

**МОРФОГЕНЕЗ ДВАНАДЦЯТИПАЛОЇ КИШКИ У РАНЬОМУ ПЕРІОДІ
ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ**¹ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет» (м. Чернівці)²Донецький національний медичний університет (м. Краматорськ)

olha.antonyuk@yahoo.com

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Наукове дослідження є фрагментом міжкафедральної науково-дослідної роботи кафедри анатомії людини імені М. Г. Туркевича Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет»: «Особливості морфогенезу та топографії систем і органів у пре- та постнатальному періодах онтогенезу людини». Номер державної реєстрації 0115U002769 (2015-2019 рр.).

Вступ. Для медичної ембріології представляє особливий інтерес вчення про фізіологічну атрезію або фетальну оклюзію [1,2]. Виникнення фізіологічної атрезії властиво ряду трубчастих органів, травної, дихальної та сечостатевої систем і є закономірним явищем в процесі розвитку організму на ранніх етапах пренатального онтогенезу людини, являє собою не тільки теоретичну, але і практичну проблему [3,4]. У зв'язку з розширенням обсягу оперативних втручань у новонароджених на органах травного тракту, з приводу природжених вад, виникає необхідність вивчення морфогенезу тонкої кишки в ранньому періоді онтогенезу людини [5,6]. Природжені атрезії і стенози зустрічаються у дванадцятипалій кишці як у верхній частині, нижче впадання проток, так і в ділянці дванадцятиперстно-порожнього згину [7-10].

Мета дослідження: з'ясувати основні закономірності закладки і формування дванадцятипалої кишки в ранньому періоді онтогенезу людини.

Об'єкт і методи дослідження. Для дослідження використано 23 ембріонів і 19 передплодів, які вивчені методами макромікропрепарування, морфометрії, виготовлення топографоанатомічних зрізів. Метод мікроскопічного дослідження використовується для з'ясування взаєморозміщення органів, їх структур та судин, які неможливо дослідити макроскопічними методами. Матеріал для гістологічного дослідження готується наступним чином: свіжі труп зародків та передплодів людини ранніх стадій розвитку фіксувалися у 8-10% розчині нейтрального формаліну протягом 2-3 тижнів. Після фіксації об'єкт протягом 1-2 діб промивали в проточній воді, а потім занурювали на добу в 35% етиловий спирт, після чого тотально забарвлювали борним карміном протягом однієї – трьох діб (залежно від розмірів об'єкта). Зневоднювання препаратів виконувалося шляхом їх обробки в етиловому спирті зростаючої міцності (від 30% до абсолютного). Час перебування в спиртах – від однієї доби до трьох діб, потім препарати заливали в парафін. Як проміжне середовище між спиртом та парафіном використовувався хлороформ. Вигот-

товлення серійних гістологічних зрізів із парафінових блоків проводили в одній із трьох площин тіла зародка – сагітальній, горизонтальній та фронтальній, що при зіставленні отриманих даних дозволило детально дослідити будову окремих структур та їх співвідношення. Товщина зрізів становила 8-10 мкм.

Результати дослідження та їх обговорення. У зародків 4,5 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД) на всьому протязі первинної кишкової трубки і зачатків дванадцятипалої кишки (ДПК), зокрема, проявляється добре виражений просвіт. Краніальна ділянка ДПК формується з кінцевого відділу передньої кишки, а каудальна ділянка – з середньою кишкою або «пупкової петлі». У цей період розвитку спостерігається просвіт у первинній кишці, тоді як у зародків 5,5-6,0 мм ТКД на рівні спільної жовчної і дорсальної панкреатичної проток виникає тимчасове звуження просвіту і формуються окремі вакулоподібні порожнини, а в місцях переходу шлунка в ДПК відбувається повне закриття отвору, так зване епітеліальне склеювання просвіту кишки. У зародків 5,0 мм ТКД в центральній частині ДПК починає визначатися єдина порожнина. Епітеліальний пласт лежить на сформованій базальній мембрані, яка виражена у відділах кишки, звернена до порожнини тіла. Епітеліальні клітини мають високу призматичну форму і в окремих ділянках ДПК лежать в 3-4 ряди.

У зародків 7,0 мм ТКД стінка зачатка ДПК складається з внутрішнього епітеліального шару і зовнішнього мезенхіми, покритого мезотелієм. Епітелій кишки відчуває інтенсивність проліферацію. У проксимальній ділянці, ближче до шлунку, кишка має щілиноподібний простір, а каудальна її порожнина заповнена скупченням епітеліальних клітин (**рис. 1**).

У зародків 9,0 мм ТКД спостерігається випинання овальної форми – дорсальний зачаток підшлункової залози, яка розміщується ззаду до ДПК. Печінково-панкреатичний дивертикул формується спереду від зачатка і розташовується вентрально ДПК (**рис. 2**).

У зародків 11,0 мм ТКД внаслідок обертання ДПК печінково-панкреатична протока впадає в неї дорсально. Обертання ДПК відбувається через нерівномірне зростання стінок, а сама протока розміщена ззаду по відношенню до майбутньої низхідної частини кишки.

У зародків 11,5-13,5 мм ТКД в межах низхідної частини ДПК виявлено епітеліальну «пробку». Дослідження серійних гістологічних зрізів виявило наявність епітеліальної «пробки» в межах низхідної частини ДПК. Чітких меж між епітеліальними «пробками» не виявляється. Навколо слизової оболонки

розміщений шар щільно локалізованих клітин кругового напрямку. Товщина епітеліальної «пробки» досягає $220,0 \pm 1,0$ мкм, ширина – $66,0 \pm 2,0$ мкм. Навколо слизової оболонки розміщений щільний шар клітин мезенхіми товщиною $77 \pm 2,0$ мкм. Низхідна частина ДПК тісно прилягає до медіальної поверхні зачатка підшлункової залози. В ділянці впадання печінково-панкреатичної і панкреатичної проток, а також в частині дванадцятипалої згину. Внутрішня стінка ДПК складається з епітеліального шару і зовнішньої мезенхіми, покритого мезотелієм. Відбувається проліферація епітелію, який перетворюється в багаторядний. Ядра клітин лежать на різних рівнях епітеліального пласта (рис. 3).

На початку передплодового періоду (передплоди 14,0-20,0 мм ТКД) спостерігається інтенсивне зростання верхньої і брижової частин ДПК. Кишка обертається дорсолатерально, а на рівні підшлункової залози розміщується дорсомедіально і спрямована вниз. М'язова оболонка ДПК на цій стадії розвитку представлена шаром круговими-орієнтованими колагеновими волокнами, їх апікальною частиною. Верхня і нижня частини ДПК мають вигляд дуги, розташовані в сагітальній площині і відкриті спереду. Початковий відділ ДПК, включаючи і майбутню її низхідну частину спрямовану назад, перпендикулярно хребетному стовпа, а нижня частина, що переходить у дванадцятипаловий вигин і далі в проксимальне коліно кишкової петлі.

Наприкінці 6-го тижня розвитку просвіт ДПК вже практично сформований і тільки в окремих ділянках порожнини кишки епітелій з'єднаний з просвітом, однак, і в окремих ділянках зустрічаються епітеліальні перетинки.

У передплодів 14,0 мм ТКД в згущенні епітелію помітні окремі округлі порожнини. Просвіт кишки місцями відсутній тільки в дистальній частині ДПК, а на рівні загальної й жовчної і дорсальної проток в епітеліальних скупченнях виявляються окремі вакуолевидні порожнини.

У передплодів 14,9 мм ТКД просвіт діаметром $66 \pm 2,0$ мкм визначається тільки в місці переходу шлунка в ДПК.

У передплодів 16,0 мм ТКД у верхній частині ДПК спостерігаються численні порожнини різної форми і величини, які розмежовані перегородками товщиною $44,0 \pm 2,0$ мкм. Одна з найбільших порожнин діаметром $176,0 \pm 4,0$ мкм розміщена в місці переходу шлунка в ДПК. Найменша порожнина визначається в центрі верхньої частини ДПК. Наявність порожнин в епітеліальній «пробці» це прояв реканалізації просвіту ДПК за рахунок так званого розсмоктування епітеліальної «пробки». М'язова оболонка товщиною $66,0 \pm 2,0$ мкм.

На сагітальних зрізах передплода 16,5 мм ТКД верхня частина ДПК довжиною $120,0 \pm 2,0$ мкм, шириною – $50,0 \pm 2,0$ мкм. Слизова оболонка вистелена однорядним циліндричним епітелієм. Зовні до слизової оболонки прилягає тонкий шар пухкої сполучної тканини. Частина клітин мезенхіми, яка розміщена ближче до просвіту кишки, має кругову орієнтацію, а зовні мезенхіми переважно поздовжня орієнтація.

У передплодів 15,0-17,0 мм ТКД вакуолеподібна порожнина спостерігаються в ДПК, починаючи від рівня проток до дванадцятипалої-кишкового вигину.

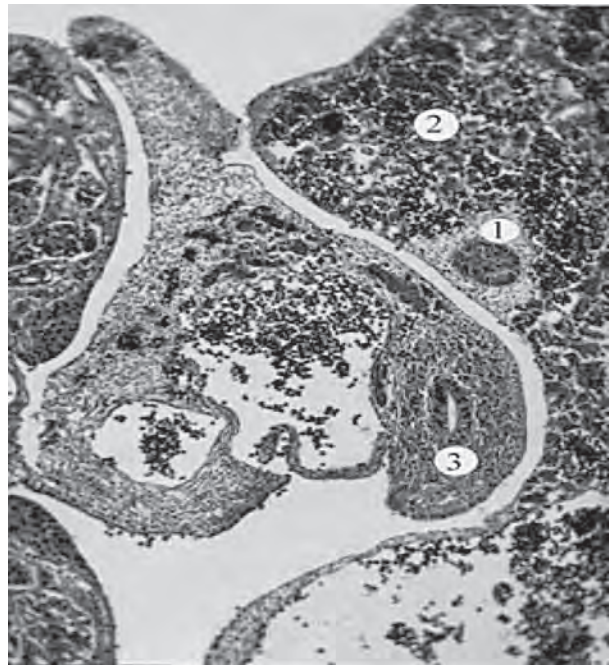


Рисунок 1 – Сагітальний зріз. Зародок 7,5 мм ТКД. Забарвлення гематоксилін і еозин. Об. 10, ок. 7: 1 – зачаток жовчного міхура; 2 – зачаток печінки; 3 – зачаток дванадцятипалої кишки.

У горизонтальній частині ДПК визначається суцільний просвіт. Між слизовою і м'язовою оболонками спостерігається тонкий шар пухко розташованих клітин мезенхіми. Після повороту початкової частини ДПК справа обумовленого обертанням шлунка і його каудального зміщення, яке пов'язане з подовженням стравоходу, підковоподібна ДПК розміщується у фронтальній площині. Змінюється і положення колін кишкової петлі. У процесі росту (передплоди 14,0-22,5 мм ТКД) частина низхідного і висхідного колін розміщені в сагітальній площині поступово утворюються праве (проксимальне) і ліве (дистальне) коліна, які лежать в горизонтальній площині (рис. 4).

У передплодів 17,0-17,5 мм ТКД чітко проявляється верхня, низхідна, горизонтальна і висхідна частини ДПК. Слизова оболонка вистелена епітелієм товщиною $66,0 \pm 2,0$ мкм. Частина клітин мезенхіми розміщена ближче до просвіту ДПК має кругову орієнтацію. Більшість порожнин набувають овальну і круглу форми.



Рисунок 2 – Сагітальний зріз зародка 9,0 мм ТКД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Мікропрепарат. Об. 8, ок. 7: 1 – закладка дванадцятипалої кишки; 2 – закладка печінки; 3 – просвіт дванадцятипалої кишки; 4 – закладка підшлунково-печінкової ампули.

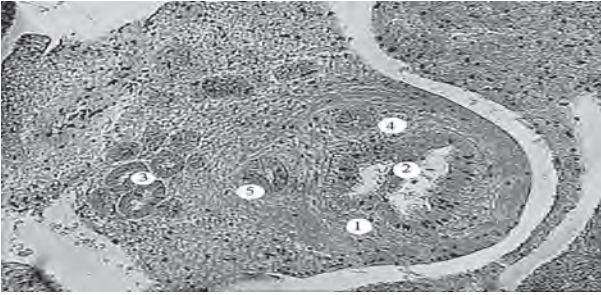


Рисунок 3 – Горизонтальний зріз ембріона 12,0 мм ТКД. Забарвлення гематоксилином і еозином. Об. 10, ок. 8: 1 – закладка дванадцятипалої кишки; 2 – перегородка дванадцятипалої кишки; 3 – закладка підшлункової залози; 4 – спільна жовчна протока; 5 – протока підшлункової залози.

У 7-тижневих ембріонів спостерігається диференціювання епітелію, який вистилає просвіт кишки. У просвіті низхідній частини ДПК виявлено дві порожнини, які розмежовані тонким шаром епітеліальних клітин. У горизонтальній частині ДПК спостерігається просвіт, який вистелений однорядним циліндричним епітелієм. Зачаток підшлункової залози прилягає до ДПК без чітких меж. Процес формування ДПК пов'язаний з одного боку з розвитком печінки, а з іншого боку – підшлункової залози. ДПК фіксована вентральної брижі і печінково-дванадцятипалої зв'язкою із спільною жовчною протокою, дорсальною брижею і підшлунковою залозою. На каудальне переміщення ДПК впливає обертання шлунка, а також переміщення гирла печінково-панкреатичної протоки.

У верхній частині ДПК чітко проявляється м'язова оболонка товщиною $66,0 \pm 2,0$ мкм. Спостерігається чітка спрямованість клітин в колеровому і поздовжньому напрямках. Товщина кругового шару складає $34,0 \pm 1,0$ мкм, поздовжнього – $46,0 \pm 2,0$ мкм. Слизова оболонка представлена одним шаром циліндричних клітин, ядра яких розміщені переважно апікально. Ділянка, яка немає ворсинок представлена одношаровим багаторядним епітелієм, клітини якого лежать в 2-3 ряди. Згодом формуються ворсинки, які вростають у просвіт кишки і епітеліальний пласт втрачає свою рядність і стає одношаровим високим призматичним епітелієм. У ділянці м'язової оболонки формуються кровоносні судини. Основу ворсинок складає мезенхіма, клітини мають витягнуту форму і чітко орієнтовані від основи до вершини.

У передплідів 19,0 мм ТКД вакуолеподібні порожнини розташовані дистальніше проток. Слизову оболонку і круговий шар гладких м'язових клітин розмежовує шар пухко розташованих клітин мезенхіми товщиною $11,0 \pm 0,5$ мкм. У просвіті верхньої частини ДПК в стадії розсмоктування визначається епітеліальна «пробка» розмірами 132×88 мкм. Клітини епітеліальної «пробки» значно менших розмірів, ніж епітеліальні клітини слизової оболонки ДПК. Ядра епітеліальних клітин «пробки» розміщені на різних рівнях. Епітеліальна «пробка» спостерігається і в низхідній частині ДПК. Дистальніше просвіт низхідної частини ДПК представлений порожнинями овальної форми. Перегородки між ними перехреснуються в центрі просвіту кишки, внаслідок чого останній має зірчастий вигляд. У низхідній частині ДПК поздовжній шар м'язової оболонки майже вдвічі перевищує товщину кругового шару.

Протягом 7-го тижня ембріогенезу кількість вакуолей збільшується, дрібні порожнини зливаються в більші, що призводить до розмежування епітеліальних «пробок». Формуються так звані епітеліальні «грати», тобто сукупність епітеліальних балок і перегородок, які перетинаються. Згодом епітеліальні перегородки розриваються і утворюється просвіт ДПК.

У 7-ми тижневих ембріонів формування просвіту ДПК практично завершується на всій її довжині, однак, в окремих ділянках ще можна бачити невеликі епітеліальні мости, що з'єднують вистилання кишки.

На початку 8-го тижня просвіт ДПК починає поступово відновлюватися про що свідчить поява у верх-

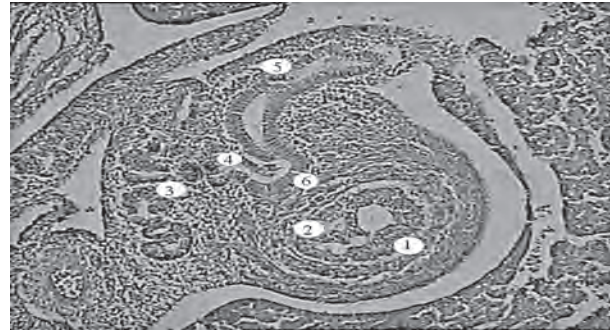


Рисунок 4 – Фронтальний зріз передпліда 17,0 мм ТКД. Забарвлення гематоксилином і еозином. Об. 10, ок. 8: 1 – дванадцятипала кишка; 2 – вакуолі у просвіті дванадцятипалої кишки; 3 – спільна жовчна протока; 4 – протока підшлункової залози; 5 – спільна жовчна протока; 6 – печінково-підшлункова ампула.

ній її частині численних порожнин (вакуолей) різного об'єму і величини. Вакуолі спостерігаються лише в межах дванадцятипалої вигину.

Починаючи з передплідів 21,0 мм ТКД просвіт виявляється на всьому протязі ДПК. Однак, в місці впадання в кишку спільної жовчної і «додаткової» панкреатичних проток скупчення епітеліальних клітин ще зберігається. Зникають вони лише в кінці 8-го тижня розвитку.

У передплідів 22,5 мм ТКД базальна мембрана епітелію добре сформована і нерівності просвіту кишки забезпечуються зміною конфігурації мезенхімного шару. Цей шар мезенхіми ще не диференційований, однак, в зоні формування сосочків мезенхіми можна бачити зміни форми диференціювання мезенхімних клітин і формування кровоносних судин (рис. 5).

У 7,5 тижневих передплідів закінчуються основні морфогенетичні процеси пов'язані з остаточним

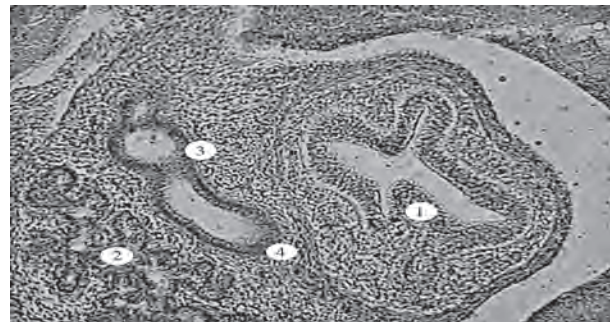


Рисунок 5 – Фронтальний зріз передпліда 22,5 мм ТКД. Забарвлення гематоксилином і еозином. Об. 10, ок. 8: 1 – дванадцятипала кишка; 2 – підшлункова залоза; 3 – спільна жовчна протока; 4 – печінково-підшлункова ампула.

формуванням просвіту ДПК. На цій стадії вперше можна говорити про формування всього просвіту і каналізації ДПК. Уже у просвіті кишки відсутні епітеліальні мости і перетинки.

Наприкінці передплодового періоду в стінці ДПК утворюються ворсинки, які формуються за рахунок редукції фізіологічної атрезії, а розрив епітеліальних перетинки призводить до епітеліальних покриттів ворсинок.

У передплідів 11,5 тижнів розвитку в ділянці стінки ДПК висота епітелію досягає $29,0 \pm 0,5$ мкм, товщина підслизової оболонки – $36,0 \pm 1,5$ мкм. Товщина м'язової оболонки характеризується як сума товщини кругового і поздовжнього шарів, при цьому круговий шар сягає $19,0 \pm 0,7$ мкм, товщина поздовжнього шару – $21,0 \pm 0,5$ мкм. В ділянці ворсинок також відзначається наростання метричних показників всіх структур кишки за винятком серозної оболонки. Висота епітелію збільшується і досягає $30,0 \pm 0,5$ мкм.

У період від 11,5 до 12 тижнів внутрішньоутробного розвитку становить інтерес в плані оцінки формування основних структур оболонок стінки ДПК. Цей період характеризується деяким уповільненням процесів новоутворення і диференціювання ворсинок, що підтверджується в першу чергу уповільненням темпу приросту величини сосочків мезенхіми в порівнянні з попередньою стадією. До кінця 12-го тижня внутрішньоутробного розвитку триває формування шарів і оболонок стінки ДПК. Просвіт кишки має зірчасту форму за рахунок значної кількості первинних ворсинок. Вистилання просвіту представлена в основному одношаровим високопризматичним епітелієм.

Завершення епітеліальної оклюзії в ДПК, як зауважують Ю. Т. Ахтемійчук [1], В. Г. Мигляс, А. О. Лойтра [2], П. И. Лобко [3], має тісний кореляційний зв'язок з формуванням ворсинок і перебудовою епітеліального шару стінки кишки. У гістогенезі ДПК спостерігається краніо-каудальний градієнт та виникнення ворсинок (передплідди 19,0-24,5 мм ТКД), який поширюється на порожню кишку. Порожнини між епітеліальними містками ДПК відрізняються на відміну від вакуолей стравоходу так, як і просвіт ДПК, відокремлюються один від одного епітеліальними перегородками, в яких закладаються ядра епітеліальних клітин. Розрив епітеліальних перегородок кишки призводить до утворення ворсинок і крипт.

Висновки. У період від 5-ти до 12-ти тижнів внутрішньоутробного розвитку відбуваються основні процеси формування і диференціювання шарів і оболонок стінки ДПК: в 5-тижневих зародків – диференціювання епітелію стінки ДПК в одношаровий багаторядний у ділянці порожнин резорбції, початок формування циркулярного шару м'язової оболонки, початок зміни конфігурації базальної мембрани; в 6-ти тижнів – поява складок слизової оболонки; в 6,5-7 тижнів – реканалізація просвіту кишки, формування первинних ворсинок; в 8-ми тижнів – початок функціональної перебудови кругового шару м'язової оболонки; в 8,5-9,0 тижнів – формування вторинних ворсинок; в 10,5-11 тижнів – формування поздовжнього шару м'язової оболонки; в 12-тижневих передплідів просвіт ДПК має зірчасту форму за рахунок значної кількості первинних ворсинок.

Перспективи подальших досліджень. Отримані результати спонукають дослідити кровообіг при формуванні дванадцятипалої кишки.

Література

1. Akhtemiychuk YuT. Organogenez zabryushinnogo prostranstva. Chernovtsy: Izdatel'stvo «Prut»; 1997. 148 s. [in Russian].
2. Miglyas VG, Loytra AO. Etapy formoobrazovaniya dvenadtsatiperstnoy kishki v prenatalnom periode razvitiya. Ukr. med. al'manakh. 1998;3:16-7. [in Russian].
3. Lobko PI. Embrionalnaya okklyuzii i vrozhdennyye poroki. Tezy dokl. VI kongr. Mezhdunarod. assots. morfologov. Morfologiya. 2002;121,2-3:93. [in Russian].
4. Alana M. Chin, David R. Hill, Megan Aurora, Jason R. Morphogenesis and maturation of the embryonic and postnatal intestine. J Pediatr Urol. 1 Semin Cell Dev Biol. 2017;66:81-93.
5. Dolnitskiy OV, Galagan PO, Romadina OV. Vrozhdennyye poroki razvitiya. Osnovy diagnostiki i lecheniya. Kiyev: 2009. 1040 s. [in Russian].
6. Adams SD, Stanton MP. Malrotation and intestinal atresias. Early Hum Dev. 2014;12:921-5.
7. Ramachandran P, Safwan M, Reddy MS, Rela M. Recent Trends in the Diagnosis and Management of Biliary Atresia in Developing Countries. Indian Pediatr. 2015;52,10:871-9.
8. Ribatti D, Crivellato E. The role of mast cell in tissue morphogenesis. Thymus, duodenum, and mammary gland as examples. Exp Cell Res. 2016;341(1):105-9.
9. Srisajjakul S, Prapaisil P, Bangchokdee S. Imaging spectrum of nonneoplastic duodenal diseases. Clin Imaging. 2016;40(6):1173-81.
10. Taghavi K, Sharpe C, Stringer MD. Fetal megacystis: A systematic review. J Pediatr Urol. 2017;3:7-15.

МОРФОГЕНЕЗ ДВНАДЦЯТИПАЛОЇ КИШКИ У РАНЬОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ

Антонюк О. П., Вовк Ю. М.

Резюме. Дванадцятипала кишка формується з різних частин первинної кишки, а саме: краніальна ділянка – з кінцевого відрізка передньої кишки; каудальна – з середньої кишки або з «пупкової петлі» із її переднього коліна. Закладка дванадцятипалої кишки фіксується за допомогою короткої вентральної брижі, печінково-дванадцятипалої зв'язки зі спільною жовчною протокою та дорсальною брижею і підшлунковою залозою. Початковий етап фізіологічної атрезії дванадцятипалої кишки спостерігається у зародків 5-ти тижнів (5,5-6,0 мм ТКД) у місці переходу шлунка у відзначену кишку, а повна фізіологічна атрезія відмічається у зародків 6-го тижнів (11,5-13,5 мм ТКД), коли просвіт повністю перекритий закриттям дистальною частиною кишки. Процес реканалізації просвіту дванадцятипалої кишки – відбувається упродовж 7-го тижня (14,0-20,0 мм ТКД) і завершується наприкінці 8-го тижня (20,0-25,0 мм ТКД) ембріогенезу.

Ключові слова: ембріогенез, дванадцятипала кишка, людина.

МОРФОГЕНЕЗ ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЇ КИШКИ В РАННЬОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ ЧЕЛОВЕКА**Антонюк О. П., Вовк Ю. Н.**

Резюме. Двенадцатиперстная кишка формируется из различных частей первичной кишки, а именно: кра-ниальный участок – с конечного отрезка передней кишки; каудальный – со средней кишки или «пупочной петли» с ее переднего колена. Закладка двенадцатиперстной кишки фиксируется с помощью короткой вен-тральной брыжейки, печеночно-двенадцатиперстной связки с общей желчным протоком и дорсальной бры-жейкой и поджелудочной железой. Начальный этап физиологической атрезии двенадцатиперстной кишки наблюдается у зародышей 5-ти недель (5,5-6,0 мм ТКД) в месте перехода желудка в отмеченную кишку, а полная физиологическая атрезия отмечается у зародышей 6-й недели (11,5-13,5 мм ТКД), когда просвет пол-ностью перекрыт закрытием дистальной частью кишки. Процесс реканализации просвета двенадцатиперст-ной кишки – происходит в течение 7-й недели (14,0-20,0 мм ТКД) и завершается в конце 8-й недели (20,0-25,0 мм ТКД) эмбриогенеза.

Ключевые слова: эмбриогенез, двенадцатиперстная кишка, человек.

MORPHOGENESIS OF DUODENUM IN EARLY PERIOD OF HUMAN ONTOGENESIS**Antonyuk O. P., Vovk Yu. M.**

Abstract. The embryos of 4.5 mm of parietal-coccygeal length (PCL) throughout the primary intestinal tube and the rudiments of the duodenum, in particular, exhibit a well-defined lumen. During this period of development, there is a lumen in the primary intestine, where as in the embryos 5.5-6.0 mm PCL at the level of the common bile and dorsal pancreatic ducts there is a temporary narrowing of the lumen and separate vacuum-like cavities are formed, and in places of transition of the stomach closure of the opening, the so-called epithelial adhesion of the lumen of the intestine. In the embryos of 5.0 mm PCL in the central part of the duodenum begins determine a single cavity. The epithelial layer lies on the formed basement membrane, which is expressed in the intestine, facing the body cavity. Epithelial cells have a high prismatic shape and in separate sections of the duodenum lie in 3-4 rows.

At the beginning of the pre-fetal period (pre-fetal of 14.0-20.0 mm TCD), there is an intensive growth of the upper and mesenteric parts of the duodenum. The intestine rotates dorsolaterally, and at the level of the pancreas is placed dorsomedially and directed downwards. The muscular membrane of the duodenum at this stage of develop-ment is represented by a layer of circular-oriented collagen fibers, their apical part. The upper and lower parts of the duodenum have the appearance of an arc, located in the sagittal plane and open in front. The initial section of the duodenum, including its future descending portion, is directed backward, perpendicular to the spinal column, and the lower portion, which passes into the twelve-inch bend and further into the proximal knee of the intestinal loop.

At the end of the pre-fetal period, villi are formed in the duodenal wall, which are formed by the reduction of physiological atresia, and the rupture of the epithelial septum leads to the epithelial covering of the villi.

In 11.5 weeks of pre-fetal development in the area of the duodenum wall, the height of the epithelium reaches $29.0 \pm 0.5 \mu\text{m}$, the thickness of the submucosa – $36.0 \pm 1.5 \mu\text{m}$. Muscle thickness is characterized as the sum of the thickness of the circular and longitudinal layers, with the circular layer reaching $19.0 \pm 0.7 \mu\text{m}$, the thickness of the longitudinal layer – $21.0 \pm 0.5 \mu\text{m}$. In the area of the villi, there is also an increase in metric indices of all structures of the intestine except the serous membrane. The height of the epithelium increases and reaches $30.0 \pm 0.5 \mu\text{m}$.

In the period from 11.5th to 12.0th weeks of prenatal development is of interest in terms of assessing the forma-tion of the main structures of the membranes of the duodenum. This period is characterized by some slowing of the processes of neoplasm and differentiation of the villi, which is confirmed first of all by the slowing of the rate of increase of the size of the papillae of the mesenchyme in comparison with the previous stage. By the end of the 12th week of intrauterine development, the formation of layers and membranes of the wall of the duodenum continues. The lumen of the intestine has a stellar shape due to the large number of primary villi. The lining of the lumen is represented mainly by a single-layer high prismatic epithelium.

Therefore, the duodenum is formed from different parts of the primary intestine, namely: cranial area – from the terminal segment of the anterior intestine; caudal – from the middle intestine or from the «umbilical loop» from its front knee. The enlarge of the duodenum is fixed by a short ventral mesentery, hepatic-duodenal joint with common bile duct and dorsal mesentery and pancreas. The initial stage of physiological atresia of the duodenum is observed in embryos of 5th weeks (5.5-6.0 mm TCD) at the site of transition of the stomach into the marked intestine, and complete physiological atresia is observed in embryos of 6th weeks (11.5-13.5 mm TCD) when the lumen is com-pletely covered by the closure of the distal part of the intestine. The process of recanalization of the lumen of the duodenum – occurs during the 7th week (14.0-20.0 mm TCD) and ends at the end of the 8th week (20.0-25.0 mm TCD) embryogenesis.

Key words: embryogenesis, duodenum, human.

*Рецензент – проф. Єрошенко Г. А.
Стаття надійшла 18.08.2019 року*