

*О.П.Антонюк*

## ГІСТОГЕНЕЗ СТІНОК ПАЗУХ ТВЕРДОЇ МОЗКОВОЇ ОБОЛОНИ В ПРЕНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ

Кафедра анатомії людини (зав. – доц. Б.Г.Макар)  
Буковинської державної медичної академії

**Резюме.** Зародковий період визначає характер формування первової трубки, мозкових міхурів, диференціацію численних типів нейронів і гліальних клітин; у перимендулярній мезенхімі започатковується розвиток сітки первинних щілин. Зачаток стінок пазух твердої мозкової оболони відбувається внаслідок утворення епітеліального шару та сполучнотканинного каркасу – клапаноподібних трабекул, перетинок, тяжів, хорд – сформованих із фібробластів, епітеліоцитів, еластичних та колагенових волокон різної просторової орієнтації.

**Ключові слова:** гістогенез, пазухи твердої мозкової оболони, людина.

**Вступ.** Стінки пазух твердої мозкової оболони (ТМО) складаються із внутрішнього – ендотеліального, зовнішнього – фіброзно-еластичного та середнього прошарків, який містить пухку волокнисту сполучну тканину [1-3,6]. У процесі внутрішньоутробного розвитку відбувається закладка, диференціювання венулярних судин, венозних сплетень, примітивних та дефінітивних пазух [4,5]. Однак залишається нез'ясованим питання гістогенезу стінок пазух ТМО та просторове розміщення колагенових та еластичних волокон у ранньому періоді онтогенезу людини.

**Мета дослідження.** Вивчити структуру стінок пазух ТМО у ранньому періоді онтогенезу людини.

**Матеріал і методи.** Дослідження проведено на 37 зародках, передплодах і плодах із застосуванням гістологічного методу (забарвленням гематоксилін-еозин) та лазерної поляриметрії (замороження тканин).

**Результати дослідження та їх обговорення.** У ранньому періоді онтогенезу людини закладка і становлення пазух твердої мозкової оболони тісно пов'язані з процесами формування мозкових міхурів. Так, нервова трубка зародка 6,5 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД) формується внаслідок зміни її форми з найбільш інтенсивним розвитком у середньому та каудальному відділах (рис. 1). Клітини нейронального епітелію диференціюються з утворенням численних типів нейронів і гліальних клітин. Процес формування мозкових міхурів у зародків характеризується надзвичайною високою швидкістю, розширення відбувається, в основному, за рахунок збільшення порожнини. У стінках мозкових міхурів визначаються більш ущільнені крайові зони термінального нейронального епітелію, які розмежовані тонким пластом нейрональних клітин та закладкою кісткової основи. Заокруглені щілоподібні простори формують ділянки інвагінатів стінок, які стають зачатками пазух ТМО.

Верхня стрілова пазуха. У передшодів 24,0-32,0 мм ТКД пазуха визначена у вигляді первинного сплетення, яке є частиною загального венозного сплетення, в якому формуються своєрідні венозні ланцюжки, орієнтовані в передньо-задньому напрямку вздовж верхнього краю мозкового міхура, а на його боках утворюється одношарова стінка (рис. 2). Епітеліоцити утворюють вистилку пазух, проте характер її ще не однорідний. На верхівці випуклої поверхні вигинів стінки епітеліальні клітини розміщуються в декілька шарів. Базальна мембрана виявляється нечітко, у багатьох місцях вона відсутня або фрагментарна. Епітеліальну вистилку супроводжують зірчасті мезенхімні клітини, формуючи синцитій. На початковій стадії диференціації мезенхімні клітини відокремлені одна від одної. При основі пазухи колагенові волокна переважно розміщені пучками, які орієнтовані в косопоздовж-

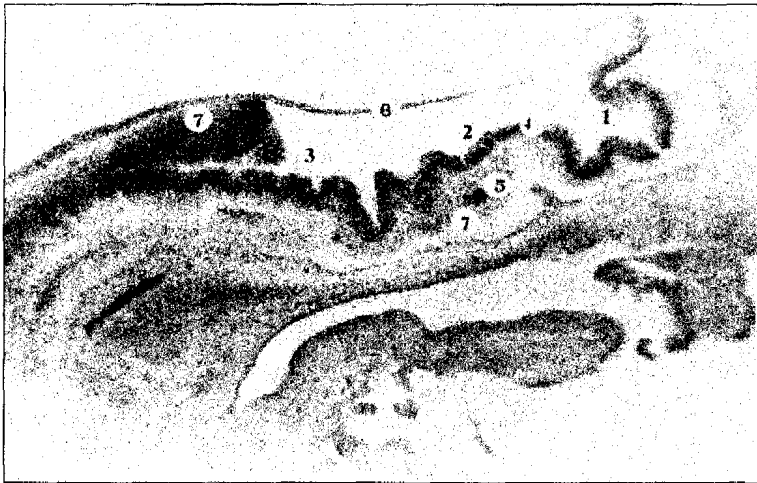


Рис. 1. Зародок 6,5 мм ТКД. Мікрофото. Об. 3, ок. 7:  
 1 – передній мозковий міхур; 2 – середній мозковий міхур; 3 – задній мозковий міхур;  
 4 – закладка медулярної пластинки; 5 – перимедулярна мезенхіма,  
 6 – закладка твердої мозкової оболони головного мозку; 7 – сітка первинних щілин

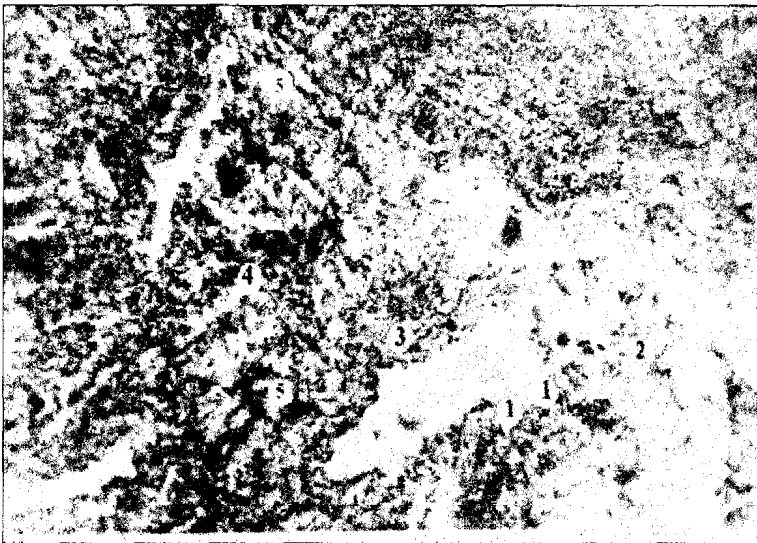


Рис. 2. Мезенхімний синцитій передплодо 27,0 мм ТКД.  
 Гематоксилін-еозин. Мікрофото. Об. 7, ок. 14:  
 1 – ендотеліоцити; 2 – мезенхіма; 3 – колагенові волокна;  
 4 – видовжені овальні простори; 5 – кровоносна судина

ньому напрямку. Між пучками волокон трапляються видовжені овальні простори, різні за розмірами, порожнисті або частково заповнені сполучнотканинними елементами. У товщі стінки пазухи виявляються зачатки остеїдної тканини, кровоносні судини. Ділянки остеїдних зачатків представлені пластинками, зовнішній шар яких утворений остеобластами, а в центральних ділянках пластин у лакунах – остецити “замуровані” тонкими еластичними волокнами. Навколо остеїдних зачатків розміщена розпушена мезенхіма у вигляді синцитію, в якій відбуваються процеси ангиогенезу.

Початковий відділ стінки верхньої стрілової пазухи утворений волокнистими та клітинними елементами, серед яких переважають колагенові та еластичні сплетення. Близьче до краю стінки колагенові волокна формують товсті пучки, а подальше – тонкі (пучки I порядку). Між ними не впорядковано розміщені поодинокі фібробластоподібні клітини в аморфній речовині. Вони розмежують хвилеподібні і горизонтальні колагенові пучки I-II порядків, число яких збільшено в товщі пазухи. Поміж колагеновими волокнами залягають тонкі еластичні волокна і поодинокі клітини. У деяких місцях видно невеликі скупчення ядерних клітин, які розміщені в гомогенній аморфній речовині.

У ділянці тім'ячка стінки порожнини верхньої стрілової пазухи вистеляють епітеліальні клітини, ядра яких розмішені в базальній частині. Під ними залягають колагенові волокна, які формують прямолінійні пучки в горизонтальній площині. У середині стінки пучки колагенових волокон збільшуються і розміщуються щільніше, формуючи цілі шари. Тонкі еластичні волокна залягають поперечно до пучків колагенових волокон або під кутом. Між волокнами трапляються поодинокі клітинні елементи. У кінцевому відділі верхньої стрілової пазухи виявлені скупчення епітеліальних клітин, які чергуються з пучками колагенових волокон, на всю товщину стінки пазухи.

У передплідів 58,0-72,0 мм ТКД стінка верхньої стрілової пазухи вистелена одношаровим плоским епітелієм. Під базальною мембраною епітелію пазухи ТМО колагенові волокна формують густу сітку, які направлені по-різному, подекуди об'єднуються в пучки або тяжі, переплітаючись між собою. Між волокнами в аморфній речовині поодинокі розміщуються фібробластоподібні клітини, які утворюють анастомози. На нашу думку, таке розміщення забезпечує міцність і опору стінки. Колагенові волокна орієнтовані переважно поздовжньо, формуючи хвилеподібні "стрічки", між якими залягають фібробластоподібні клітини.

Пряма пазуха. У передплідів пряма пазуха вистелена епітелієм мезенхімного походження, який формує епітеліальну вистилку різної шаруватості. У заглиблених стінки пазухи клітини утворюють 2-3 шари, а на поверхні інвагінатів - 5-6. При цьому епітеліоцити змінюють полігональну форму на високу циліндричну. Серед них трапляються і клітини кубічної форми, які щільно контактують між собою. Поверхневі епітеліоцити на верхівці інвагінатів стають опуклими, базальні клітини більш сплюснені і прилягають до базальної мембрани. Стінка пазухи розшарована, проте в деяких ділянках виявлено групи епітеліальних клітин, оточених короткими колагеновими волокнами, які орієнтовані по-різному. Клітинні елементи формують ущільнену "стрічку", яка вистилає порожнину пазухи. У дво-, тримісячних передплідів стінка прямої пазухи стає масивною, в її основі лежить сполучна тканина, яка представлена пучками колагенових і еластичних волокон та малою кількістю клітин і аморфної речовини. На внутрішній поверхні стінки пазухи розмішені вирости, V-подібні інвагінати та прямолінійні ділянки, основна маса яких утворена окремими короткими пучками колагенових волокон у вигляді поздовжніх "хвиль".

У середньому шарі стінки прямої пазухи пучки колагенових волокон стають набагато тоншими і мають сіткоподібну форму. Є ділянки, де короткі волокна об'єднуються в паралельні тяжі. Між ними спостерігається поодинокі клітини.

Зовнішній шар стінки прямої пазухи характеризується наявністю щільних волокнистих пучків, розмішених у різних напрямках. Є місця, де волокна короткі, хвилясті й орієнтовані в аморфній речовині.

Нижня стрілова пазуха. Початкова ділянка нижньої стрілової пазухи характеризується чіткою орієнтацією в розміщенні сполучнотканинних елементів (рис. 3). На внутрішній поверхні стінки пазух локалізуються епітеліальні клітини, які розмішені на базальній мембрані. Ядровмісна (базальна) частина епітеліоцитів розширена, апікальна (кулоподібна) виступає в просвіт. На апікальній поверхні цих клітин мікрворсинки. У зовнішньому шарі пазухи епітеліальні клітини розмішені в два ряди. Саме тут поверхневі клітини сплюснені і видовжені, а базальні набувають кубічної або призматичної форми. На всьому протязі епітеліальні клітини розташовані на базальній мембрані, яка має хвилястий вид. Поруч з нею залягають тонкі колагенові волокна, які формують паралельні поздовжні. Між ними розміщені аморфна речовина і поодинокі фібробластоподібні клітини. У деяких ділянках кількість колагенових волокон збільшується, які збираються в тяжі, особливо в місці переходу в пряму пазуху. Подекуди трапляються невеликі щілини округлої або овальної форми. Ближче до просвіту пазухи з'являються прошарки між тяжами колагенових волокон, які заповнені форменими елементами крові. У кінцевій ділянці нижньої стрілової пазухи розміщуються колагенові волокна у вигляді хвилеподібних та петлеподібних пучків.

Поперечні пазухи. Основну масу стінки поперечних пазух складають щільна сполучна тканина, в якій переважають колагенові волокна, які розміщуються в різних напрямках, утворюючи тонкі і товсті пучки або сітку (рис. 4). У товщі стінки локалізуються зигзагоподібні колагенові волокна, які ближче до зовнішньої поверхні, розміщуються щільно і формують суцільні тяжі. У деяких місцях волокнисті тяжі розгалужуються на короткі гілки, формуючи сіткоподібні структури. У прошарках між волокнами видно зрізи судин, заповнених еритроцитами. На всьому протязі стінки поперечної пазухи клітини розмішені між волокнистими тяжами,

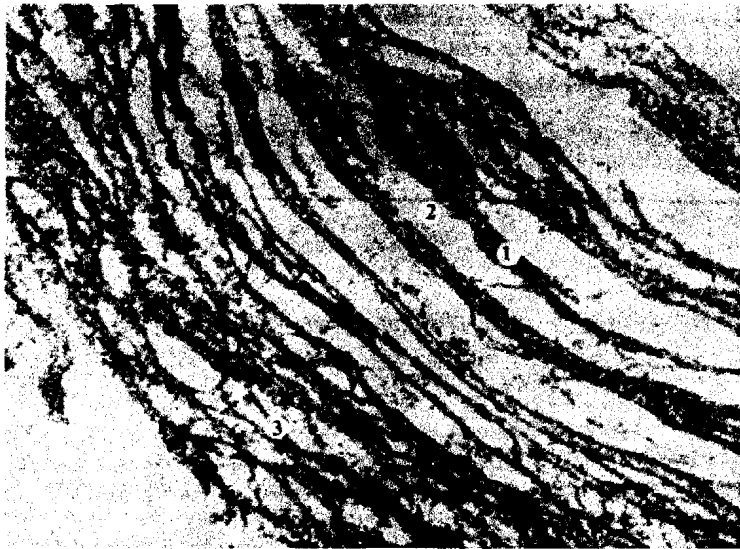


Рис. 3. Просторове розміщення колагенових волокон у стінці початкового відділу нижньої стрілоподібної пазухи на межі з прямою (лазерна поляриметрія).

Плід 240,0 мм ТКД. Мікрофото. Зб. 10;

- 1 – пучки колагенових волокон; 2 – аморфна речовина;  
3 – сіткоподібне сплетення колагенових волокон

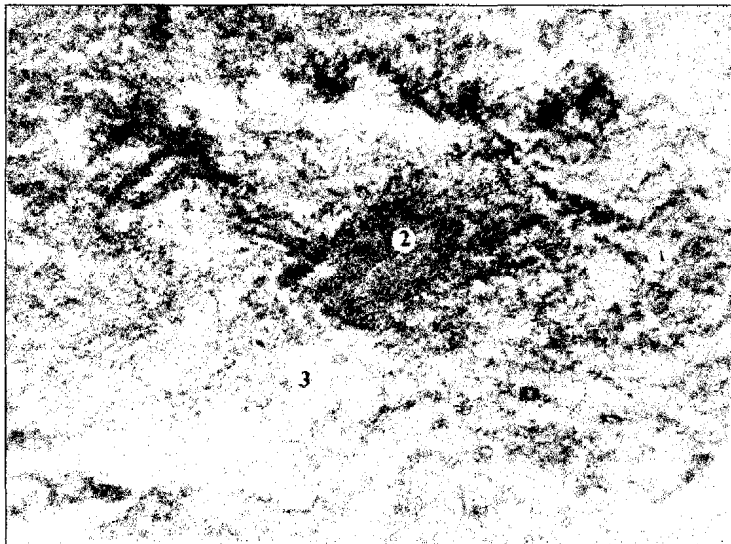


Рис. 4. Колагенові волокна в стінці поперечної пазухи плода 130,0 мм ТКД. Гематоксилін-еозин. Мікрофото. Об. 10;

- 1 – колагенові волокна; 2 – система паралельно розміщених тяжів;  
3 – аморфна речовина

утворюючи окремі невеликі групи. Клітини світлі, периферична частина їх піби розчиняється в аморфному матриксі, а ядра, як правило, зосереджені в центрі клітини. На зовнішній частині стінки поперечної пазухи хвилясті пучки волокон оточують тонкостінні вени, формуючи їхній каркас.

Стік пазух. Найбільш складну гістологічну структуру має стік пазухи (рис. 5). Внутрішня поверхня стінки вистелена плоскими епітеліоцитами з мікрворсинками. Під базальною мембраною пучки колагенових волокон переважно орієнтовані в косопоздовжньому і в поздовжньому напрямках, мають звивистий хід. У середній частині стінки переважають тонкі, короткі й хвилясті пучки колагенових волокон, між волокнами аморфної речовини локалізуються невеликі овальної або видовженої форми групи фібробластів, з добре вираженими ядрами. Ендоплазма фібробластів більш базофільна, а ектоплазма слабобазофільна. Поодинокі розміщені клітини мають більші розміри, ніж клітини, які утворюють невеликі

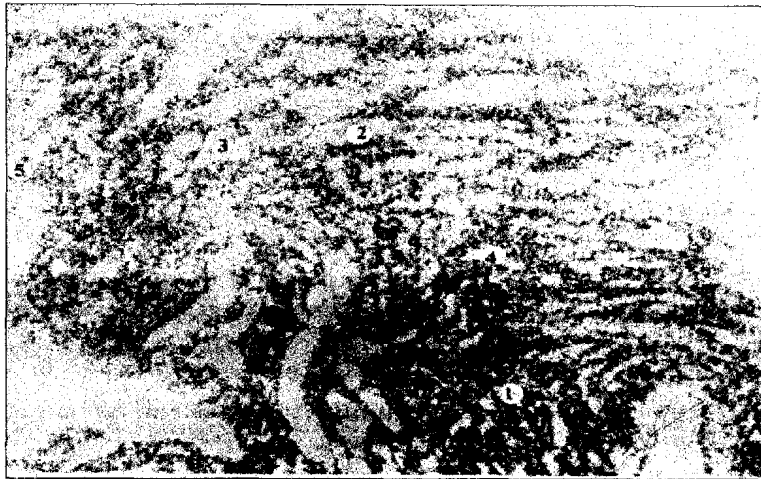


Рис. 5. Просторове розміщення колагенових волокон у стінці початкового відділу стоку пазух плода 240,0 мм ТКД (лазерна поляриметрія). Мікрофото. 3б. 10:  
 1 – сплетення колагенових волокон; 2 – аморфна речовина;  
 3 – точки гілки колагенових волокон; 4 – судина; 5 – клітини

“острівці”. На зовнішній поверхні стінки стоку пазух переважають великі волоконисті структури, широкі пучки і тяжі, які розміщені в декілька шарів.

Сигмоподібні пазухи. У плодів сигмоподібні пазухи мають звичайну S-подібну форму. Її стінки по товщині неоднакові, більш розвинуті на правій стороні. Стінки пазух утворені з пучків колагенових волокон, різних за довжиною і локалізацією. У правій сигмоподібній пазусі колагенові волокна довгі і масивні, з поздовжнім, косим або поперечним напрямками; в той же час у лівій – більш короткі і сіткоподібні. Клітинних елементів на протязі стінки пазухи виявлено мало. У стінках пазух фібробластоподібні клітини – це світлі, видовжені, з малою кількістю відростків, формують короткі і невеликі ланцюжки.

Стінка лівої сигмоподібної пазухи має дещо менші розміри, утворена пучками колагенових волокон, які розміщуються не так щільно в порівнянні з правою стінкою. На зовнішній поверхні стінки початкового відділу сигмоподібної пазухи розміщені ущільнені колагенові волокна, які стають тоншими і короткими в кінцевому відділі.

У кінцевих звуженнях сигмоподібних пазух стінки менше заповнені утвореннями: трабекулами, перетинками, хордами. Тут колагенові пучки тонкі, хвилясті і петлясті, між якими багато аморфної речовини й еластичних волокон. У даних ділянках спостерігається численні дрібні судини з тонкою сполучнотканиною стінкою і ендотелієм. У цьому відділі просвіт сигмоподібної пазухи має щілиноподібну форму.

Потилична пазуха. У початковому відділі потиличної пазухи сполучнотканинна основа стінки містить тонкі та короткі колагенові волокна, які розділені прошарками аморфної речовини (рис. 6). Ці пучки волокон прямують у різних напрямках, перетинаються один з одним, змінюють характер ходу з прямолінійного на хвилястий. У середньому шарі стінки колагенові волокна формують сіткоподібний каркас, залягаючи під різними кутами один до одного. Між ними знаходяться окремі фібробластоподібні клітини, які мають відростки. Клітини світлі по периферії з більш базофільною центральною частиною. Між сполучнотканинними елементами трапляються клітини крові.

Зовнішня ділянка початкового відділу потиличної пазухи характеризуються наявністю коротких і товстих пучків колагенових волокон із поперечною орієнтацією. Серед них трапляються закручені та петлеподібні колагенові волокна, що розміщуються на певній відстані одне від одного. Водночас, спостерігається мала кількість аморфної речовини. Між пучками колагенових волокон залягають клітини фібробластичного ряду з добре вираженими базофільними ядрами та світлою ендоплазмою. В окремих ділянках зовнішнього шару стінки пазухи видно елементи кісткової тканини у вигляді сітки трабекул, які тісно пов'язані з волоконистими утвореннями ТМО.

Кінцевий відділ зовнішньої частини стінки потиличної пазухи теж має короткі і тонкі потоншені пучки колагенових волокон, але орієнтовані поздовжньо та косо-



Рис. 6. Просторове розміщення колагенових волокон у стінці потиличної пазухи плода 240,0 мм ТКД (лазерна поляриметрія). Мікрофото. Зб. 10:  
1 – пучки колагенових волокон; 2 – аморфна речовина;  
3 – сіткоподібне сплетення колагенових волокон

поздовжньо. Навколо них знаходяться видовжені клітини з гомогенним матриксом. Для середнього шару стінки характерні поздовжні пучки хвилеподібних колагенових волокон. Ближче до зовнішньої поверхні в товщі стінки близько один до одного розміщені пучки колагенових волокон, утворюють широкі пластинки, які беруть участь при формуванні термінальних венозних гілок. Всередині пластинки видно тонкі еластичні волокна, в аморфному матриксі клітини розміщені неупорядковано та поодинокі або невеликими “острівцями”.

Стінки всіх пазух ТМО мають складну внутрішню будову, але відрізняються лише тим, що пучки колагенових та еластичних волокон мають різну орієнтацію, неоднакову довжину, товщину та щільність. У плодів та в новонароджених гістоархітектоніка пазух наближається до структурної організації дорослої людини.

#### Висновки.

1. Починаючи з 6-го тижня ембріогенезу починається закладка твердої мозкової оболони та її похідних з утворенням різного виду внутрішніх структур – клапаноподібних трабекул, перетинок, хорд, тяжів, петель, колагенових та еластичних волокон.

2. У кінці плодового періоду стінки пазух твердої мозкової оболони мають однакову будову, лише відрізняються за напрямком колагенових та еластичних волокон, які орієнтовані по-різному і мають неоднакові довжини, товщини та щільність.

**Перспективи подальших досліджень.** Перспективним є вивчення будови стінок печеристої пазухи в пренатальному періоді онтогенезу людини.

**Література.** 1. Антолюк О.П. Гістоморфологічні особливості верхньої сагітальної пазухи твердої мозкової оболони у ранньому періоді онтогенезу людини // Бук. мед. вісник. – 2002. – Т. 6, № 3. – С. 144-148. 2. Вовк В.Ю. Морфологические особенности синусов твердой мозговой оболочки свода черепа // Зб. наук. праць “Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології”. – № 6 (26). – Київ-Луганськ-Харків, 1999. – С. 45-46. 3. Сресели М.А., Большаков О.И. Клинико-физиологические аспекты морфологии синусов твердой мозговой оболочки. – Л.: Медицина, 1977. – 176 с. 4. Хилько Ю.К. Особливості гістогенезу стінок венозних пазух твердої мозкової оболони головного мозку людини у зародковому періоді // Вісн. проблем біол. і мед. – 2002. – Вип. 6. – С. 83-85. 5. Хилько Ю.К. Гістогенез стінок венозних пазух твердої мозкової оболони головного мозку людини у плодovому періоді за даними ультраструктурного дослідження // Вісн. проблем біол. і мед. 2002. – Вип. 6. – С. –82-85. 6. O’Rahilly, Muller F. The Meninges in human development // J. of Neuropathology and Experimental Neurology. – 1986. – V. 45, № 5. – P. 588-608.

# HISTOGENESIS CONSTITUTION OF THE SINUSES WALLS OF DURA MATTER IN THE PRENATAL PERIOD OF THE HUMAN ONTOGENESIS

*O.P.Antoniuk*

**Abstract.** The germinal term determines the character of formation of a neurotubule, cerebral vesicles, the differentiation of numerous types of neurons and glial cells; it initiates the development of the primary fissures in the perimedullar mesenchyma. The primordium of the walls of the dura mater sinuses occurs in consequence of the formation of the epithelial layer and connective tissue framework - valve-like trabeculae, strangulations, bands, cords formed from fibroblasts, epitheliocytes, elastic and collagenic fibers of different dimensional orientation.

**Key words:** histogenesis, dura mater sinuses, human.

Bukovinian State Medical Academy (Chernivtsi)

*Buk. Med. Herald.*-2004.-Vol.8, №2.-P.185-191.

*Надійшла до редакції 3.09.2003 року*

---