dimensions at the level of the upper cervical segments were respectively $1,16 \pm 0,04$ mm and $1,17 \pm 0,03$ mm. Similar options segments at a level corresponding to the cervical thickening were $1,57 \pm 0,09$ mm and $1,10 \pm 0,07$ mm. The transverse and longitudinal dimensions at the level of the thoracic segments are equal to $1,11 \pm 0,05$ mm and $0,76 \pm 0,02$ mm. Linear dimensions of the segments at the level of the lumbosacral thickening (at widest point) were set as follows: the transverse size – $1,41 \pm 0,08$ mm, the longitudinal size – $0,92 \pm 0,02$ mm.

For the internal structure of all segments of spinal cord, which is characteristic for this period of development is characterized by a clear division of ependymal, mantle and marginal layers. However, ependymal and mantle layers

constitute the gray matter and marginal – white matter of segment. The area of the gray matter significantly exceeds the area of the white matter. In general, the gray matter of the spinal cord of human embryos 6 – 7 weeks of fetal development takes 2 /3 of the total area of the segments at all levels with no clear division between front, side and rear corners. Ventral part of the gray matter – the future site of horns – the widest and gradually tapering to dorsal direction. Mean width of the ventral part varies depending on the level of cuts.

NSC proliferation processes occurring in the dorsal half of intense ependymal layer than the ventral. The cells that make up ependymal layer around the perimeter with an elongated ellipse shape with poorer cytoplasm and a nucleus of decentralization. Radial glial cell migration occurs not only in the mantle layer, but also in the central cavity of the channel. Stadium, located in the mantle layer are oval or spherical shape. The morphology and size of the cells of the gray matter is actually the same in all parts of the spinal cord.

Marginal layer is represented by white matter. Separation of white matter in cord is missing. Marginal layer relatively better expressed in ventro – lateral parts of the spinal cord segments along its length, and the width of the edge layer as gray matter, progressively reduced in the dorsal direction. Radial glial fibers expressing vimentin protein, penetrate the marginal layer. It was established that in addition to vimentin, radial glial fibers expressing the protein CDX- 2. The structural basis of marginal fiber layer consists of radial glia and their processes.

Key words: spinal cord, gray matter, white matter, ependymal layer, neural stem cells, radial glia.

Рецензент – проф. Костиленко Ю. П.

Стаття надійшла 27. 01. 2014 р.