

ОСОБЛИВОСТІ ДЖЕРЕЛ ЗАКЛАДКИ ТА МОРФОГЕНЕЗУ ЧАШЕЧКО-МИСКОВОЇ СИСТЕМИ НИРКИ У РАННЬОМУ ПЕРІОДІ ПРЕНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ

О. В. Цигикало, Л. А. Андрущак, К. А. Владиченко, І. В. Галиш

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

Ключові слова:
внутришньоутробний
розвиток, ниркова миска,
ниркові чашечки, людина.

Клінічна та
експериментальна
патологія 2022. Т.21, №3
(81). С. 26-32.

DOI:10.24061/1727-4338.
XXI.3.81.2022.04

E-mail:
tsyhykalo.olexandr@bsmu.
edu.ua

Мета дослідження – визначити особливості джерел закладки та хронологічну послідовність топографо-анатомічних перетворень органів і структур сечовидільної системи людини.

Матеріали і методи. Матеріалом для дослідження слугували 14 серій послідовних гістологічних зрізів препаратів ембріонів і передплідів людини (4,0-66,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД)) віком від 4-го до 11-го тижнів внутрішньоутробного розвитку (ВУР). Застосовано комплекс сучасних методів морфологічного дослідження (антропометрія, морфометрія, мікроскопія, тривимірне комп'ютерне реконструювання, статистичний аналіз).

Результати. Перші ознаки закладки похідних дивертикулу мезонефричної протоки визначаються у зародків людини 5-го тижня ВУР (ембріони 7,0-7,5 мм ТКД). Вона представлена ампулоподібним сліпим розширенням дивертикулу – первинною закладкою ниркової миски, яка оточена ущільненою мезенхімою, що є джерелом утворення ниркової паренхіми – нефрогенною бластемою. Починаючи із зародків середини 5-го тижня ВУР, завдяки тривимірному комп'ютерному реконструюванню, визначаються перші топографо-анатомічні особливості зачатка структур остаточної нирки. Зачатки ниркових мисок – парні ампулоподібні сліпі розширення дивертикулу мезонефричної протоки – занурені у метанефричну бластему, яка має форму краплі завдяки верхньому звуженому кінцю. Починаючи з кінця 6-го тижня ВУР, відбувається випинання стінки сліпого кінця дивертикулу (зачатка ниркової миски) у краніальному та каудальному напрямках, тобто з'являється закладка великих чашечок. Закладка малих чашечок формується шляхом випинання стінки великих чашечок та з'являється у передплідів на початку 7-го тижня ВУР. Простежені також вікові топографо-анатомічні зміни нирок.

Висновки. 1. На препаратах ембріонів 4,7-5,5 мм ТКД (4-й тиждень ВУР) визначаються мезодермальні джерела закладок структур та органів сечостатевої системи, які походять із парного сечостатевого гребеня. На межі дорсальної та вентральної частин мезодерми, у проміжній мезодермі, здійснюється закладка сечових каналців, які формують нефрогенний тяж – єдине джерело закладки всіх трьох генерацій нирки. Наприкінці 4-го тижня ВУР із дорсальної стінки вивідної протоки мезонефросу в її каудальній частині виникає з обох сторін випинання, яке є зачатком епітеліальної вистилки сечоводу та ниркової миски. 2. Закладка ниркової миски вперше спостерігається на 5-му тижні ВУР (зародки 7,0-7,5 мм ТКД), великих чашечок – наприкінці 6-го тижня ВУР (зародки 12,0-13,5 мм ТКД), малих чашечок – на початку 7-го тижня ВУР (передпліді 14,0-15,0 мм ТКД). 3. Нирки у процесі внутрішньоутробного розвитку переміщуються з місця своєї первинної локалізації у тазу, де джерелом їх кровопостачання є спільна клубова артерія, краніально до зачатків надниркових залоз, віддаючи власні судини до аорти, які стають нирковими артеріями.

Key words:
intrauterine development,
renal pelvis, renal calyces,
human.

Clinical and experimental
pathology 2022. Vol.21,
№ 3 (81). P. 26-32.

PECULIARITIES OF SOURCES OF RUDIMENTS AND MORPHOGENESIS OF THE PELVICALYCEAL SYSTEM OF THE KIDNEY IN EARLY PERIOD OF THE HUMAN PRENATAL ONTOGENESIS

O. V. Tsyhykalo, L. A. Andrushchak, K. A. Vladychenko, I. V. Galysch
Bukovinian state medical university, Chernivtsi, Ukraine

The aim of the study – to determine the peculiarities of the rudiments sources and the chronological sequence of topographical and anatomical transformations of the organs and structures of the human urinary system.

Materials and methods. The material for the study was 14 series of consecutive histological sections of specimens of human embryos and prefetuses (4.0-66.0 mm parietal-coccygeal length (PCL)) aged from 4th to 11th weeks of intrauterine development (IUD).

A complex of modern methods of morphological research (anthropometry, morphometry, microscopy, 3D computer reconstruction, statistical analysis) were applied.

The results. *The first signs of mesonephric duct diverticula formation are determined in human embryos of the 5th week of the IUD (embryos 7.0-7.5 mm PCL). It is represented by an ampoule-like blind expansion of the diverticulum – the primary rudiment of the renal pelvis, which is surrounded by a condensed mesenchyme, that is the formation source of the renal parenchyma – a nephrogenic blastema. Starting from the embryos of the middle of the 5th week of IUD, due to 3D computer reconstruction, the first topographical and anatomical features of the primordia of the structures of the definitive kidney are determined. The rudiments of the renal pelvises – paired ampoule-like blind expansions of the diverticulum of the mesonephric duct – are immersed in the metanephric blastema, which has the shape of a drop due to the upper narrowed end. Starting from the end of the 6th week of IUD, there is an evagination of the wall of the blind end of the diverticulum (the rudiment of the renal pelvis) in the cranial and caudal directions, i. e., the rudiments of major calyces appear. The rudiments of the minor cups is formed by the evagination of the wall of the major calyces and appears in fetuses at the beginning of the 7th week of IUD. Age-related topographical and anatomical changes of the kidneys were also traced.*

Conclusions. *1. On the specimens of embryos 4.7-5.5 mm PCL (4th week of IUD), mesodermal sources of rudiments of structures and organs of the genitourinary system, which originate from the paired genitourinary crest, are determined. At the border of the dorsal and ventral parts of the mesoderm, in the intermediate mesoderm, the source of the urinary tubules is carried out, which form the nephrogenic cord – the only source of laying of all three generations of the kidney. At the end of the 4th week of IUD, an evagination appears on both sides from the dorsal wall of the excretory duct of the mesonephros in its caudal part, which is the rudiment of the epithelial lining of the ureter and renal pelvis. 2. The rudiment of the renal pelvis is observed for the first time in the 5th week of IUD (embryos 7.0-7.5 mm PCL), major cups – at the end of the 6th week of VUR (embryos 12.0-13.5 mm TKD), small calyces – at the beginning of the 7th week of IUD (fetuses 14.0-15.0 mm PCL). 3. In the process of intrauterine development, the kidneys move from their original location in the pelvis, where the source of their blood supply is the common iliac artery, cranial to the primordia of the adrenal glands, giving their own vessels to the aorta, which become renal arteries.*

Вступ

З'ясування джерел закладки, особливостей морфогенезу та синтопічних змін органів та структур тіла в ранньому періоді онтогенезу людини є важливим завданням вчених: анатомів, гістологів та ембріологів [1-3]. Чітке розуміння послідовності основних етапів ембріогенезу та часової динаміки структурних перетворень закладок сечової системи у внутрішньоутробному періоді розвитку (ВУР) людини дасть змогу практичним лікарям чітко розуміти особливості етіопатогенезу злякисних новоутворень її органів та структур, диференціювати залишки зародкових тканин в операційному матеріалі від пухлин, раціонально застосовувати метод імуногістохімії у діагностиці раку [4, 5].

Розвиток нирки – дуже складний та багатоетапний процес, який може порушитися генетичними мутаціями, особливо через дефект факторів транскрипції чи пренатального впливу тератогенних чинників, недостатнє харчування матері може погіршити пренатальний розвиток нирки [5, 6]. Частота вродженої урологічної патології у новонароджених дітей зростає щорічно [7]. Збільшення цієї групи хворих зумовлене як зростанням частоти вроджених вад сечової системи, так і покращанням антенатальної діагностики. Варто зауважити, що для верхніх сечових шляхів притаманна досить висока частота варіантів будови ниркових судин (додаткові чи аберантні артерії, вени, або їх гілки), які можуть внаслідок тісної синтопії з нирковою мискою чи клінічна та експериментальна патологія. 2022. Т.21, № 3 (81)

верхнім відділом сечоводу спричинити порушення відтоку сечі і, як наслідок, спричинити патологічний процес. Розуміння складних механізмів патогенезу захворювань чашечко-мискової системи нирки необхідне для ефективної пренатальної діагностики ниркових аномалій та вчасної їх хірургічної корекції [8-12].

Мета роботи

Визначити особливості джерел закладки та хронологічну послідовність топографо-анатомічних перетворень органів і структур сечовидільної системи людини.

Матеріал і методи дослідження

Матеріалом для дослідження слугували 14 серій послідовних гістологічних зрізів препаратів ембріонів і передплідів людини (4,0-66,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД)) віком від 4-го до 11-го тижнів внутрішньоутробного розвитку (ВУР). Використано матеріал із колекції кафедри гістології, цитології та ембріології Буковинського державного медичного університету. Застосовано комплекс сучасних методів морфологічного дослідження (антропометрія, морфометрія, мікроскопія, тривимірне комп'ютерне реконструювання, статистичний аналіз). Препарати фарбували гематоксиліном та еозином.

Дослідження виконані з дотриманням основних положень Ухвали Першого національного конгресу з біоетики «Загальні етичні принципи експериментів

на тваринах» (2001 р.), ICH GCP (1996 р.), Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997 р.) та про охорону хребетних тварин, що використовують в експериментах та інших наукових цілях (від 18.03.1986 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964-2008 рр.), директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р.

Результати та їх обговорення

На нашому матеріалі встановлено, що на препаратах ембріонів 4,7, 5,0 та 5,5 мм ТКД (4-й тиждень ВУР) визначаються мезодермальні джерела закладок структур та органів сечостатевої системи, які походять із парного сечостатевого гребеня. На межі дорсальної та вентральної частин мезодерми, у так званій проміжній мезодермі, здійснюється закладка сечових каналців. Канальці розташовуються сегментарно і в цілому формують щільну поздовжню масу – нефрогенний тяж. Він простягається паралельно вісі зародка від шийних до крижових сегментів склеротома. Нефрогенний тяж є єдиним джерелом розвитку всіх трьох генерацій нирки. У результаті диференціювання проміжної мезодерми утворюються три відділи: переднирка (пронефрос), середня нирка (мезонефрос – мезонефральні трубочки та мезонефральні протоки) та остаточна нирка (метанефрос).

У зародків 4-го тижня ВУР пронефроси знаходяться на задній стінці вторинної порожнини,

простягаючись уздовж і з боків від аорти та зачатка хребтового стовпа, дещо попереду задніх кардинальних вен. У краніальних відділах переднирок, на відміну від каудальних, виявляються первиннониркові тільця і каналці. На передньо-присередній поверхні первинних нирок виявляються скупчення інтенсивно забарвлених клітин – зачатки статевих залоз. Протоки переднирок простягаються в бічних відділах органів. У каудальному напрямку вони зміщуються присередньо, досягаючи каудального відділу задньої кишки – клоаки.

Наприкінці 4-го тижня ВУР мезонефрос повністю сформований, у ньому визначаються протока та численні звивисті каналці. Один кінець кожного каналця має виріст (мальпігієве тільце), іншим кінцем каналець відкривається у первиннонирковий канал. Із дорсальної стінки вивідної протоки мезонефросу в її каудальній частині виникає з обох сторін випинання, яке є зачатком епітеліальної вистилки сечоводу та ниркової миски (рис. 1). Цей виріст спрямований цефалодорзально, оточений мезенхімою.

Перші ознаки закладки похідних дивертикулу мезонефричної протоки визначаються у зародків людини 5-го тижня ВУР (ембріони 7,0 і 7,5 мм ТКД). Зачаток представлений ампулоподібним сліпим розширенням дивертикулу – первинною закладкою ниркової миски (рис. 2). У цей віковий період на гістологічних препаратах помітне ущільнення мезенхіми, яка оточує нирковий дивертикул, що є джерелом утворення ниркової паренхіми – нефрогенною бластемою.

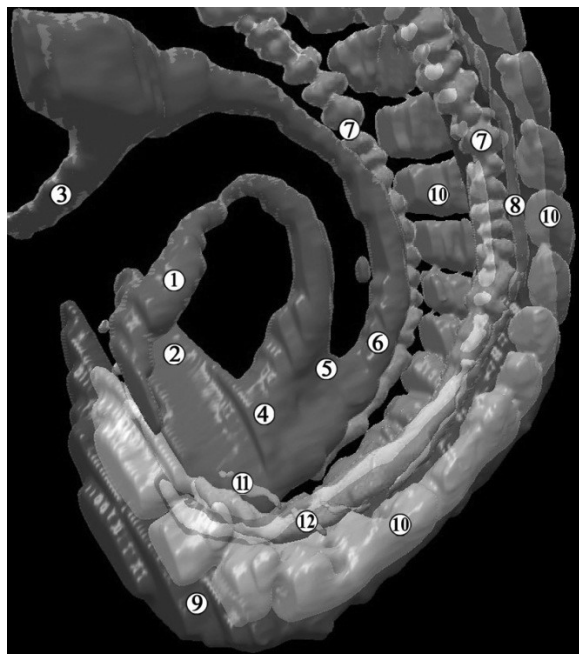


Рис. 1. Тривимірна комп'ютерна реконструкція структур нижньої частини тіла зародка людини 5,0 мм ТКД (кінець 4-го тижня внутрішньоутробного розвитку). Ліва передньо-бічна проекція. Зб. х40:

1 – протока алантоїса; 2 – задня кишка; 3 – жовткова протока; 4 – клоака; 5 – сечо-прямокишкова перегородка; 6 – середня кишка; 7 – мезонефричні каналці та клубочки; 8 – мезонефрична протока; 9 – нервова трубка; 10 – спинномозкові вузли; 11 – протока остаточної нирки; 12 – зачаток сечоводу.



Рис. 2. Сагітальний зріз зародка 7,0 мм ТКД (середина 5-го тижня внутрішньоутробного розвитку).
Забарвлення гематоксиліном та еозином. 3б. х50:

- 1 – зачаток сечоводу; 2 – сліпе ампулоподібне розширення дивертикулу мезонефричної протоки;
3 – мезенхімна закладка ниркової паренхіми (мезонефрична бластема); 4 – каналці та клубочки мезонефросу;
5 – задня кишка; 6 – зачаток хребтового стовпа; 7 – протока алантоїса; 9 – пупкова вена; 10 – зачаток головного мозку; 11 – серце; 12 – дорзальна аорта; 13 – каналці пронефросу; 14 – пупкова артерія.

Починаючи із зародків середини 5-го тижня ВУР, завдяки тривимірному комп'ютерному реконструюванню, визначаються перші топографо-анатомічні особливості зачатка структур остаточної нирки. Зачатки ниркових мисок – парні ампулоподібні сліпі розширення дивертикулу мезонефричної протоки – занурені у метанефричну бластему, яка має форму краплі завдяки верхньому звуженому

кінцю (рис. 3), спрямованому до каудального кінця мезонефросу. Розміри ниркових зачатків у зародка людини 7,5 мм ТКД: верхньо-нижній – $9,4 \pm 0,2$ мкм, поперечний – $4,7 \pm 0,1$ мкм, передньо-задній – $2,1 \pm 0,1$ мкм. Об'єм метанефричної бластемі – $48,65 \pm 0,15$ мкм³. Первинні ниркові ворота спрямовані вентрально, а їхнім вмістом на цьому етапі ВУР є зачатки сечоводів, які відходять із воріт вентро-каудально.

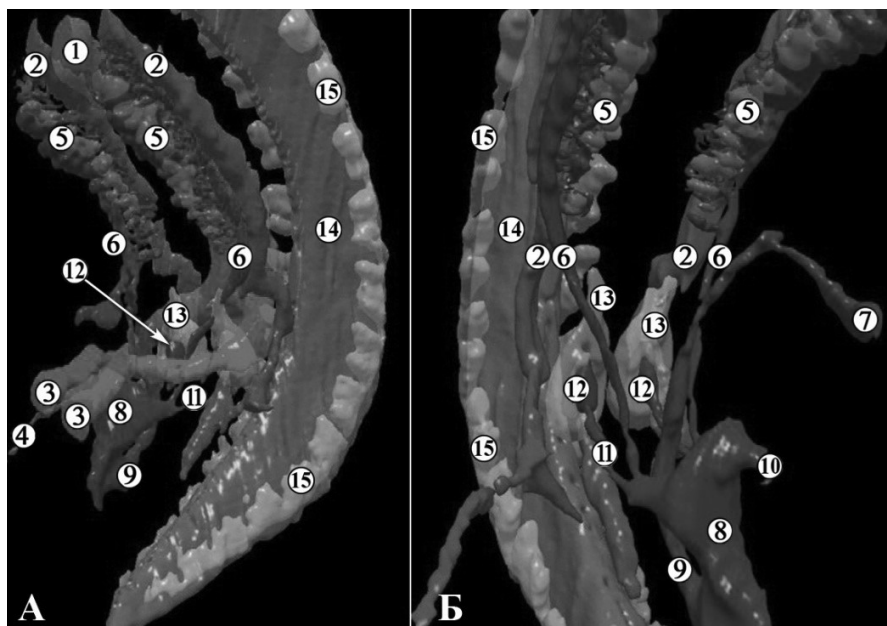


Рис. 3. Тривимірна комп'ютерна реконструкція структур нижньої частини тіла зародка людини 7,5 мм ТКД (середина 5-го тижня внутрішньоутробного розвитку). А – ліва передньо-бічна проекція, Б – права передньо-бічна проекція. 3б. х40:

- 1 – дорзальна аорта; 2 – задня кардинальна вена; 3 – пупкова артерія; 4 – пупкова вена; 5 – мезонефричні каналці та клубочки; 6 – мезонефрична протока; 7 – протока алантоїса; 8 – сечостатева пазуха; 9 – зачаток прямої кишки; 10 – урахус (сечова протока); 11 – сечоводи; 12 – ниркова миска; 13 – ниркова паренхіма;
14 – нервова трубка; 15 – спинномозкові вузли.

Починаючи з кінця 6-го тижня ВУР (зародки 12,0, 13,0 і 13,5 мм ТКД), відбувається випинання стінки сліпого кінця дивертикулу (зачатка ниркової миски) у краніальному та каудальному напрямках, тобто, з'являється закладка великих чашечок. На початку 7-го тижня ВУР (передплоди 14,0 мм ТКД) ці закладки представлені короткими трубочками

з розширеними кінцями (рис. 4). Закладка малих чашечок формується шляхом випинання стінки великих чашечок і з'являється у передплодів 14,0-15,0 мм ТКД (початок 7-го тижня ВУР). Вони мають форму видовжених трубочок, діаметр просвіту яких відрізняється на різних рівнях і становить від 27,0 до 42,0 мкм.

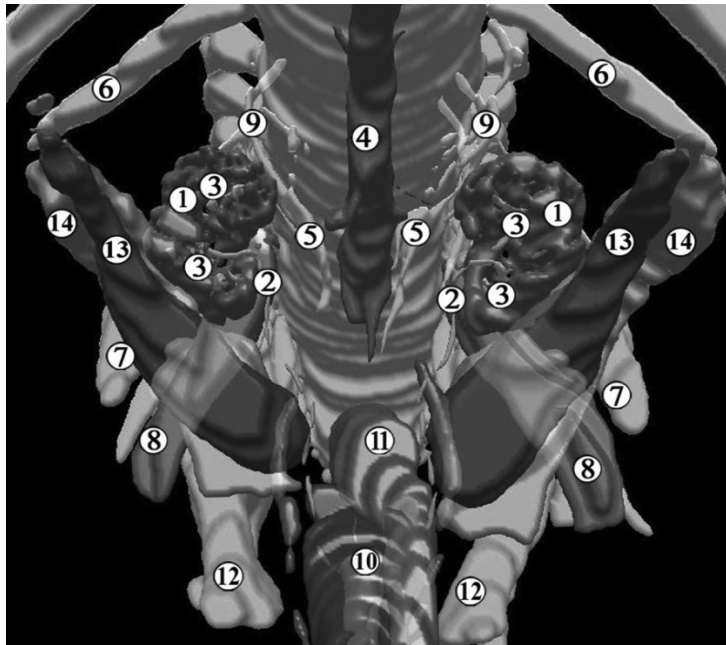


Рис. 4. Тривимірна комп'ютерна реконструкція структур нижньої частини тіла зародка людини чоловічої статі 14,0 мм ТКД (початок 7-го тижня внутрішньоутробного розвитку). Передньо-верхня проекція. Зб. х40:
1 – ниркова паренхіма; 2 – сечовід; 3 – ниркові чашечки; 4 – аорта; 5 – ниркова артерія; 6 – XII ребро; 7 – клубова кістка; 8 – великий поперековий м'яз; 9 – гілки поперекового сплетення; 10 – сечовий міхур; 11 – сигмоподібна ободова кишка; 12 – лобкова кістка; 13 – яєчко; 14 – над'яєчко.

Окремі закладки малих чашечок, видовжуючись, досягають поверхні органа, а за їх ходом визначаються значні розширення просвіту. У цей же період відбувається подальше розгалуження похідних дивертикулу мезонефричної протоки, тобто утворюється закладка сосочкових протоків та збірних трубочок. Кожна трубочка, досягнувши шару метанефрогенних клітин, поділяється зазвичай на три трубочки наступної генерації. У зв'язку з тим, що ці три трубочки нової генерації відходять від попередньої майже під прямим кутом та за своєю довжиною розташовуються вздовж поверхні зачатка органа, прямуючи в різні сторони, на гістологічних зрізах можна виявити одночасно дві з них. Застосування комп'ютерного об'ємного реконструювання за серією послідовних гістологічних зрізів дало змогу впевнитися в тому, що кожне з похідних мезонефричної протоки, врастаючи в товщу метанефрогенних клітин, під час свого поділу дає зазвичай початок трьом трубочкам наступної генерації. Навколо розширеного сліпого кінця кожної трубочки утворюється конденсація метанефрогенних клітин, яка у зародків 16,0 мм ТКД розділяється перетяжкою у вигляді борозни на два ущільнення. Менше з них розташоване ближче до поверхні органа, а більше – до центральної його частини.

Нирки в процесі внутрішньоутробного розвитку переміщуються з місця своєї первинної локалізації у тазу, де джерелом їх кровопостачання є спільна

клубова артерія, краніально до зачатків надниркових залоз, віддаючи власні судини до аорти, які стають нирковими артеріями (рис. 5).

Наше дослідження в цілому узгоджується з сучасними поглядами на морфогенез сечовидільної системи. У більшості наукових джерел вказується на те, що органогенез нирок починається на 6-му тижні ВУР із прогресивним утворенням пронефосу, мезонефросу та кінцевої форми – метанефросу [1, 2]. Однак, за нашими даними, перші ознаки утворення зачатка ниркової миски спостерігається дещо раніше – у середині 5-го тижня ВУР. Цю різницю можна пояснити або розбіжностями у методиках визначення періодів ВУР, або застосуванням нами більш інформативного та сучасного методу морфологічного дослідження – тривимірного комп'ютерного реконструювання. Як запевняють Velichety S. D. et al. [12], які вивчали гістогенез нирок плодів людини від 12-го до 35-го тижнів ВУР, розвиток дефінітивної чи постійної нирки відбувається від епітеліальної евагінації зачатка Вольфової протоки, метанефричної бластими та локального ангиогенного компонента. Ми не виключаємо той факт, що краплеподібна форма зачатка ниркової паренхіми зумовлена більшою концентрацією осередків позаорганного кровотворення біля краніального кінця метанеральної бластими, що ми спостерігали на своїх препаратах.

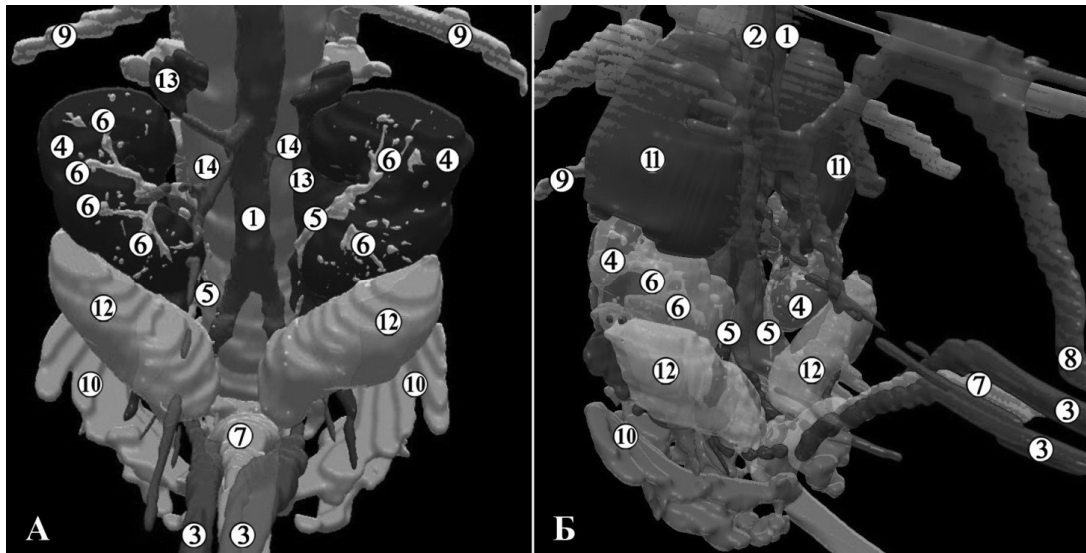


Рис. 5. Тривимірна комп'ютерна реконструкція структур нижньої частини тіла зародка людини чоловічої статі 22,0 мм ТКД (початок 8-го тижня внутрішньоутробного розвитку). А – передня проекція, Б – права передньо-бічна проекція. Зб. х40:

1 – аорта; 2 – нижня порожниста вена; 3 – пупкові артерії; 4 – ниркова паренхіма; 5 – сечовід; 6 – ниркові чашечки; 7 – сечовий міхур; 8 – пупкова вена; 9 – XII ребро; 10 – клубова кістка; 11 – надниркова залоза; 12 – яєчко; 13 – великий поперековий м'яз.

Висновки

1. На препаратах ембріонів 4,7-5,5 мм ТКД (4-й тиждень ВУР) визначаються мезодермальні джерела закладок структур та органів сечостатевої системи, які походять з парного сечостатевого гребеня. На межі дорсальної та вентральної частин мезодерми, у проміжній мезодермі, здійснюється закладка сечових каналців, які формують нефрогенний тяж – єдине джерело закладки всіх трьох генерацій нирки. Наприкінці 4-го тижня ВУР із дорсальної стінки вивідної протоки мезонефросу в її каудальній частині виникає з обох сторін випинання, яке є зачатком епітеліальної вистилки сечоводу та ниркової миски.

2. Закладка ниркової миски вперше спостерігається на 5-му тижні ВУР (зародки 7,0-7,5 мм ТКД), великих чашечок – наприкінці 6-го тижня ВУР (зародки 12,0-13,5 мм ТКД), малих чашечок – на початку 7-го тижня ВУР (передплоди 14,0-15,0 мм ТКД).

3. Нирки у процесі внутрішньоутробного розвитку переміщуються з місця своєї первинної локалізації у тазу, де джерелом їх кровопостачання є спільна клубова артерія, краніально до зачатків надниркових залоз, віддаючи власні судини до аорти, які стають нирковими артеріями.

Перспективи подальших досліджень

Вважаємо за доцільне у подальших дослідженнях деталізувати та систематизувати дані про особливості синтопії чашечко-мискової системи нирки з внутрішньоорганими кровоносними судинами в передплодовому періоді розвитку людини.

Список літератури

1. McBride JM. Embryology, anatomy, and histology of the kidney. In: Hansel DE, Kane CJ, Paner GP, Chang SS, editors. *The Kidney. A Comprehensive Guide to Pathologic Diagnosis and Management*. New York: Springer; 2016, p. 1-18.

Клінічна та експериментальна патологія. 2022. Т.21, № 3 (81)

- Ram KS, Sharma A, Sharma M, Goel N, Sahni D. Histogenesis of fetal kidney in fetuses of different gestational age groups. *J Anat Sciences*. 2015;23(1):1-4.
- Diniz ALL, Rodrigues NCP, Sampaio FJ, Favorito LA. Study of the renal parenchymal volume during the human fetal period. *Int Braz J Urol*. 2019;45(1):150-60. doi: 10.1590/s1677-5538.ijbu.2018.0538
- Bjelakovic MD, Vlajkovic S, Petrovic A, Bjelakovic M, Antic M. Stereological study of developing glomerular forms during human fetal kidney development. *Pediatr Nephrol*. 2018;33(5):817-25. doi: 10.1007/s00467-017-3874-2
- Al-Harbi A, Winyard P. Anatomy, applied embryology, and pathogenesis of congenital anomalies of the kidney and urinary tract. In: Barakat AJ, Rushton YG, editors. *Congenital Anomalies of the Kidney and Urinary Tract. Clinical Implications in Children*. Cham: Springer; 2016, p. 15-27.
- Solanke K, Bhatnagar R, Dibyajyoti B. To study the sequence of microscopic changes occurring during development of kidney in 12wk-35wk human fetuses. *International Journal of Current Research*. 2017;9(8):55808-13.
- Возіанов СО, Сайдакова НО, Григоренко ВМ, Онишук АП, Ониськів ОО. Первинна, загальна захворюваність, смертність від основних хвороб органів сечостатевої системи в аспекте діяльності ДУ «Інститут урології НАМН України». *Урологія*. 2015;19(3):15-28.
- Satyapal KS. The renal veins: a review. *Eur J Anat*. 2003;7(S 1):43-52.
- Liff I, Bromley B. Fetal Anatomic Imaging Between 11 and 14 Weeks Gestation. *Clin Obstet Gynecol*. 2017;60(3):621-35. doi: 10.1097/grf.0000000000000296
- Solanke K, Bhatnagar R. Microscopic changes occurring during development of kidney in 12 to 35 week human fetuses. *Journal of the Anatomical Society of India*. 2016;2(65): S82.
- Hosapatha H, Bangera H, D'Souza A, Das A, Supriya, D'Souza AS, et al. Histological differentiation of human fetal kidney. *International Archives of Integrated Medicine*. 2015;2(7):49-54.
- Velichety SD, Thyagaraju K, Vishnubhotla SK, Kumar BR. Chronology of nephrogenic events in staged aborted human embryos and fetuses. *Int J Anat Res*. 2019;7(1.1):6026-34. doi: 10.16965/ijar.2018.369

ISSN 1727-4338 <https://www.bsmu.edu.ua>

References

1. McBride JM. Embryology, anatomy, and histology of the kidney. In: Hansel DE, Kane CJ, Paner GP, Chang SS, editors. The Kidney. A Comprehensive Guide to Pathologic Diagnosis and Management. New York: Springer; 2016, p. 1-18.
2. Ram KS, Sharma A, Sharma M, Goel N, Sahni D. Histogenesis of fetal kidney in fetuses of different gestational age groups. J Anat Sciences. 2015;23(1):1-4.
3. Diniz ALL, Rodrigues NCP, Sampaio FJ, Favorito LA. Study of the renal parenchymal volume during the human fetal period. Int Braz J Urol. 2019;45(1):150-60. doi: 10.1590/s1677-5538.1bju.2018.0538
4. Bjelakovic MD, Vlajkovic S, Petrovic A, Bjelakovic M, Antic M. Stereological study of developing glomerular forms during human fetal kidney development. Pediatr Nephrol. 2018;33(5):817-25. doi: 10.1007/s00467-017-3874-2
5. Al-Harbi A, Winyard P. Anatomy, applied embryology, and pathogenesis of congenital anomalies of the kidney and urinary tract. In: Barakat AJ, Rushton YG, editors. Congenital Anomalies of the Kidney and Urinary Tract. Clinical Implications in Children. Cham: Springer; 2016, p. 15-27.
6. Solanke K, Bhatnagar R, Dibyajyoti B. To study the sequence of microscopic changes occurring during development of kidney in 12wk-35wk human fetuses. International Journal of Current Research. 2017;9(8):55808-13.
7. Vozianov SO, Saidakova NO, Hryhorenko VM, Onyschuk AP, Onys'kiv OO. Pervynna, zahal'na zakhvoriuvanist', smertnist' vid osnovnykh khvorob orhaniv sechostatevoi systemy v aspekte diial'nosti DU «Instytut urolohii NAMN Ukrainy» [Primary, general morbidity, mortality from the main diseases of the genitourinary system in the aspect of the activity of the State University «Institute of Urology of the National Academy of Sciences of Ukraine»]. Urolohiia. 2015;19(3):15-28. (in Ukrainian)
8. Satyapal KS. The renal veins: a review. Eur J Anat. 2003;7(S 1):43-52.
9. Liff I, Bromley B. Fetal Anatomic Imaging Between 11 and 14 Weeks Gestation. Clin Obstet Gynecol. 2017;60(3):621-35. doi: 10.1097/grf.0000000000000296
10. Solanke K, Bhatnagar R. Microscopic changes occurring during development of kidney in 12 to 35 week human fetuses. Journal of the Anatomical Society of India. 2016;2(65): S82.
11. Hosapatha H, Bangera H, D'Souza A, Das A, Supriya, D'Souza AS, et al. Histological differentiation of human fetal kidney. International Archives of Integrated Medicine. 2015;2(7):49-54.
12. Velichety SD, Thyagaraju K, Vishnubhotla SK, Kumar BR. Chronology of nephrogenic events in staged aborted human embryos and fetuses. Int J Anat Res. 2019;7(1.1):6026-34. doi: 10.16965/ijar.2018.369

Відомості про авторів:

Цигикало О. В. – д. мед. н., професор, завідувач кафедри гістології, цитології і ембріології, Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна.

E-mail: tsyhykalo.olexandr@bsmu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2302-426X>

Андрущак Л. А. – асистент кафедри гістології, цитології і ембріології, Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна.

E-mail: andrushchak.liudmyla@bsmu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6408-431X>

Владиченко К. А. – к. мед. н., асистент кафедри урології та нейрохірургії, Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна.

E-mail: vladychenko75@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5523-8735>

Галиш І. В. – асистент кафедри гістології, цитології і ембріології, Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна.

E-mail: halysh.iryana@bsmu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1696-494X>

Information about the authors:

Tsyhykalo O. V. – doctor of medical sciences, professor, Head of Department of Histology, Cytology and Embryology, Bukovynian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

E-mail: tsyhykalo.olexandr@bsmu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2302-426X>

Andrushchak L. A. – assistant of the Department of Histology, Cytology and Embryology, Bukovynian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

E-mail: andrushchak.liudmyla@bsmu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6408-431X>

Vladychenko K. A. – Candidate of Medical Sciences, assistant of the Department of Urology and Neurosurgery, Bukovynian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

E-mail: vladychenko75@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5523-8735>

Galysh I. V. – Assistant of the Department of Histology, Cytology and Embryology, Bukovynian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

E-mail: halysh.iryana@bsmu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1696-494X>

Стаття надійшла до редакції 13.07.2022

© О. В. Цигикало, Л. А. Андрущак, К. А. Владиченко, І. В. Галиш
Клінічна та експериментальна патологія. 2022. Т.21, № 3 (81)