

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЕГМЕНТОВ СПИННОГО МОЗГА ПЛОДОВ ЧЕЛОВЕКА И СИАМСКИХ БЛИЗНЕЦОВ В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ

ШКОЛЬНИКОВ В.С., ГУМИНСКИЙ Ю.Й.

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

Резюме.

Анатомическими, общегистологическими, морфометрическими и статистическими методами исследованы сегменты всех отделов спинного мозга плодов человека без мальформаций и сиамских близнецов (торако-омфалопаг) в сравнительном аспекте. Установлено, что длина позвоночного столба у плодов 17 – 18 недель равна $107,3 \pm 4,5$ мм, а длина спинного мозга – $96,0 \pm 4,6$ мм, что соответствует от теменно-копчиковой длины 71,0% и 63,0%. Средняя длина позвоночного столба сиамских близнецов равна $75,0 \pm 1,0$ мм, длина спинного мозга – $68,0 \pm 1,0$ мм, что от теменно-копчиковой длины соответственно составляет 64,0% и 58,0%. Линейные размеры, площадь серого и белого вещества соответствующих сегментов спинного мозга плодов человека 17 – 18 нед. внутриутробного развития без мальформаций значительно превышают таковые у торако-омфалопага. Исключение составляют грудные сегменты, где разница в линейных размерах незначительная. Так, линейные морфометрические параметры сегментов на уровне шейного утолщения плодов 17 – 18 нед. внутриутробного развития без аномалий развития следующие: передне-задний размер равен $2,7 \pm 0,1$ мм, поперечный размер – $3,6 \pm 0,2$ мм, а у торако-омфалопага соответственно $2,2 \pm 0,1$ мм и $3,1 \pm 0,1$ мм. Передне-задний размер грудных сегментов у плодов без аномалий развития равен $1,7 \pm 0,1$ мм, поперечный размер – $1,9 \pm 0,2$ мм, а у торако-омфалопага соответственно $1,6 \pm 0,05$ мм и $1,8 \pm 0,1$ мм. Передне-задний размер на уровне пояснично-крестцового утолщения спинного мозга плодов человека 17 – 18 нед. внутриутробного развития равен $2,6 \pm 0,1$ мм, поперечный размер – $3,5 \pm 0,2$ мм, а у торако-омфалопага соответственно $2,0 \pm 0,1$ мм и $2,8 \pm 0,1$ мм. Передне-задний размер крестцовых сегментов плодов человека 17 – 18 нед. внутриутробного развития равен $2,0 \pm 0,1$ мм, поперечный размер – $2,6 \pm 0,2$ мм, а у торако-омфалопага соответственно $1,6 \pm 0,05$ мм и $2,2 \pm 0,2$ мм.

Ключевые слова: внутриутробный период, сиамские близнецы, торако-омфалопаг, спинной мозг.

Abstract.

In this article all segments of the spinal cord of the human fetuses without any malformations and Siamese twins (thoraco-omphalopagus) have been investigated by means of anatomical, general histological, morphometric and statistical methods in comparative aspect. It has been determined that the length of the backbone in seventeen-eighteen-week fetuses equals $107,3 \pm 4,5$ mm, and that of the spinal cord is $96,0 \pm 4,6$ mm, that corresponds to 71,0% and 63,0% of the parietococcygeal length. The mean length of the Siamese twins backbone makes up $75,0 \pm 1,0$ mm, that of the spinal cord is $68,0 \pm 1,0$ mm, that corresponds to 64,0% and 58,0% of the parietococcygeal length. Linear size, area of white and gray substance of the corresponding segments of the spinal cord of the human seventeen-eighteen-week fetuses without malformations are considerably larger than those of Siamese twins. Thoracic segments, where the difference in linear size is not significant, make an exception. The linear morphometric parameters of the segments at the level of the cervical enlargement in seventeen-eighteen-week fetuses without malformations are as follows: anteroposterior size makes up $2,7 \pm 0,1$ mm, transversal size is $3,6 \pm 0,2$ mm, in Siamese twin these parameters make up $2,2 \pm 0,1$ mm and $3,1 \pm 0,1$ mm, correspondingly. The anteroposterior size of the thoracic segments of the fetuses without anomalies equals $1,7 \pm 0,1$ mm, their transversal size is $1,9 \pm 0,2$ mm, in Siamese twins these parameters make up $1,6 \pm 0,05$ mm and $1,8 \pm 0,1$ mm, respectively. The anteroposterior size at the level of lumbosacral enlargement of the spinal cord of the human seventeen-eighteen-week fetuses equals $2,6 \pm 0,1$ mm, transversal size is $3,5 \pm 0,2$ mm, in Siamese twins they make up $2,0 \pm 0,1$ mm and $2,8 \pm 0,1$ mm, correspondingly. The anteroposterior size of the sacral segments of the human seventeen-eighteen-week fetuses equals $2,0 \pm 0,1$ mm, the transversal size is $2,6 \pm 0,2$ mm, in Siamese twins they make up $1,6 \pm 0,05$ mm and $2,2 \pm 0,2$ mm, respectively.

Key words: intrauterine period, Siamese twins, thoraco-omphalopagus, spinal cord.

Закономерности развития спинного мозга человека являются основополагающей базой в понимании возникновения врожденных аномалий центральной нервной системы, которые составляют 65% от общего числа врожденных нарушений эмбрионального периода развития человека [1]. Ранняя диагностика патологических процессов спинного мозга в пренатальном периоде онтогенеза является актуальной проблемой неонатологии и неврологии детей раннего возраста [2].

Как известно, изучению развития спинного мозга человека посвящено большое количество исследований. Современные научные исследования механизмов гистогенеза и становления спинного мозга базируются в основном на иммуно-гистохимических методиках, которые имеют неоднозначную и противоречивую трактовку результатов [3, 4]. К тому же, материалом для исследований, как правило, служат лабораторные животные [5, 6]. Что же касается морфологического изучения спинного мозга плодов человека с аномалиями развития в сравнительном аспекте, то, к сожалению, подобные сообщения не встречаются. В частности, учеными описаны случаи УЗ-диагностики сиамских близнецов на разных сроках беременности, или исследования, посвященные сердечно-сосудистым аномалиям, которые имеют важное клиническое значение при хирургической практике разделения близнецов [7, 8, 9].

Таким образом, целью настоящей работы было изучение особенностей структуры и установление морфометрических параметров сегментов спинного мозга плодов человека и сиамских близнецов в сравнительном аспекте.

Методы

Проведено анатомо-гистологическое исследование спинного мозга 16 плодов человека возрастом 17–18 недель внутриутробного периода онтогенеза теменно-копчиковой длиной $152,6 \pm 4,8$ мм и весом $262,7 \pm 11,1$ г (аномалии развития отсутствовали), а также спинного мозга сиамских близнецов (торако-омфалопаг) возрастом 18 недель внутриутробного развития. Вес торако-омфалопага в целом составил 380,0 г. Теменно-копчиковая длина правого плода – 115,0 мм, левого – 119,0

мм. В среднем теменно-копчиковая длина торако-омфалопага составила $117,0 \pm 2,0$ мм.

Измерение теменно-копчиковой длины проводилось по общепринятым методикам штангенциркулем ШЦ-185 (диапазон измерений 0,1–180 мм, ошибка при измерении $\pm 0,1$ мм) по опорным точкам (темя – копчик).

Морфометрические параметры спинного мозга торако-омфалопага указаны в средних значениях при сравнении правый – левый.

Для целесообразности в сравнительном аспекте нами были взяты плоды человека терминном гестации аналогичным сиамским близнецам.

Материал для исследования был получен в результате прерывания беременности по медицинским показаниям. Фиксация материала производилась 10% нейтральным раствором формалина. В последующем изготавливались целлоидиновые и парафиновые блоки для выполнения серийных срезов спинного мозга толщиной 6–8 мкм. Препараты окрашивали гематоксилин-эозином, толуидиновым синим и по Ван-Гизон.

Полученные препараты оценивали визуально при помощи микроскопа Micromed XS 5520, видеозахват осуществляли камерой ScienceLab DCM 520. Гистопрепараты исследованы при увеличении $\times 2$, $\times 4$, $\times 10$ и $\times 40$. Во время морфометрического исследования спинного мозга была применена компьютерная гистометрия (Photo M 1.21). Для морфогистометрического сравнения структур определённых сегментов спинного мозга плодов человека без мальформаций и торакопагов использовали серии срезов одного уровня.

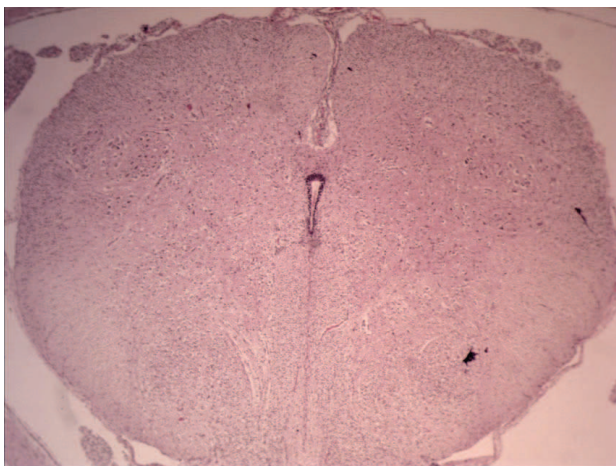
Статистическая обработка цифровых данных производилась с помощью стандартного программного пакета «Statistica 8.0» фирмы Statsoft. Оценивалась правильность распределения признаков в полученном вариационном ряду (для плодов 17–18 недель), средние значения по каждому признаку, а также стандартные отклонения.

Результаты и обсуждение

Длина позвоночного столба у плодов человека 17–18 нед. внутриутробного развития без врождённых аномалий равна $107,3 \pm 4,5$ мм. При этом длина спинного мозга составила $96,0 \pm 4,6$ мм. Соответственно длина позвоночного столба

сиамских близнецов равна $75,0 \pm 1,0$ мм, а длина спинного мозга – $68,0 \pm 1,0$ мм.

Нами получены следующие линейные морфометрические параметры структур шейных сегментов на уровне С₆ – С₇ плодов 17 – 18 нед. внутриутробного развития без аномалий развития: передне-задний размер составил $2,7 \pm 0,1$ мм, поперечный размер – $3,6 \pm 0,2$ мм (рис. 1).



белого вещества – $1,2 \pm 0,1$ мм². Центральный канал на горизонтальном срезе шейных сегментов имеет форму «капли» и следующие линейные размеры: передне-задний – $0,3 \pm 0,05$ мм, поперечный – $0,1 \pm 0,05$ мм. Общая площадь центрального канала составила $0,03 \pm 0,005$ мм².

Передне-задний размер грудных сегментов на уровне Th₄ – Th₅ у плодов без аномалий

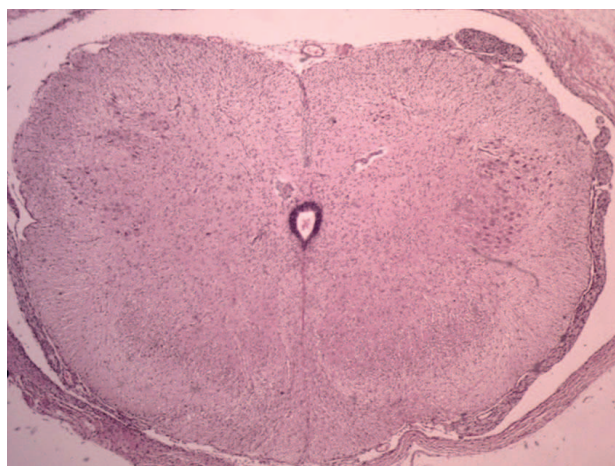


Рисунок 1 – Спинной мозг (микрофото ScienceLab 520). Горизонтальный срез на уровне шейных сегментов (С₆–С₇). Окр. гематоксилин-эозин. Ув.×2. А-плод человека 17-18 нед. внутриутробного развития. Б-левый плод торако-омфалопага.

При этом площадь серого вещества равна $1,9 \pm 0,2$ мм². В сером веществе передних рогов сформированы комплексы двигательных нейронов, которые образуют передне-медиальные, передне-латеральные, задне-медиальные и задне-боковые ядра. Площадь белого вещества составила $1,8 \pm 0,2$ мм². Чётко выражены проводящие пути задних канатиков. Так, площадь тонкого пучка равна $0,10 \pm 0,05$ мм², а площадь клиновидного пучка – $0,20 \pm 0,06$ мм². Центральный канал имеет щелевидную форму и широким основанием ориентирован в вентральном направлении. Площадь его составила $0,07 \pm 0,01$ мм². Центральный канал имеет следующие линейные размеры: передне-задний – $669,0 \pm 34,8$ мкм и поперечный (в основании) – $190,0 \pm 9,3$ мкм.

Передне-задний размер шейных сегментов на уровне С₆ – С₇ спинного мозга торако-омфалопага составил $2,2 \pm 0,1$ мм, поперечный диаметр – $3,1 \pm 0,1$ мм. Площадь серого вещества сегмента равна $1,6 \pm 0,1$ мм², а площадь

развития составляет $1,7 \pm 0,1$ мм, поперечный размер – $1,9 \pm 0,2$ мм (рис. 2).

Площадь серого вещества сегмента равна $0,7 \pm 0,1$ мм². В сером веществе определяются передние, боковые и задние рога. В пределах передних рогов сформирована передне-медиальная группа двигательных нейронов и относительно менее выражена задне-медиальная группа. Грудное ядро, которое локализуется в основании задних рогов, представлено 7 – 8 чувствительными нейронами (при ув.×40). Величина площади белого вещества сегмента – $0,6 \pm 0,1$ мм². В грудных сегментах лучше выражены проводящие пути задних канатиков. Так, площадь тонкого пучка составляют $0,03 \pm 0,01$ мм², площадь клиновидного пучка – $0,1 \pm 0,05$ мм². Центральный канал имеет форму «капли», расширенная часть которой ориентирована вентрально. Линейные размеры (передне-задний и поперечный) центрального канала соответственно равны $184,0 \pm 7,7$ мкм и $68,7 \pm 3,2$ мкм. Площадь центрального канала составляет $0,01 \pm 0,005$ мм².

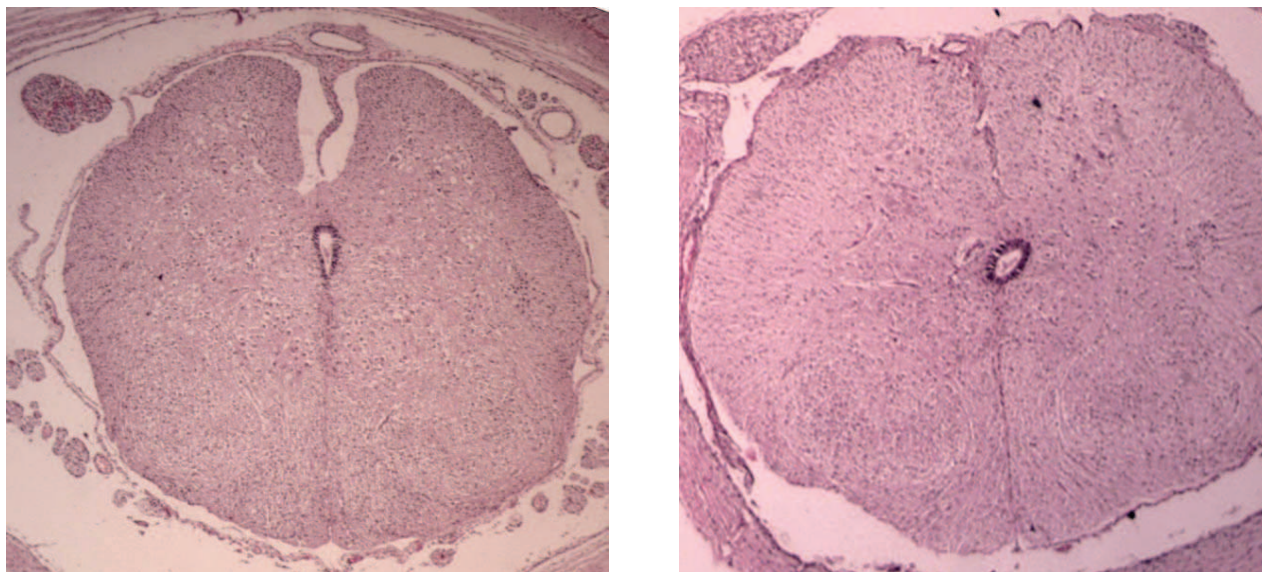


Рисунок 2 – Спинальный мозг (микрофото ScienceLab 520). Горизонтальный срез на уровне грудных сегментов (Th_4 – Th_5). Окр. гематоксилин-эозин. Ув.×2. А-плод человека 17-18 нед. внутриутробного развития. Б-правый плод торако-омфалопага.

Передне-задний размер грудных сегментов на уровне Th_4 – Th_5 спинного мозга торако-омфалопага составил $1,6 \pm 0,05$ мм, поперечный диаметр – $1,8 \pm 0,1$ мм (см. рис. 2). Площадь серого вещества сегмента – $0,7 \pm 0,1$ мм². Площадь белого вещества составила $0,7 \pm 0,1$ мм². Продольный размер центрального канала на горизонтальном срезе грудных сегментов Th_4 – Th_5 – $0,2 \pm 0,05$ мм, поперечный размер – $0,1 \pm 0,05$ мм. Общая площадь центрального канала составила $0,01 \pm 0,005$ мм².

Передне-задний размер поясничного сегмента на уровне L_4 – L_5 плодов человека 17 – 18

нед. внутриутробного развития равен $2,6 \pm 0,1$ мм, поперечный размер – $3,5 \pm 0,2$ мм (рис. 3).

Площадь серого вещества сегмента составила $1,7 \pm 0,1$ мм². Серое вещество структурно состоит из передних и задних рогов. Комплексы двигательных нейронов передних рогов формируют передне-медиальное ядро, площадью $0,04 \pm 0,01$ мм², передне-латеральное ядро, площадью $0,09 \pm 0,01$ мм² и задне-боковое ядро, площадью $0,08 \pm 0,01$ мм². Задне-медиальное ядро относительно мало выражено. Площадь белого вещества сегмента равна $1,3 \pm 0,1$ мм². Задние канатики представлены

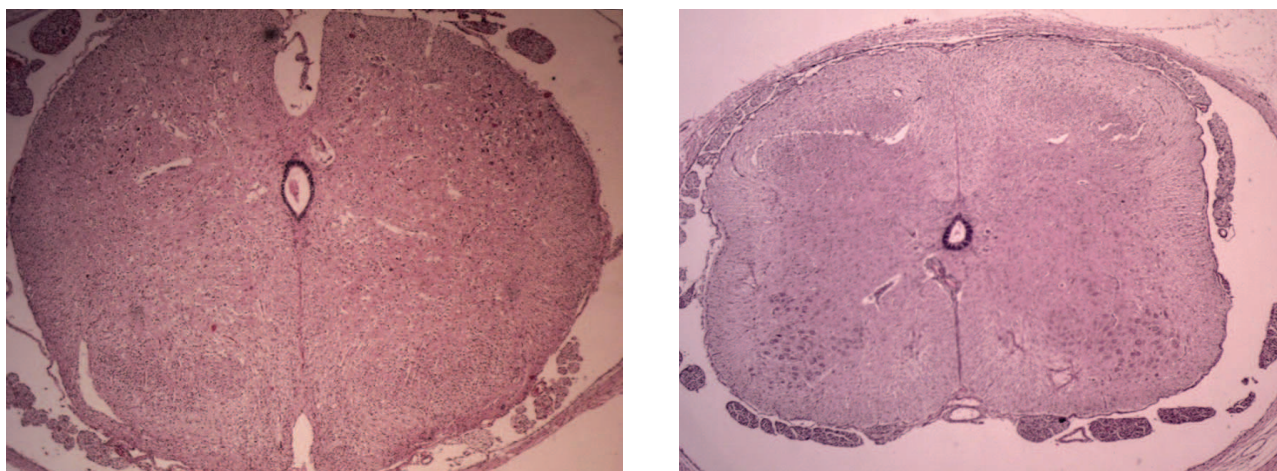


Рисунок 3 – Спинальный мозг (микрофото ScienceLab 520). Горизонтальный срез на уровне поясничных сегментов (L_4 – L_5). Окр. гематоксилин-эозин. Ув.×2. А-плод человека 17-18 нед. внутриутробного развития. Б-правый плод торако-омфалопага.

чётко выраженным тонким пучком, площадью $0,1 \pm 0,05 \text{ мм}^2$. Центральный канал имеет поперечно-овальную форму и ориентирован в передне-заднем направлении. Линейные размеры, передне-задний и поперечный, соответственно составили $395,0 \pm 22,8 \text{ мкм}$ и $90,1 \pm 14,3 \pm \text{мкм}$. Площадь центрального канала равна $0,03 \pm 0,01 \text{ мм}^2$.

Передне-задний диаметр поясничных сегментов на уровне L_4-L_5 спинного мозга у сиамских близнецов в среднем составил $2,0 \pm 0,1 \text{ мм}$, поперечный диаметр – $2,8 \pm 0,1 \text{ мм}$. Площадь серого вещества сегмента – $1,5 \pm 0,1 \text{ мм}^2$. Площадь белого вещества сегмента составила $1,0 \pm 0,1 \text{ мм}^2$. Передне-задний размер центрального канала на горизонтальном срезе поясничных сегментов L_4-L_5 равен $0,2 \pm 0,05 \text{ мм}$, поперечный – $0,1 \pm 0,05 \text{ мм}$, общей площадью $0,01 \pm 0,005 \text{ мм}^2$.

Передне-задний размер крестцовых сегментов на уровне S_2-S_3 плодов человека 17–18 нед. внутриутробного развития равен $2,0 \pm 0,1 \text{ мм}$, поперечный размер – $2,6 \pm 0,2 \text{ мм}$ (рис. 4). Площадь серого вещества сегмента составила $1,2 \pm 0,1 \text{ мм}^2$. Серое вещество структурно состоит из передних и задних рогов. Боковые рога относительно не выражены. Площадь белого вещества равна $0,8 \pm 0,1 \text{ мм}^2$.

Центральный канал имеет овальную форму и размеры: передне-задний – $502,0 \pm 19,1 \text{ мкм}$, поперечный – $194,3 \pm 8,2 \text{ мкм}$. Общая площадь центрального канала составила $0,04 \pm 0,01 \text{ мм}^2$.

Передне-задний размер крестцовых сегментов спинного мозга на уровне S_2-S_3 торако-омфалопага составил $1,6 \pm 0,05 \text{ мм}$, поперечный диаметр – $2,2 \pm 0,2 \text{ мм}$. Площадь серого вещества сегмента равна $0,8 \pm 0,05 \text{ мм}^2$. Площадь белого вещества сегмента – $0,6 \pm 0,05 \text{ мм}^2$. Передне-задний размер центрального канала на горизонтальном срезе крестцовых сегментов S_2-S_3 равен $0,2 \pm 0,05 \text{ мм}$, поперечный – $0,1 \pm 0,05 \text{ мм}$, а общая площадь составила $0,02 \pm 0,005 \text{ мм}^2$.

Наиболее полные данные, на наш взгляд, о формообразовании спинного мозга в возрастном аспекте онтогенеза человека одновременно в комплексе с другими окружающими его органами, коррелятивно связанными с нервной трубкой и её производными сообщаются в работах Бурдей Г.Д. [1984]. Так, автором приводятся данные об объёме серого и белого вещества спинного мозга, начиная с 24-х недельного возраста внутриутробного периода и единицы измерения соответственно см^3 . В своих работах Бурдей Г.Д. указывает также параметры площади поперечного сечения серого и белого вещества на различных уровнях спинного мозга, но у новорожденных и у взрослого человека. Автор утверждает, что у плодов до 32–36 недель чёткого подразделения мозга на белое и серое вещество нет, как у взрослого, и поэтому на горизонтальных срезах спинной мозг имеет сплошь почти белую окраску [10]. Наши исследования показали, что имеет место чёткое разделение на серое и

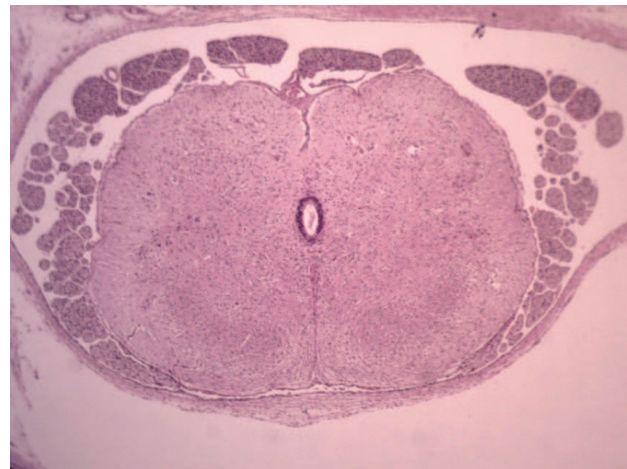
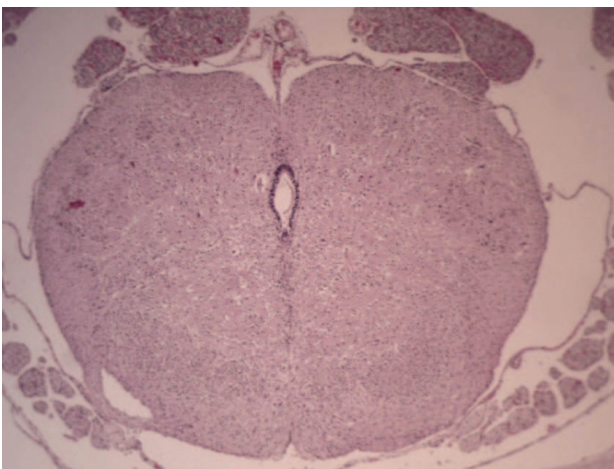


Рисунок 4 – Спинной мозг (микрофото ScienceLab 520). Горизонтальный срез на уровне крестцовых сегментов (S_2-S_3). Окр. гематоксилин-эозин. Ув.×2. А-плод человека 17-18 нед. внутриутробного развития. Б-правый плод торако-омфалопага.

белое вещество не только у плодов 17 – 18 недель без мальформаций, но и у сиамских близнецов. В подтверждение наших исследований, данные Егоровой В. А. [1974] свидетельствуют, что плоды человека 8 – 9 недель уже имеют чётко выраженную дифференциацию на серое и белое вещество [11]. Форма серого вещества как у плодов без аномалий развития, так и у торако-омфалопагов принимает очертания характерные для взрослых людей. Выражены очертания передних и задних рогов во всех сегментах на протяжении спинного мозга. При этом передние рога относительно шире, чем задние. В верхних грудных сегментах выражены очертания боковых рогов. Общая площадь серого вещества во всех сегментах превалирует над общей площадью белого вещества как у плодов 17–18 недель внутриутробного развития, так и у сиамских близнецов. Исследованиями Сутуловой Н. С. [1974] доказано, что начиная с 28-ой недели площадь серого вещества уменьшается, а площадь белого вещества увеличивается [12].

Во время исследования нами установлен тот факт, что у плодов без аномалий развития сформированы передняя срединная щель, а также борозды спинного мозга. Благодаря этому, в белом веществе в данном возрасте уже можно различить передние, боковые и задние канатики. Подобное деление белого вещества на канатики у торако-омфалопага имеет относительно меньшую выраженность.

Что касается особенностей цитоархитектоники, то описанные нами клеточные группы, составляющие ядра, наличие которых характерно для соответствующего возраста плодов человека, совпадают с данными аналогичных исследований Шулейкиной К. [1959] и Harris W. [1999] [13, 14].

При сравнении линейных размеров сегментов, площади серого и белого вещества у плодов человека соответствующего возраста, указанных в работах Maden M. [2006] и наших результатов, различия составили 0,1–0,2 единицы (мм или мм²). Сопоставить полученные морфометрические параметры сегментов спинного мозга нам удалось только у плодов 17–18 недель без аномалий развития, поскольку сообщений о результатах подобных исследований у торако-омфалопагов нами не найдено.

В целом следует отметить, что структурная организация сегментов спинного мозга си-

амских близнецов сходна с таковой у плодов человека без мальформаций.

Таким образом, полученные в результате исследования данные, на наш взгляд, дополнят знания о развитии и становлении спинного мозга в области тератологии человека.

Заключение

1. Длина позвоночного столба у плодов 17 – 18 недель равна $107,3 \pm 4,5$ мм, а длина спинного мозга – $96,0 \pm 4,6$ мм, что соответствует от теменно-копчиковой длины 71,0% и 63,0%.

2. Средняя длина позвоночного столба сиамских близнецов равна $75,0 \pm 1,0$ мм, длина спинного мозга – $68,0 \pm 1,0$ мм, что от теменно-копчиковой длины соответственно составляет 64,0% и 58,0%.

3. На основании морфометрических параметров нами установлено, что линейные размеры соответствующих сегментов спинного мозга плодов человека 17 – 18 нед. внутриутробного развития без мальформаций значительно превышают таковые у торако-омфалопага. Исключение составляют грудные сегменты, где разница в линейных размерах незначительная.

4. Площадь серого и белого вещества соответствующих сегментов спинного мозга плодов человека 17 – 18 нед. внутриутробного развития без мальформаций также превышает соответствующие параметры сиамских близнецов. Исключение составляют грудные сегменты, где площадь серого вещества одинаковая, а величина площади белого вещества у торако-омфалопага незначительно превышает величину площади белого вещества у плодов без аномалий развития.

Литература

1. Еликбаев, Г. М. Врожденные спинальные патологии у детей : учеб.-метод. пособие / Г. М. Еликбаев, В. А. Хачатрян, А. К. Карабеков. – Шымкент, 2008. – 80 с.
2. Методика исследования, ультразвуковая семиотика и данные морфометрии спинного мозга и позвоночного канала у новорожденных / К. В. Ватолин [и др.] // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2003. – № 1. – С. 51–57.
3. Николлс, Д. От нейрона к мозгу / Д. Никколс [и др.]. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 672 с.

4. Eyre, J. A. Development of the human spinal cord / J. A. Eyre, G. J. Clowry // Brain. – 2002. – Vol. 125. – N 9. – P. 2134–2136.
5. Expression patterns of plexins and neuropilins are consistent with cooperative and separate functions during neural development / O. Mauti [et al.] // Developmental Biology. – 2006. – N 6. – P. 32.
6. Polycomb group proteins are essential for spinal cord development / C. Wang [et al.] // Frontiers in Bioscience. – 2010. – N 15. – P. 1018–1022.
7. Отарян, К. К. Пренатальное выявление неразделившихся близнецов (торакоомфалопагов) в I триместре беременности / К. К. Отарян, Ч. Г. Гагаев, Т. В. Кузенкова // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2010. – № 3. – С. 81–86.
8. Thoracopagus conjoined twins: a case report / M. A. Osmanağaoğlu [et al.] // Obstet. Gynecol. – 2011. – Vol. 2011. – P. 238360.
9. Cardiovascular anomalies in thoracopagus twins and the importance of preoperative cardiac evaluation / R. Patel [et al.] // Br. Heart J. – 1977. – Vol. 39. – № 11. – P. 1254–1258.
10. Бурдей, Г. Д. Спинной мозг / Г. Д. Бурдей. – Саратов, 1984. – 236 с.
11. Егорова, В. А. Количественная оценка основных признаков, определяющих становление серого вещества боковых рогов спинного мозга человека в пренатальном онтогенезе / В. А. Егорова // Морфогенез и среда : сб. – Днепропетровск; Запорожье; Полтава, 1974. – С. 14.
12. Сутулова, Н. С. Материалы по развитию нейронов переднего рога спинного мозга человека / Н. С. Сутулова // Эмбриогенез органов человека : материалы науч. конф. – Волгоград, 1974. – С. 115–117.
13. Шулейкина, К. В. Сравнительная характеристика развития двигательных центров в шейных сегментах спинного мозга человека / К. В. Шулейкина // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1959. – № 5. – С. 42 – 54.
14. Harris, W. Fundamental neuroscience / W. Harris, V. Hartenstein. – New York : Academic press, 1999. – 517 p.
15. Maden, M. Retinoids and spinal cord development / M. Maden // Journal of Neurobiology. – 2006. – Vol. 66. – N 7. – P. 726–738.

Поступила 26.12.2013 г.

Принята в печать 05.03.2014 г.

Сведения об авторах:

Школьников В.С. – к.м.н., доцент кафедры анатомии человека Винницкого национального медицинского университета им. Н.И. Пирогова, Украина;

Гуминский Ю.Й. – д.м.н., профессор, зав. кафедрой анатомии человека Винницкого национального медицинского университета им. Н.И. Пирогова, Украина.

Адрес для корреспонденции: 21018, Украина, г. Винница, ул. Пирогова, 56. Телефон: (097) 246-34-85. E-mail: v.shkolnikov@gmail.com – Школьников Владимир Семёнович.