

кових даних токсикометрії можна дійти висновку, що натрій 2-(4-метил-5-(тіофен-2-іл)-4-Н-1,2,4-тріазол-3-ілтіо)ацетат при його одноразовому внутрішньочеревинному (внутрішньовенному) введенні є відносно нешкідливим і практично безпечним у токсикологічному відношенні для теплокровних, у тому числі і для людини, щодо виникнення і розвитку гострих отруєнь.

ЛІТЕРАТУРА

1. Иванов С. В. Спектр применения современных антидепрессантов в медицинской практике / С. В. Иванов // Психиатрия и психофармакология. – 2001. – Т. 3, № 3. – С. 26–28.

2. Довідник лікарських засобів «Компендіум» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://compendium.com.ua/>

3. Актпротекторна активність похідних 2-(4-*R*-3-(тіофен-2-іл)-4Н-1,2,4-тріазол-3-ілтіо)ацетатних кислот / В. О. Саліонов, Є. С. Пругло, О. І. Панасенко, Є. Г. Книш // Запорожский медицинский журнал. – 2013. – № 4 (79). – С. 51–53.

4. Доклінічні дослідження лікарських засобів : метод. рекомендації за ред. О. В. Стефанова. – К. : Авіценна, 2001. – 528 с.

5. Прозоровский В. Б. Статистическая обработка результатов фармакологических исследований / В. Б. Прозоровский // Психофармакология и биологическая наркология. – 2007. – Т. 7, вып. 3/4. – С. 2090–2120.

6. Беленький М. Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта / М. Л. Беленький. – Л. : Гос. изд-во мед. литературы, 1963. – 152 с.

7. Буров Ю. В. Правила доклинической оценки безопасности фармакологических средств (GLP) / Ю. В. Буров, И. В. Березовская, Т. И. Золотарева // Руководящий нормативный документ. – М., 1992. – 81 с.

8. Платонов А. Г. Дозовая зависимость постлучевой гибели. Расчет популяционной дозы ЛД50 методом пробит-анализа / А. Г. Платонов, М. Я. Ахалая. – М.: МГУ, 2006. – 33 с.

9. Саноцкий И. В. Критерии вредности в гигиене и токсикологии при оценке опасности химических соединений / И. В. Саноцкий. – М. : Медицина, 1975. – 343 с.

10. Рыболовлев Ю. Р. Дозирование веществ для млекопитающих по константе биологической активности / Ю. Р. Рыболовлев, Р. С. Рыболовлев // Журнал АН СССР. – 1979. – Т. 247, № 6. – С. 1513–1516.

11. Material Safety Data Sheet for Inosine [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.spectrumchemical.com/MSDS/TCI-I0037.pdf>

REFERENCES

1. Ivanov S.V. The range of application of modern antidepressants in medical practice. *Psikhiatriya i psikhofarmakologiya* 2001; 3 (3): 26-28.

2. Reference book drugs "Compendium" [Electronic resource]. Access mode: <http://compendium.com.ua/>

3. Salionov V.O., Pruhlo Ye.S., Panasencko O.I., Knysh Ye.G. Actoprotective activity of derivatives of 2-(4-*R*-3-(thiophen-2-yl)-4H-1,2,4-triazol-3-

ylthio)acetic acid. *Zaporiz'kyy medychnyy zhurnal* 2013; 4 (79): 51-53.

4. Stefanov O.V. *Doklinichni doslidzhennya likars'kykh zasobiv: metodychni rekomendatsiyi* [Preclinical studies of drugs: methodical recommendations]. Kyiv, Avicenna, 2001. 528 p.

5. Prozorovskiy V.B. Statistical analysis of the results of pharmacological studies. *Psikhofarmakologiya i biologicheskaya narkologiya* 2007; 3/4: 2090–2120.

6. Belen'kyy, M.L. *Elementy kolichestvennoy otsenki farmakologicheskogo effekta* [Elements of quantitative assessment of pharmacological effect]. Leningrad, St. Publ. Med. lit., 1963. 152 p.

7. Burov Yu.V., Berzovskaya I.V., Zolotaryova T.I. *Pravila doklinicheskoy otsenki bezopasnosti farmakologicheskikh sredstv (GLP)* [Terms of preclinical safety evaluation of pharmacological agents (GLP)]. Steering regulatory document. Moscow, 1992. 81 p.

8. Platonov A.G., Akhalaya M.Ya. The dose dependence of post-radiation death. Calculation of half-lethal dose LD50 by probit analysis. *MGU im. M. V. Lomonosova, Biologicheskii fakul'tet. Moskva* 2006; 33 p.

9. Sanotskiy I.V. *Kriterii vrednosti v gigiyene i toksikologii pri otsenke opasnosti khimicheskikh soedineniy*. [Hazard criteria of hygiene and toxicology at the risk assessment of chemicals]. Medicine, 1975. 343 p.

10. Rybolovlev Yu.R., Rybolovlev R.S. Dosing of agents for mammals in the constant biological activity. *Zhurnal AN SSSR* 1979; 6: 1513-1516.

11. Material Safety Data Sheet for Inosine. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.spectrumchemical.com/MSDS/TCI-I0037.pdf>

Надійшла 29.10.2014

УДК 611.82:612.646-007

В. С. Школьніков

ГІСТОСТРУКТУРНІ ТА МОРФОМЕТРИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕПЕНДИМНОГО ШАРУ СПИННОГО МОЗКУ ПЛОДІВ ЛЮДИНИ З МАЛЬФОРМАЦІЯМИ

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, Вінниця, Україна

УДК 611.82:612.646-007

В. С. Школьніков

ГИСТОСТРУКТУРНЫЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭПЕНДИМНОГО СЛОЯ СПИННОГО МОЗГА ПЛОДОВ ЧЕЛОВЕКА С МАЛЬФОРМАЦИЯМИ

Винницкий национальный медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Винница, Украина

Установлены морфометрические и цитоархитектонические особенности эпендимного (матричного) слоя спинного мозга плодов человека с такими аномалиями развития, как сиамские близнецы (торакопаг), анэнцефалия, спинномозговая грыжа (*spina bifida*) и краниостеноз (ба-



шений череп). Отличаются площадь и толщина матричного слоя, морфология нейральных стволовых клеток, а также характер их миграции в мантийный слой. Так, во всех вариантах мальформаций площадь эпендимного слоя наибольшая в шейных или поясничных сегментах, наименьшая — на уровне грудных сегментов. Толщина матричного слоя во всех случаях уменьшалась в дорзальном направлении, кроме анэнцефала, где наибольшая толщина матричного слоя наблюдалась в боковых частях центрального канала шейных и грудных сегментов. Размеры и площадь нейральных стволовых клеток на уровне всех сегментов спинного мозга имеют относительно одинаковые величины, которые отличаются между собой в отдельных вариантах мальформаций. Митозы нейральных стволовых клеток сферической формы одиночные и происходят в субвентрикулярной зоне. У анэнцефала и *spina bifida* (17–18 нед.) отсутствует упорядоченный характер миграции нейральных стволовых клеток.

Ключевые слова: спинной мозг, эпендимный слой, нейральные стволовые клетки, мальформации.

UDC 611.82:612.646-007

V. S. Shkolnikov

THE HISTOSTRUCTURAL AND MORPHOMETRICAL FEATURES OF SPINAL EPENDYMA OF HUMAN FETUS WITH MALFORMATIONS

Vinnitsa National Pirogov Memorial Medical University, Ukraine

Introduction. The questions of morphology of neural stem cells (NSC) and their subsequent differentiation of the mantle layer is a topic of discussion until today.

Purpose. Setting morphometric parameters and structural histological features of the ependymal (matrix) layer of the spinal cord of fetuses of human with congenital abnormalities.

Materials and methods. It was conducted the anatomical and histological study of spinal cord fetus of human birth defects, namely: siamese twins (term gestation (TG) — 17–18 weeks), anencephaly (TG — 17–18 weeks), lumbar hernia (*spina bifida*) (TG — 17–18 weeks and 20–21 weeks), which was accompanied by hydrocephalus and skull tower (TG — 20–21 week).

Results. The area of the ependymal layer of the right fetus of the Siamese twins at the cervical, thoracic and lumbar segments is 0.018, 0.008 and 0.016 mm². The same value at the left fetus was 0.021, 0.011 and 0.023 mm² correspondently. The thickness of the ependymal layer both the right and left of the fetus throughout the spinal cord dorsal direction decreases. Average size of morphometric parameters of NSC are the following — the right fetus (4.8±0.5)×(9.5±0.3) microns, at the left fetus — (5.1±0.4)×(10.1±0.7) microns. Overall area ependymal layer at cervical segments anencephaly was 0.005 mm² at thoracic segments — 0.002 mm² and at the lumbar segments — 0.008 mm². The average area of the NSC was (27.4±2.2) mcm². In the fetus 17–18 weeks natal period area ependymal layer at the cervical and thoracic segments respectively was 0.020 and 0.006 mm². In the lumbar segments we established the presence of a defect in a doubling of the center channel. The average area of the NSC is (40.7±2.1) mcm² and size — (4.5±0.8)×(9.1±0.5) microns. In the fetus with *spina bifida* 20–21 weeks area ependymal layer at the cervical, thoracic and lumbar segments is equal to 0.016 mm², 0.006 and 0.009 mcm². The average area of the NSC is (38.6±1.7) mcm². In human fetal skull area of the tower ependymal layer at the cervical, thoracic and lumbar segments is 0.010 mcm², 0.007 and 0.013 mcm², and the average area NSC is (40.6±3.2) mcm² and size — (6.1±0.4)×(9.2±0.5) microns.

Conclusions. In human fetuses with malformations it was established different area and thickness of the matrix layer of the spinal cord, the morphology of the NSC and the nature of their migration in the mantle layer.

Key words: spinal cord, ependymal layer, neural stem cells, malformation.

Вступ

Становлення морфології та функції спинного мозку має велике значення і завжди лишається актуальним у зв'язку з тим, що він бере участь у забезпеченні функцій, необхідних для виживання плода і повноцінної життєдіяльності дорослої людини [1].

У процесі морфогенезу спинного мозку людини відбуваються перетворення його структури, що приводять до формотворення сірої речовини, а саме виникнення нейронних груп та їх зв'язків [9]. Основою такого процесу є перетворення нейральных стовбурових клітин [7]. Відомо, що стінка емб-

ріонального спинного мозку людини складається з епендимного (матричного), мантийного та крайових шарів. Епендимний шар оточує центральний канал і разом із мантийним шаром формує сіру речовину [10]. Народження нейральных стовбурових клітин здійснюється у субвентрикулярній зоні епендимного шару, після чого вони мігрують вздовж волокон радіальної глії до мантийного шару, де відбувається їх перетворення у нейробласти або гліобласти [2; 3].

Досі залишається предметом дискусії питання морфології нейральных стовбурових клітин та подальше їх диференціювання у мантийному шарі.

Чимало науковців у своїх дослідженнях вказують на те, що нейральні стовбурові клітини — це всі клітини епендимного шару або клітини радіальної глії [5; 8]. Деякі автори дотримуються думки, що нейральні стовбурові клітини виникають у субвентрикулярній зоні, мають сферичну форму і розташовуються серед еліпсоподібної форми клітин епендимного шару [4; 6]. Таким чином, подібне питання потребує подальшого вивчення та уточнення.

Що стосується досліджень матричного шару спинного мозку та морфології нейральных стовбурових клітин плодів людини із вродженими вадами розвитку, то повідомлень про



аналогічні дослідження у доступній нам літературі не виявлено.

Мета роботи — встановити морфометричні параметри та виявити структурно-гістологічні особливості епендимного (матричного) шару спинного мозку плодів людини із вродженими аномаліями розвитку (сіамські близнюки, аненцефалія, спинномозкова грижа та краніостеноз).

Дане дослідження виконане в рамках науково-дослідної роботи за темою «Встановлення закономірностей органотопографії 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» (номер держреєстрації 0113U005070).

Матеріали та методи дослідження

Проведено анатомо-гістологічне дослідження спинного мозку плодів людини із вродженими вадами розвитку, а саме: сіамські близнюки (торакопаг; термін гестації (ТГ) — 17–18 тиж.), аненцефалія (ТГ — 17–18 тиж.), спинномозкова грижа (*spina bifida*, ТГ — 17–18 і 20–21 тиж.), яка супроводжувалася гідроцефалією, та баштовий череп (ТГ — 20–21 тиж.).

Матеріал для досліджень, отриманий в Обласному патологоанатомічному бюро Вінниці, фіксували 10 % нейтральним розчином формаліну. Потім готували целоїдинові та парафінові блоки з проведенням серійних зрізів спинного мозку завтовшки 8–10 мкм. Оглядові препарати забарвлювали гематоксиліном та еозином, альціановим синім та за Ван-Гізон.

Усі отримані препарати оцінювали візуально за допомогою мікроскопа Micromed XS 5520, відеозахоплення здійснювали камерою ScienceLab

DCM 520. Під час морфометричного дослідження серій зрізів сегментів спинного мозку була застосована програма Photo M 1.21 (комп'ютерна гістометрія).

Матеріали дослідження не заперечують основним біоетичним нормам Гельсінської декларації, прийнятої 59-ю Генеральною асамблеєю Всесвітньої медичної асоціації у 2008 р.

Результати дослідження та їх обговорення

Сіра речовина сегментів спинного мозку сіамських близнюків має чіткий поділ на епендимний (матричний) і мантийний шари. Площа епендимного шару правого плода на рівні шийних, грудних і поперекових сегментів відповідно становить 0,018, 0,008 та 0,016 мм². Аналогічна величина на рівні таких сегментів лівого плода — 0,021, 0,011 та 0,023 мм². Товщина епендимного шару як у правого, так і у лівого плода протягом усього спинного мозку зменшується у дорзальному

напрямку (рис. 1). Так, середня товщина епендимного шару у вентральній частині центрального каналу правого плода дорівнює (44,4±8,6) мкм, у бічних частинах — (28,5±7,4) мкм і у дорзальній частині — (24,7±±4,3) мкм. Середня товщина епендимного шару у вентральній частині центрального каналу лівого плода становить (47,2±±4,0) мкм, у бічних частинах — (32,7±4,5) мкм і у дорзальній частині — (27,9±±5,4) мкм. Найменша товщина епендимного шару спостерігається на рівні грудних сегментів у обох плодів. Найбільша — на рівні поперекових сегментів правого плода та на рівні шийних сегментів лівого плода.

Власне епендимний шар представлений псевдобагатошаровим епітелієм (див. рис. 1). Нейральні стовбурові клітини (НСК), які формують псевдобагатошаровий епітелій, мають еліпсоподібну форму з ексцентрично розташованим ядром. Площа НСК матричного шару на рівні всіх сегментів спинного мозку варіює та в се-

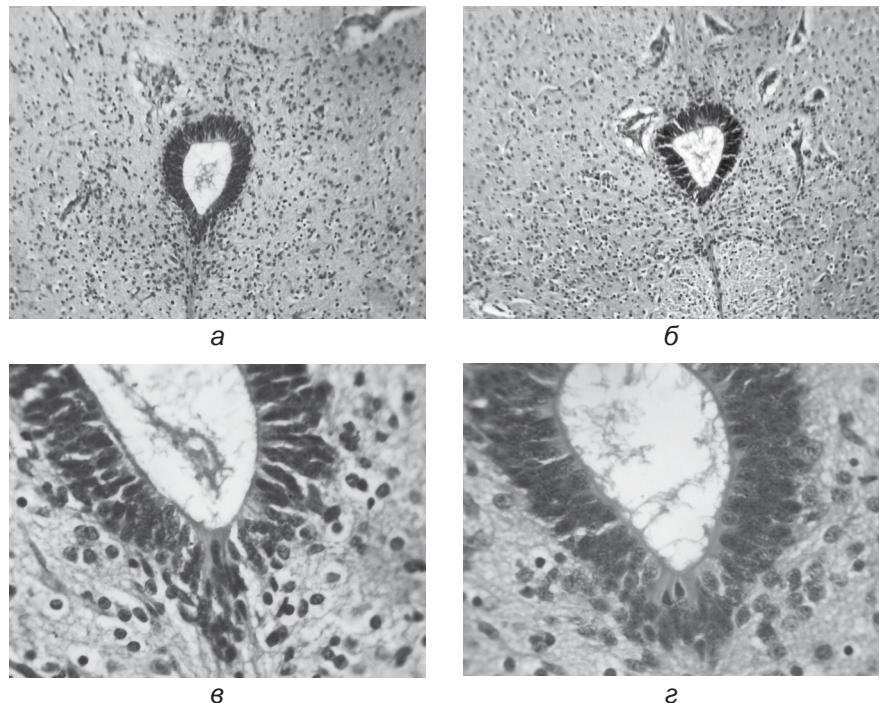


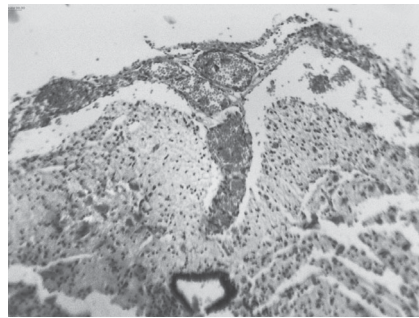
Рис. 1. Горизонтальні зрізи сегментів спинного мозку сіамських близнюків: а — центральний канал на рівні шийних сегментів правого плода, × 10; б — центральний канал на рівні поперекових сегментів лівого плода, × 10; в — епендимний шар на рівні грудних сегментів правого плода, × 40; г — епендимний шар на рівні поперекових сегментів лівого плода, × 40. Забарвлення гематоксилін-еозином



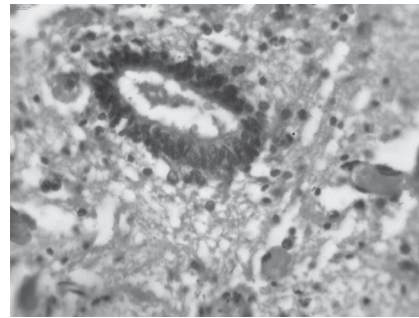
редньому у правого плода становить $(46,8 \pm 4,7)$ мкм², у лівого плода — $(48,9 \pm 4,9)$ мкм². Середні морфометричні показники розмірів (поздовжні та поперечні) НСК, отримані нами, такі: у правого плода $(4,8 \pm 0,5) \times (9,5 \pm 0,3)$ мкм, у лівого плода — $(5,1 \pm 0,4) \times (10,1 \pm 0,7)$ мкм. Потрібно зазначити, що серед НСК еліпсоподібної форми в матричному шарі трапляються клітини круглої форми, які мають у середньому площу $(43,5 \pm 2,5)$ мкм² — у правого плода та $(45,9 \pm 2,2)$ мкм² — у лівого плода. Такі клітини розташовуються переважно у субвентрикулярній зоні, де також відбуваються мітози НСК (див. рис. 1). Після утворення НСК у субвентрикулярній зоні матричного шару вони вздовж волокон радіальної глії прямують у мантийний шар, де здійснюється їх подальше диференціювання і перетворення у нейробласти або у гліобласти. Найщільніша міграція НСК спостерігається вздовж передньої та задньої серединних перегородок спинного мозку. Нейральних стовбурових клітин у порожнині центрального каналу нами не виявлено.

Базальна мембрана епендимного шару по усьому периметру центрального каналу має не однакову товщину протягом усіх сегментів спинного мозку як у правого плода, так і у лівого плода, її товщина варіює від 1,9 до 3,6 мкм.

Сіра речовина сегментів спинного мозку аненцефала також поділяється на епендимний і матричний шари, але без чіткого диференціювання на роги (рис. 2). У цілому площа епендимного шару на рівні шийних сегментів аненцефала сягала 0,005 мм², на рівні грудних сегментів — 0,002 мм² і на рівні поперекових сегментів — 0,008 мм². Найбільша товщина епендимного шару спостерігається у бічних частинах центрального каналу шийних і грудних сегментів і становить відповідно $(25,7 \pm 4,2)$ і $(15,2 \pm 2,8)$ мкм, а також у вентральній частині поперекових сегментів — $(23,0 \pm 3,1)$ мкм. Най-



а



б

Рис. 2. Горизонтальні зрізи сегментів спинного мозку аненцефала: а — центральний канал на рівні шийних сегментів, $\times 10$; б — епендимний шар на рівні грудних сегментів, $\times 40$. Забарвлення гематоксилін-еозином

менша товщина епендимного шару — у дорзальній частині центрального каналу протягом усіх сегментів спинного мозку, вона дорівнює $(11,0 \pm 2,2)$ мкм.

Нейральні стовбурові клітини, які становлять матричний шар, мають переважно еліпсоподібну та кулясту форму, причому НСК кулястої форми трапляються як у субвентрикулярній зоні, так і у мантийному шарі. Розміри таких клітин відносно однакові в усіх сегментах і дорівнюють $(3,5 \pm 0,7) \times (7,6 \pm 0,8)$ мкм. Середня площа НСК сягала $(27,4 \pm 2,2)$ мкм². Міграція НСК у мантийний шар має «хаотичний» характер, тобто впорядкованого напрямку вздовж залишків волокон радіальної глії або серединних перегородок не спостерігається.

Базальна мембрана епендимного шару спинного мозку аненцефала вирізняється відносно великою різницею товщини по усьому периметру центрального каналу — від 2,7 до 5,1 мкм.

Під час дослідження спинного мозку плодів із спинномозковою грижею грудноперекового відділу нами отримані такі результати.

У плода 17–18 тиж. внутрішньоутробного періоду площа епендимного шару на рівні шийних і грудних сегментів відповідно становила 0,020 та 0,006 мкм². На рівні поперекових сегментів нами встановлено наявність дефекту розвитку у вигляді подвоєння центрального каналу (рис. 3), яке

закінчується на рівні крижових сегментів двома кінцевими шлуночками (див. рис. 3). Таким чином, площа епендимного шару на рівні поперекових сегментів нами вимірювалася окремо правого та лівого центрального каналу. Так, площа правого каналу становила 0,016 мм², лівого — 0,024 мм².

Товщина епендимного шару зменшується у дорзальному напрямку (див. рис. 3). Найбільша товщина епендимного шару — у вентральній частині центрального каналу протягом усіх сегментів, у середньому вона дорівнює $(34,4 \pm 8,9)$ мкм.

Епендимний шар представлений псевдобагатошаровим епітелієм. Нейральні стовбурові клітини мають витягнуту еліпсоподібну форму з ексцентрично розташованим ядром (див. рис. 3). За морфологічними ознаками та розмірами НСК відносно однакові протягом усіх сегментів. Середня площа таких клітин сягає $(40,7 \pm 2,1)$ мкм², а розміри — $(4,5 \pm 0,8) \times (9,1 \pm 0,5)$ мкм. Крім того, у субвентрикулярній зоні трапляються НСК кулястої форми, середня площа яких дорівнює $(38,8 \pm 1,3)$ мкм². Відносно більша кількість НСК кулястої форми виявляється на рівні поперекових сегментів. Упорядкована міграція НСК на рівні шийних і грудних сегментів спостерігається тільки вздовж передньої та задньої серединних перегородок спинного мозку. Волокна радіальної глії залишаються в межах

епендимного шару. Також НСК трапляються й у порожнині центрального каналу.

Товщина базальної мембрани матричного шару сегментів протягом спинного мозку не рівномірна по усьому периметру центрального каналу та становить від 2,6 до 3,5 мкм.

У плода 20–21 тиж. внутрішньоутробного періоду сіра речовина також чітко поділяється на епендимний і мантийний шари. Площа епендимного шару на рівні шийних, грудних і поперекових сегментів дорівнює відповідно 0,016, 0,006 та 0,009 мкм².

Найбільшу товщину епендимний шар протягом спинного мозку має у вентральній частині центрального каналу, де величина його у середньому сягає (26,9±3,3) мкм (рис. 4). Найменша — у дорзальній частині — (14,3±1,9) мкм.

Середня площа НСК, які формують матричний шар, становить (38,6±1,7) мкм². Нейральні стовбурові клітини переважно еліпсоподібної форми і мають такі середні розміри — (4,4±0,6)×(9,5±0,6) мкм. Після міграції з епендимного шару, на межі з мантийним шаром, розташовуються НСК кулястої форми. Товщина базальної мембрани по периметру центрального каналу не рівномірна та коливається від 2,7 до 3,3 мкм.

Під час дослідження спинного мозку плода людини з баштовим черепом терміном гестації 20–21 тиж. внутрішньоутробного періоду нами встановлено, що площа епендимного шару на рівні шийних, грудних і поперекових сегментів відповідно становить 0,010, 0,007 та 0,013 мм². Товщина епендимного шару зменшується у дорзальному напрямку (рис. 5). Найбільшу товщину він має у вентральній частині центрального каналу поперекових сегментів, що дорівнює (41,2±4,7) мкм, найменшу — у дорзальній частині на рівні грудних сегментів — (11,5±2,9) мкм.

Матричний шар протягом спинного мозку представлений

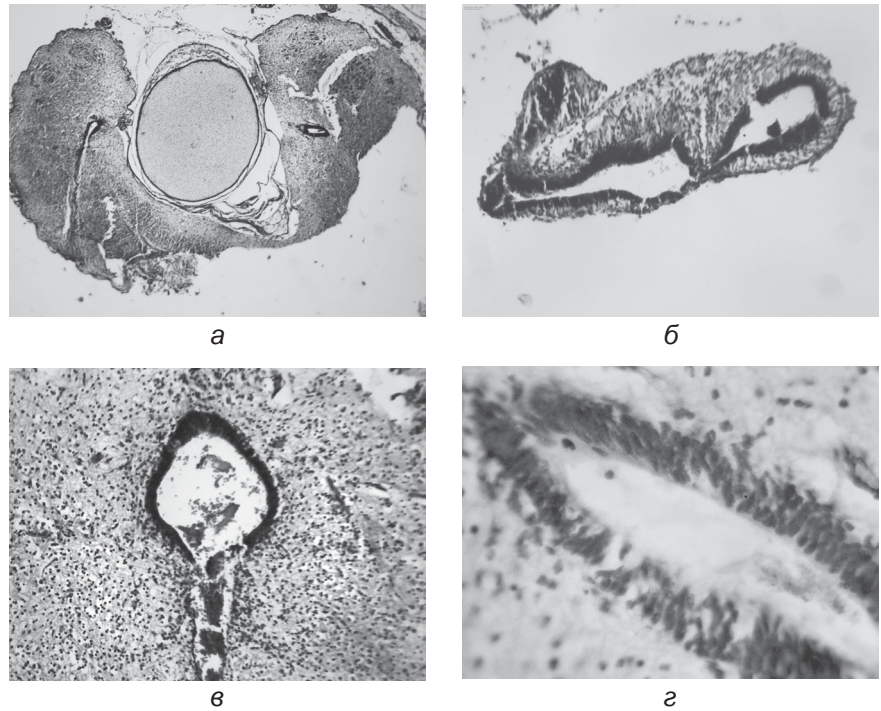


Рис. 3. Горизонтальні зрізи сегментів спинного мозку плода людини 17–18 тиж. зі *spina bifida*: а — утворення двох центральних каналів на рівні поперекових сегментів, × 2; б — два кінцевих шлуночки на рівні крижових сегментів, × 10; в — епендимний шар на рівні шийних сегментів, × 10; з — епендимний шар на рівні поперекових сегментів, × 40. Забарвлення гематоксилін-еозином

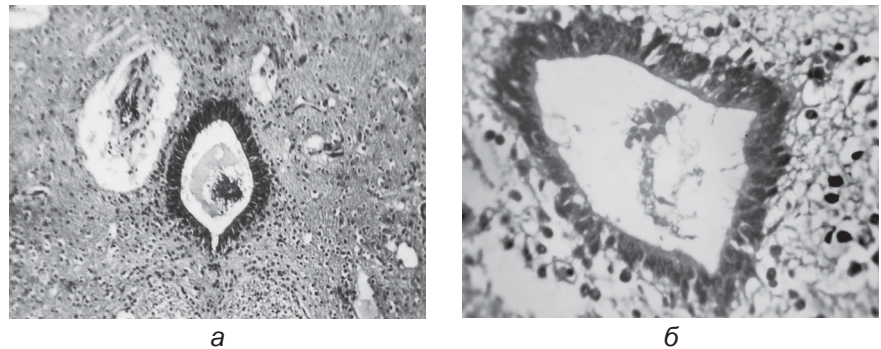


Рис. 4. Горизонтальні зрізи сегментів спинного мозку плода людини 20–21 тиж. зі *spina bifida*: а — центральний канал на рівні шийних сегментів, × 10, забарвлення за Ван-Гізона; б — епендимний шар на рівні поперекових сегментів, × 40, забарвлення гематоксилін-еозином

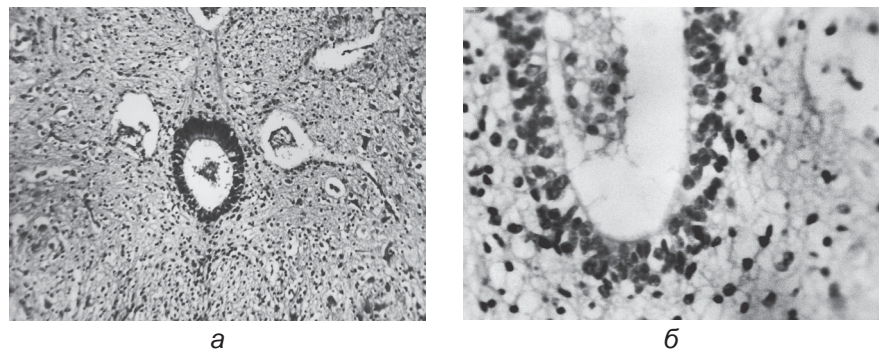


Рис. 5. Горизонтальні зрізи сегментів спинного мозку плода людини 20–21 тиж. із баштовим черепом: а — центральний канал на рівні грудних сегментів, × 10; б — епендимний шар на рівні поперекових сегментів, × 40. Забарвлення гематоксилін-еозином

псевдобагатошаровим епітелієм. Нейральні стовбурові клітини мають еліпсоподібну, полігональну та кулясту форму (див. рис. 5). Середня площа таких клітин становить $(40,6 \pm 3,2)$ мкм² і розміри $(6,1 \pm 0,4) \times (9,2 \pm 0,5)$ мкм. Поодинокі мітози НСК здійснюються у субвентрикулярній зоні. Міграція у мантійний шар відносно щільної кількості НСК спостерігається вздовж передньої та задньої серединної перегородки. Також міграція НСК відбувається й у порожнину центрального каналу (див. рис. 5).

Товщина базальної мембрани епендимного шару протягом усіх сегментів відносно однакова, проте варіює на рівні окремого сегмента від 2,7 до 3,6 мкм.

Перспективою подальших досліджень є встановлення характеру проліферації й особливостей міграції та диференціювання НСК спинного мозку плодів людини із вродженими вадами розвитку шляхом застосування імуногістохімічних маркерів, таких як віментин, CDX2, фібрилярний гліальний кислий білок (S-100), Ki-67 і нейронспецифічна енолаза (NSE).

Висновки

1. Площа епендимного (матричного шару) у сіамських близнюків варіює протягом усіх сегментів спинного мозку від 0,008 до 0,023 мм². Найбільша площа спостерігається на рівні шийних і поперекових сегментів. У аненцефала площа матричного шару змінюється від 0,002 мм² (на рівні грудних сегментів) до 0,008 мм² — на рівні поперекових сегментів. У плода зі *spina bida* (17–18 тиж.) площа на рівні шийних сегментів становить 0,020 мкм², на рівні грудних сегментів — 0,006 мкм², на рівні поперекових сегментів (були деформовані) — від 0,016 до 0,024 мм². У плода зі *spina bida* (20–21 тиж.) площа епендимного шару на рівні шийних, грудних і поперекових сегментів дорівнює відповідно 0,016, 0,006 мкм² та 0,009 мкм². Площа епендимно-

го шару плода людини з баштовим черепом на рівні шийних, грудних і поперекових сегментів відповідно становить 0,010, 0,007 та 0,013 мм².

2. Товщина матричного шару в усіх випадках зменшувалася у дорзальному напрямку, крім аненцефала, де найбільша товщина епендимного шару спостерігалась у бічних частинах центрального каналу шийних і грудних сегментів.

3. Розміри або площа НСК на рівні всіх сегментів спинного мозку мають відносно однакові величини, які відрізняються між собою при окремих випадках варіанта мальформації. Мітози НСК сферичної форми поодинокі та відбуваються у субвентрикулярній зоні. В аненцефала та плода зі *spina bifida* (17–18 тиж.) відсутній впорядкований характер міграції НСК.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сутолова Н. С. Развитие вегетативных центров спинного мозга / Н. С. Сутолова, И. И. Дорофеева, Р. А. Зумеров // Физиология вегетативной нервной системы : тезисы науч. конф. — Куйбышев, 1979. — С. 198–200.
2. Hajhosseini M. Origin of oligodendrocytes within the human spinal cord / M. Hajhosseini, N. Tham, M. Dubois-Dalcq // The Journal of Neuroscience. — 1996. — Vol. 16 (24). — P. 7981–7994.
3. Hawthorne A. Repurposing reelin: the new role of radial glia, reelin and notch in motor neuron migration / A. Hawthorne // Exp Neurol. — 2014. — Vol. 2 (256). — P. 17–20.
4. Hugnot J. The spinal cord ependymal region: a stem cell niche in the caudal central nervous system / J. Hugnot, R. Franzen // Front Biosci. — 2011. — Vol. 1 (16). — P. 1044–1059.
5. Johansson C. Identification of a neural stem cell in the adult mammalian nervous system / C. Johansson, S. Momma, D. Clarke // Cell. — 1999. — Vol. 1 (96). — P. 25–34.
6. Lavezzi M. Ependymal alterations in sudden intrauterine unexplained death and sudden infant death syndrome: possible primary consequence of prenatal exposure to cigarette smoking / M. Lavezzi, M. Corna, L. Matturri // Neural Development. — 2010. — Vol. 5. — P. 17–26.
7. Ostrem B. Control of outer radial glial stem cell mitosis in the human brain / B. Ostrem, J. Lui, C. Hertz // Cell Rep. — 2014. — Vol. 8 (3). — P. 656–664.
8. Pakan J. A method to investigate radial glia cell behavior using two-pho-

ton time lapse microscopy in an ex vivo model of spinal cord development / J. Pakan, K. McDermott // Front Neuroanat. — 2014. — Vol. 10. — P. 8–22.

9. Pytel A. Differentiation of the nuclear groups in the posterior horn of the human embryonic spinal cord / A. Pytel, M. Brusca, W. Wozniak // Folia Morphol. — 2011. — Vol. 4 (70). — P. 245–251.

10. Wozniak W. The fine structure of the spinal cord in human embryos and early fetuses / W. Wozniak, R. O'Rahilly, B. Olszewska // J Hirnforsch. — 1980. — Vol. 21 (1). — P. 101–124.

REFERENCES

1. Sutulova N.S., Dorofeyeva I.I., Zumerov R.A. The Development of the autonomic centers of the spinal cord. *Phiziologia vegetativnoi nervnoi sistemy: tezisy konferentsii* [Physiology of the autonomic nervous system: conference abstracts]. Kuibishev: Kuibishevskii Gos. Univ., 1979, p. 198–200.
2. Hajhosseini M., Tham N., Dubois-Dalcq M. Origin of oligodendrocytes within the human spinal cord. *The Journal of Neuroscience* 1996; 16 (24): 7981–7994.
3. Hawthorne A. Repurposing reelin: the new role of radial glia, reelin and notch in motor neuron migration. *Exp Neurol* 2014; 2 (256): 17–20.
4. Hugnot J., Franzen R. The spinal cord ependymal region: a stem cell niche in the caudal central nervous system. *Front Biosci* 2011; 1 (16): 1044–1059.
5. Johansson C., Momma S., Clarke D. Identification of a neural stem cell in the adult mammalian nervous system. *Cell* 1999; 1 (96): 25–34.
6. Lavezzi M., Corna M., Matturri L. Ependymal alterations in sudden intrauterine unexplained death and sudden infant death syndrome: possible primary consequence of prenatal exposure to cigarette smoking. *Neural Development* 2010; 5: 17–26.
7. Ostrem B., Lui J., Hertz C. Control of outer radial glial stem cell mitosis in the human brain. *Cell Rep* 2014; 8 (3): 656–664.
8. Pakan J., McDermott K. A method to investigate radial glia cell behavior using two-photon time lapse microscopy in an ex vivo model of spinal cord development. *Front Neuroanat* 2014; 10: 8–22.
9. Pytel A., Brusca M., Wozniak W. Differentiation of the nuclear groups in the posterior horn of the human embryonic spinal cord. *Folia Morphol* 2011; 4 (70): 245–251.
10. Wozniak W., O'Rahilly R., Olszewska B. The fine structure of the spinal cord in human embryos and early fetuses. *J Hirnforsch* 1980; 21 (1): 101–124.

Надійшла 2.12.2014

