

УДК: 611.44.013.018-053.13  
DOI: 10.24061/2413-4260. XIV.3.53.2024.18

ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗВИТКУ  
ТА СТАНОВЛЕННЯ ЕМБРІОТОПОГРАФІЇ  
ЩИТОПОДІБНОЇ ТА ПРИЩИТОПОДІБНИХ  
ЗАЛОЗ У ПЕРЕДПЛОДІВ ЛЮДИНИ 7-9 ТИЖНІВ

Л. Я. Лопушняк, Н. Б. Кузняк,  
О. М. Бойчук, А. В. Бамбуляк,  
Р. О. Сухоносів<sup>1</sup>

Буковинський державний медичний університет  
(м. Чернівці, Україна)  
Харківський національний медичний університет<sup>1</sup>  
(м. Харків, Україна)

### Резюме

У статті наведено особливості розвитку та становлення варіантів зовнішньої форми й топічного розташування щитоподібної та прищитоподібних залоз у передплодів людини 7-9 тижнів.

**Мета дослідження:** виявити закономірності розвитку й становлення ембріотопографічних взаємовідношень щитоподібної та прищитоподібних залоз впродовж 7-9 тижня внутрішньоутробного розвитку людини.

**Матеріал та методи дослідження.** Дослідження проведено за допомогою комплексу морфологічних методів на 42 препаратах передплодів людини без зовнішніх ознак анатомічних відхилень чи аномалій розвитку, які було використано з музеїв кафедри анатомії людини імені М. Г. Туркевича та кафедри анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії закладу вищої освіти Буковинського державного медичного університету.

**Результати дослідження та їх обговорення.** У результаті проведеного дослідження встановлено, що у передплодів людини 14,0-17,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД) відбуваються інтенсивні процеси органогенезу щитоподібної залози: виокремлення часток залози, втрата зв'язку з дугою аорти та встановлення тісних корелятивних взаємовідношень із зачатком гортані та блукаючими нервами, внаслідок чого щитоподібна залоза набуває форми півкільця. У передплодів 18,0-24,0 мм ТКД виявлено відмежування перешийка від бічних часток щитоподібної залози, що передусім зумовлено інтенсивним ростом дуги перснеподібного хряща, спостерігається поступова зміна форми залози на Н-подібну та фрагментація каудального відділу щито-язикового тяжа. У передплодів 29,5-31,0 мм ТКД відзначено початок фолікулогенезу та зміна форми щитоподібної залози на підковоподібну. У 9-тижневих передплодів чітко виявляються індивідуальні варіації зовнішньої форми щитоподібної залози: у вигляді півкільця, літери «Н» та підковоподібна, проте у паренхімі щитоподібної залози, особливо у центрі, ще наявні ділянки недиференційованої епітеліальної тканини.

**Висновки.** Впродовж 7-9 тижнів внутрішньоутробного розвитку людини спостерігається ускладнення структурної організації зачатків щитоподібної та прищитоподібних залоз, між ними встановлюються тісні ембріотопографічні взаємовідношення. Посилюється васкуляризація та відбувається формування сполучнотканинних капсул щитоподібної та прищитоподібних залоз, при цьому їхні лінійні розміри швидко збільшуються.

**Ключові слова:** щитоподібна залоза; розвиток; ембріотопографія; 3-D реконструювання; передплід; людина.

### Вступ

В умовах щорічного зросту ендокринологічної патології серед дітей та дорослого населення України детальне вивчення закладки, розвитку та становлення варіацій топографії залоз внутрішньої секреції є надзвичайно значущим. Знання вікових особливостей будови та топографо-анатомічних взаємовідношень щитоподібної залози (ЩЗ) має важливе практичне значення, особливо при проведенні сучасних методів прижиттєвої візуалізації органів й структур та розробці раціональних оперативних доступів в передній шийній ділянці [1]. Підґрунтям для пошуку та розробки нових ефективних методів хірургічного лікування ЩЗ і прищитоподібних залоз (ПЩЗ) є глибокі знання про їхню варіантну анатомію [2]. При цьому, висока ефективність хірургічного методу лікування може бути досягнута тільки шляхом різнобічного топографо-анатомічного обґрунтування з урахуванням особливостей розвитку й форм анатомічної мінливості не тільки ЩЗ, але й суміжних з нею фасціально-м'язових та судинно-нервових утворень ділянки шиї у різні періоди життя людини [3, 4]. Активне впровадження анте- та перинатальної профілактики уроджених вад розвитку внутрішніх органів потребує сучасних підходів та методів дослідження

внутрішньоутробного розвитку (ВУР). Антенатальна діагностика, терапія, хірургічна корекція та профілактика патологій плода – найбільш суттєвий компонент репродуктивної стратегії та перинатології [5, 6].

Для вивчення раннього періоду онтогенезу людини, дослідження та ідентифікації структур препаратів зародків, органокомплексів передплодів і певних структур плодів тривимірне комп'ютерне реконструювання є особливо цінним методом морфологічного дослідження [7]. Мікроскопічні розміри органів й структур зародків і передплодів, технічно дозволяють залити їх в один парафіновий блок та, в анатомічній послідовності за серійними зрізами, реконструювати з подальшим детальним вивченням форми й синтопії [8]. Впродовж останніх десятиліть тривимірне комп'ютерне реконструювання анатомічних структур стало класичним методом морфологічного дослідження [9], який використовують для відтворення та вивчення форми мікроскопічних структур, а також у тих випадках, коли препарування є неефективним або неможливим через значно малі розміри або ж тісну синтопію окремих органів й структур [10]. 3D-реконструювання є інформативним та об'єктивним методом морфологічного дослідження, який полягає у перетворенні серії послідовних зрізів (гістологічних,

макроскопічних, анатомічних розпилів) у віртуальне об'ємне (цифрове) зображення, яке можна вивчати в різних проекціях та вимірювати об'єм, площу, діаметри, зберігати, копіювати, редагувати [11]. Тому, вивчення пренатального морфогенезу та хронологічної послідовності становлення ембріотопографічних взаємовідношень ЩЗ та ПЩЗ за допомогою комплексу методів морфологічного дослідження є актуальним напрямком розвитку сучасної перинатології [12, 13].

**Мета дослідження.** Виявити закономірності розвитку й становлення ембріотопографічних взаємовідношень щитоподібної та прищитоподібних залоз впродовж 7-9 тижня внутрішньоутробного розвитку людини.

### Матеріали і методи

Дослідження виконано з використанням комплексу морфологічних методів на 42 препаратах ембріонів людини без зовнішніх ознак анатомічних аномалій або порушень розвитку.

Загальна кількість передплодів 7 тижнів ВУР (14,0-20,0 мм ТКД) була 14, 8-тижневих (21,0-30,0 мм ТКД) – 15 та передплодів 9 тижнів ВУР (31,0-41,0 мм ТКД) – 13. Матеріал був розподілений на вікові групи відповідно до періодичної класифікації онтогенезу людини та класифікації періодів УРМ [14]. Вік досліджуваних визначали за зведеною таблицею Б. М. Петтена [15] на основі вимірювань ТКД. У дослідженні використовували ембріональні зразки людини з музейних колекцій кафедри анатомії людини ім. М. Г. Туркевича та кафедри анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії Буковинського державного медичного університету. Для проведення дослідження використано наступні методи: макромікроскопічний – для з'ясування форми, особливостей зовнішньої будови ЩЗ і ПЩЗ у передплодовому періоді розвитку людини; гістологічний – для дослідження будови ЩЗ і ПЩЗ; комп'ютерне тривимірне реконструювання – для з'ясування форми та синтопічних взаємовідношень ЩЗ і ПЩЗ, отримання цифрових морфометричних даних; морфометричний – для отримання кількісних характеристик. Для вивчення просторової будови та ембріотопографії ЩЗ та ПЩЗ з кожної серії гістотопографічних зрізів виготовляли тривимірні комп'ютерні моделі. Побудову тривимірного комп'ютерного зображення виконували вручну за допомогою графічного маніпулятора Wascom, потім здійснювали поверхневий рендерінг. Він передбачає окреслення анатомічної структури на кожному зрізі певним кольором, що дозволяє чітко уявити їхню форму, розташування, розміри тощо. Крім того, можна проводити морфометричні вимірювання, такі як вимірювання розмірів, кутів, площі та об'єму, з надзвичайною точністю. Одночасно з гістологічними зразками виготовлялися 3D комп'ютерні реконструкції органів і структур шийки матки за певним алгоритмом і серією операцій [7,16]. Дослідження виконані з дотриманням «Правил естетичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013), ICH GCP (1996), (journal. amnu.gov.ua) Директиви ЄЕС № 609 від 24.11.1986 року, наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 року, № 944

від 14.12.2009 року, № 616 від 03.08.2012 року. Комісія з питань біомедичної етики Буковинського державного медичного університету порушень етичних та морально-правових норм при проведенні дослідження не виявлено (протокол № 6 від 24.06.2022 р.). Робота виконувалася в рамках ініціативної науково-дослідної роботи кафедр анатомії людини ім. М. Г. Туркевича та анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії «Особливості морфогенезу та топографії органів і систем в пре- та постнатальному періодах онтогенезу людини» (№ держреєстрації 0115U002769).

### Результати дослідження та їх обговорення

Інтенсивний розвиток зачатків ЩЗ та прилеглих органів і структур ший спостерігається на початку внутрішньоутробного етапу онтогенезу людини; на фронтальних зрізах плодів ТКД 14,0-14,5 мм м'язи ший визначаються нечітко. Зачаток щитоподібної залози щільно прилягає до хрящового зачатка гортані та трахеї, контури щитоподібного та перснеподібного хрящів нечітко визначаються у плодів ТКД 14,0-15,5 мм (рис. 1), а у плодів ТКД 19,0-19,5 мм хрящі гортані зморщені. Ліва частка щитоподібної залози зазвичай прилягає допластинки лівого щитоподібного хряща на внутрішній поверхні, до лівого блукаючого нерва лівої загальної сонної артерії на зовнішній поверхні до первинних лівих верхньої і нижньої щитоподібних залоз на задній поверхні. Права частка щитоподібної залози прилягає до правої пластинки щитоподібного хряща, а правий блукаючий нерв проходить паралельно її зовнішній поверхні. Нижній край правої частки щитоподібної залози прилягає до правої щитоподібної залози. Увігнута внутрішня поверхня першийка первинної щитоподібної залози щільно прилягає до щитоподібного хряща гортані та двох верхніх хрящів трахеї. У плодів з КТР 14,5-16,0 мм первинна щитоподібна залоза представлена тяжем, утвореним з декількох рядів епітеліальних клітин. Судинна мезенхіма проникає в товщу епітеліальної пластинки і ділить її на окремі острівці; у плодів з ТКД 16,5-17,5 мм щитоподібна залоза складається зі значної кількості тяжів та острівців різної форми: круглої, овальної, витягнутої та переплетеної між собою (рис. 2). Товщина острівців і смуг досягає  $105 \pm 5$  мкм. Між острівцями знаходиться інтерстиціальна мезенхіма з великими кровоносними судинами. Першийок первинної щитоподібної залози представлений епітеліальними тяжами різної форми і розмірів, які оточені густою мережею капілярів, що містять компоненти крові. На цьому етапі розвитку гортанний нерв поділяється на дві гілки. Одна з них більш помітна і прямує до первинної гортанної ділянки, тоді як інша має менший діаметр і проникає в первинну стравохідну ділянку.

Хрящовий скелет гортані диференційований. Перснеподібний хрящ представлений лівою та правою пластинками, які розділені прошарком мезенхіми. Між верхнім кутом перснеподібного хряща і задніми краями правої і лівої пластинок проходять правий і лівий верхні гортанні нерви. Дуга щитоподібного хряща має форму кільця і з'єднана з низькою передньою пластинкою; на цій стадії ГРС передньо-задня амплітуда первинних рухів гортані помітно збільшена.

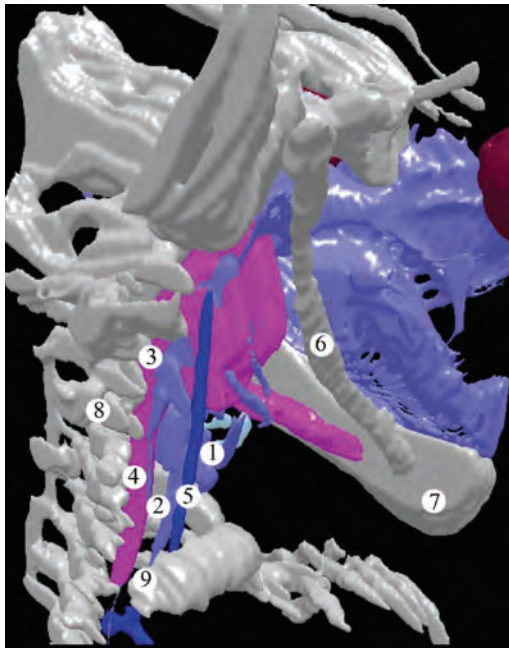


Рис. 1. Реконструкція органів та структур шиї передплода людини 15,0 мм ТКД. Права бічна проекція. Комп'ютерна тривимірна модель. Зб. 10<sup>×</sup>:

- 1 – зачаток гортані; 2 – зачаток трахеї;
- 3 – зачаток глотки; 4 – зачаток стравоходу;
- 5 – права внутрішня яремна вена; 6 – хрящ Меккеля; 7 – зачаток нижньої щелепи;
- 8 – хребет; 9 – ключиця.

Зачаток лівої верхньої ПЩЗ має овальну форму, розміщується між зовнішньою поверхнею зачатка ЩЗ, лівим блукаючим нервом та лівою загальною сонною артерією. Дещо краніальніше зачатка лівої верхньої ПЩЗ розміщується зачаток лівої нижньої ПЩЗ. Висота зачатка лівої верхньої ПЩЗ становить  $150 \pm 6$  мкм, ширина –  $110 \pm 4$  мкм, товщина –  $95 \pm 5$  мкм. Унаслідок диференціювання внутрішньої структури зачатка ЩЗ та під дією росту суміжних органів та структур, відбувається зміна



Рис. 2. Фронтальний зріз передплода людини 16,5 мм ТКД. Забарвлення за Ван Гізон. Фото мікропрепарату. Об. 8, ок. 7:

- 1 – зачаток щитоподібної залози; 2 (www.ifnmu.edu.ua) – щито-язиковий тяж;
- 3 – ротоглотка; 4 – язик; 5 – м'язи шиї;
- 6 – ключиця; 7 – серце; 8 – зачаток легені;
- 9 – зачаток трахеї; 10 – зачаток стравоходу.

форми ЩЗ. На даній стадії розвитку людини зачаток ЩЗ переважно набуває форми півкільця. У плодів з ТКД 17,5-20,0 мм передньо-задній розмір первинної частини щитоподібного хряща дещо збільшений, внаслідок чого його пластинка та дуга виступають допереду від первинної частини трахеї (рис. 3). Передньо-задній розмір від дуги перснеподібного хряща до порожнини гортанної частини перснеподібного хряща становить  $830 \pm 10$  мкм. Груба поверхня під'язикової кістки помітно збільшена.

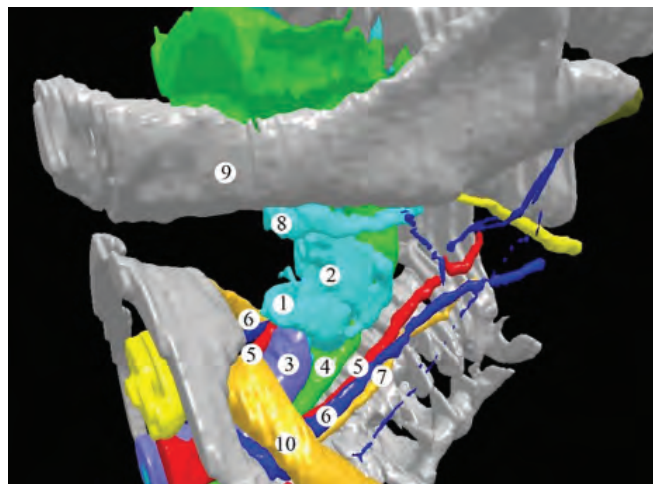


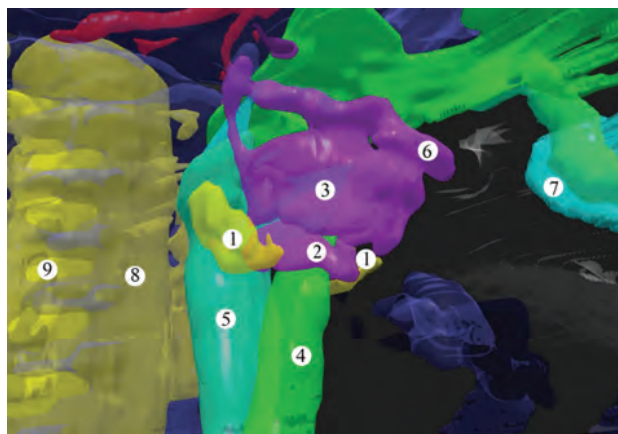
Рис. 3. Реконструкція органів та структур шиї передплода людини 18,0 мм ТКД. Ліва бічна проекція. Комп'ютерна тривимірна модель. Зб. 8<sup>×</sup>:

- 1 – зачаток перснеподібного хряща; 2 – зачаток щитоподібного хряща; 3 – зачаток трахеї;
- 4 – зачаток стравоходу; 5 – загальні сонні артерії; 6 – внутрішні яремні вени; 7 – блукаючі нерви;
- 8 – зачаток під'язикової кістки; 9 – зачаток нижньої щелепи; 10 – ключиця.

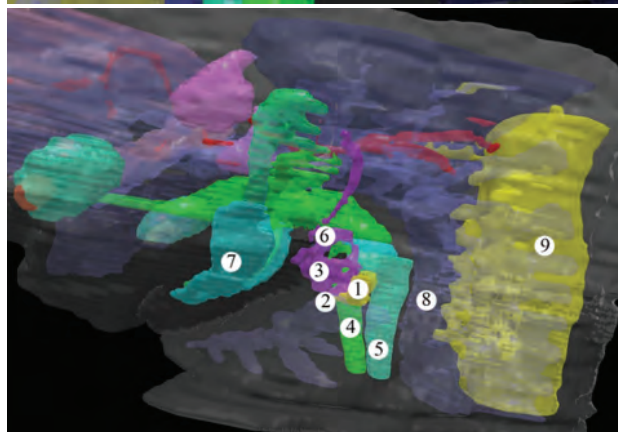
Передлід на цьому етапі має добре виражений хрящовий скелет гортані, зокрема надгортанник і щитоподібний хрящ. Також чітко окреслені контури зачатків трахеї. У ділянці перснеподібного хряща та щитоподібного хряща знаходиться нервово сплетення, яке з'єднується з верхнім шийним вузлом симпатичного стовбура. Зачаток щитоподібної залози складається з бічних часток і перешийка. Ріст дуги щитоподібного хряща відокремлює перешийок від правої та лівої часток первинної щитоподібної залози, остання нагадує літеру Н. У плодів з ТКД 17,0-18,0 мм дослідження гістологічної структури тиреоїдного примордія виявили, що тиреоїдна тканина представлена острівцем мезенхіми та епітеліального тяжа. Ширина тяжів коливається від  $40 \pm 4$  до  $110 \pm 5$  мкм. Між тяжами залягає мережа капілярів. Навколо тиреоїдного примордія починає формуватися сполучнотканинна капсула, у плодів з ТКД 19,0 і 20,0 мм щитоподібна залоза набуває губчастої структури, а тиреоїдна тканина заповнюється міжсудинною мезенхімою. Спостерігається подальше трабекулярне розділення та формування острівців, збільшуються міжострівцеві проміжки. У передплодів 21,0-30,0 мм ТКД процес формування острівців ЩЗ проходить внаслідок подальшого ускладнення будови тяжів. Тканина ЩЗ представлена значною кількістю переплетених між собою вузьких щільних епітеліальних тяжів. На цій стадії ВУР у щитоподібній залозі з'являється перший поодинокий пухирець: у плодів з ТКД 24,0-26,0 мм щитоподібна залоза зміщується каудально і прикріплюється до передньобочкової стінки трахеї. Права і ліва частки щитоподібної залози помітно збільшуються і прилягають до трахеї, при цьому перешийок щитоподібної залози вже чітко відокремлюється від них. Верхній край правої частки щитоподібної залози знаходиться трохи каудальніше верхнього краю лівої частки щитоподібної залози. Щитоподібна залоза має дві площини: опуклу (передньолатеральну) та увігнуту (задньомедіальну). Права частка щитоподібної залози має висоту  $1,0 \pm 0,1$  мм, ширину  $454 \pm 10$  мкм і товщину  $920 \pm 10$  мкм: розміри лівої частки щитоподібної залози становлять  $820 \pm 8$ ,  $470 \pm 6$  і  $900 \pm 10$  мкм відповідно. Перешийок щитоподібної залози має висоту  $200 \pm 5$  мкм, ширину  $430 \pm 6$  мкм і товщину  $460 \pm 6$  мкм. За формою щитоподібна залоза нагадує літеру «Н» алфавіту, а внутрішня частина щитоподібної залози щільно заповнена капілярами, наповненими кров'ю. По периферії щитоподібної залози можна візуалізувати значну кількість великих кровоносних судин. На сагітальному розрізі плода на цьому етапі спостерігається зменшення та фрагментація щитоподібної залози, причому фрагмент розташовується вентрально до тіла під'язикової кістки. Рідко на вентральній і каудальній сторонах тіла під'язикової кістки також виявляються частки щитовидної залози, які з'єднані сполучною тканиною. Під'язикова кістка велика і виступає вперед, відтісняючи щитоподібну залозу вентрально. Спостерігаються зміни топографо-анатомічного відношення структури шийних судинно-нервових пучків до зовнішньої поверхні щитоподібної залози: правий і лівий загальна

сонна артерія тісно прилягає до зовнішньої поверхні лівої та правої часток щитоподібної залози і, на відміну від попередньої стадії ВУР, розташована спереду від лівого та правого блукаючих нервів. У плода з ТКД 25,5 мм щитоподібна залоза представлена ізольованими частками з обох боків, що прилягають до зовнішньої сторони щитоподібного та перснеподібного хрящів (рис. 4). На цьому етапі розвитку збільшується вертикальний розмір щитоподібного та перснеподібного хрящів і значно ускладнюється будова гортані. Дуга щитоподібного хряща виступає спереду за межі перешийка щитоподібної залози. Розміри перснеподібного хряща складають  $280 \pm 5$  мкм у висоту,  $890 \pm 10$  мкм у ширину і  $200 \pm 4$  мкм у товщину. Розміри пластинки перснеподібного хряща становлять  $-710 \pm 10$  мкм у висоту,  $-660 \pm 8$  мкм у ширину і  $-880 \pm 9$  мкм у товщину. Тканина щитоподібної залози інтенсивно заповнена міжсудинною мезенхімою. Відбувається процес поділу тиреоїдного тяжа на дрібніші, тонші трабекули, розмір яких зменшується в 10-14 разів порівняно з попередніми стадіями розвитку. При цьому, внаслідок подальшого росту і розгалуження судинної мезенхіми, спонгіози зміщуються одна від одної на відстань  $180 \pm 10$  мкм. Процес формування волокон і острівців закінчується появою поодиноких пухирців, що знаменують перехід до наступної стадії розвитку ЩЗ. Права і ліва ЩЗ розташовуються в паренхімі правої і лівої часток щитоподібної залози відповідно, а їх розміри збільшуються майже вдвічі: у плодів з ТКД 30,0-34,0 мм додаткові частки щитоподібної залози виявляються не тільки праворуч і ліворуч від середньої лінії на зовнішній поверхні хрящової пластинки щитоподібної залози, а й попереду і нижче під'язикової кістки. Під'язикова кістка ще більше виступає вперед і відтісняє щитоподібні зв'язки в краніальному напрямку. Також одночасно проходять процеси росту дуги перснеподібного хряща, яка, в свою чергу, відтісняє допереду каудальний відділ щито-язикового тяжа.

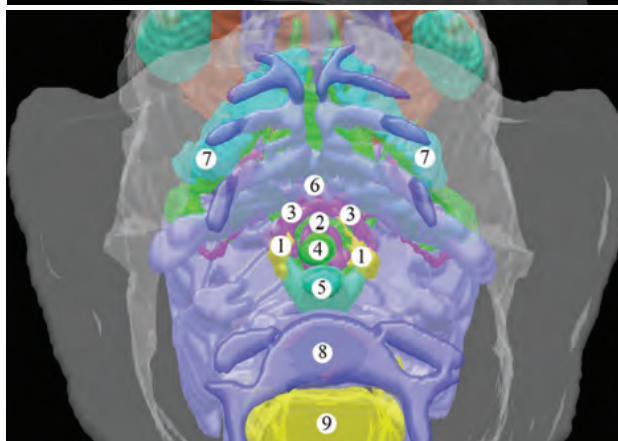
У 8-тижневих передплодів ЩЗ складається з вузького перешийка, правої та лівої часток та півкілцем охоплює передньо-бічну поверхню верхніх двох хрящів трахеї. Тиреоїдна тканина представлена численними переважно округлими острівцями різного діаметру ( $60 \pm 2$  мкм,  $130 \pm 5$  мкм і  $202 \pm 6$  мкм). В ділянці правої та нижнього кінця лівої частки щитоподібної залози диференціюються фолікули діаметром  $11 \pm 5$  мкм. На горизонтальних зрізах плодів цього віку щитоподібна залоза прилягає до зовнішнього боку щитоподібного хряща, у плодів з ТКД 34,5-36,0 мм визначається пірамідальна частка та додаткові частки щитоподібної залози. Пірамідальна частка щитоподібної залози зазвичай складається з двох частин: перша частина відходить вгору від правої частки щитоподібної залози через дугу щитоподібного хряща; друга частина є продовженням пірамідальної частки, переривається в ділянці щитоподібного хряща і тягнеться до передньої частини щитоподібного хряща, не доходячи до вирізки щитоподібного хряща. У плодів з ТКД 38,0-40,0 мм щитоподібна залоза збільшена, асиметрична, напівкругла над перснеподібним хрящем та верхнім хрящем трахеї.



A (www.ifnmu.edu.ua)



Б (www.ifnmu.edu.ua)



В

**Рис. 4.** Тривимірна реконструкція органів та структур шії передплота людини 25,5 мм ТКД.

Права передньо-бічна (А), ліва задньо-бічна (Б) та нижня (В) проєкції. Зб. 9<sup>×</sup>:

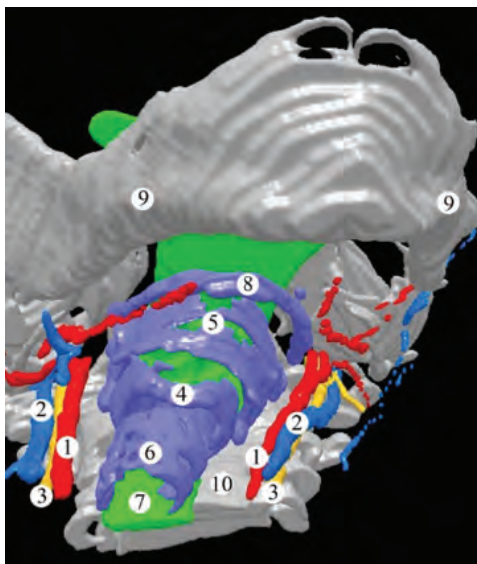
- 1 – щитоподібна залоза; 2 – перснеподібний хрящ; 3 – щитоподібний хрящ; 4 – трахея;  
5 – стравохід; 6 – під'язикова кістка; 7 – нижня щелепа; 8 – хребет; 9 – спинний мозок.

Права та ліва частки щитоподібної залози чітко окреслені, розташовані під дугою щитоподібного хряща, значно виступають допереду та проходять через перешийок майже під прямим кутом. Верхні кінці правої та лівої часток щитоподібної залози прилягають до нижніх кінців правої та лівої пластинок щитоподібного хряща, причому нижній кінець досягає рівня третього перстнеподібного хряща. Тканина щитоподібної залози складається з острівців і трабекул різної форми. Великі острівці розташовані по периферії щитоподібної залози, але не зовсім прилягають один до одного. Усередині щитоподібної залози знаходяться дрібніші острівці і спонгіози, які щільно прилягають один до одного і оточені густою мережею капілярів. Великі судини розташовані біля нижнього краю правої і лівої

часток щитовидної залози і біля перешийка. Клітини, що вистилають стінку фолікула, зазвичай мають циліндричну форму, висоту  $8 \pm 1$  мкм і ширину  $6 \pm 1$  мкм. Просвіт фолікула заповнений колоїдом. Перитиреоїдна сполучнотканинна капсула ще не сформована. На цій стадії розвитку людини голова вигнута і близько розташована до грудної клітки. Ембріотопографічні взаємовідносини такі, що щитоподібний хрящ, хрящі трахеї, перешийок, нижній щитоподібний хрящ і щитоподібна залоза розташовані ззаду від ключиці і грудни. Щитоподібна залоза точно прилягає до лівої і правої загальних сонних артерій і блукаючого нерва і росте головкою вздовж цих судин так, що більша її частина лежить спереду від відповідних артерій і нервів. ПЩЗ розташовані на задній зовнішній поверхні

правої та лівої часток щитовидної залози. Гортань утворена хрящами, подібними за формою до перснеподібного. Перснеподібний хрящ лежить над трахеєю і має більші розміри, ніж у плодів попередніх вікових груп. Дуга щитоподібного хряща виступає спереду над перешийком щитоподібної залози. Перснеподібний хрящ представлений двома чотирикутними асиметричними пластинками, які з'єднуються між собою спереду і широко розходяться ззаду, не закриваючи

виступаючі пластинки щитоподібного хряща; у плода з ТКД 39,0 мм у правому судинно-нервовому пучку ший загальна сонна артерія розташована медіально, внутрішня яремна вена відходить від неї латерально, блукаючий нерв – ззаду, ці розташовані в щілині між цими судинами; у лівому судинно-нервовому пучку ший внутрішня яремна вена прилягає до передньолатеральної сторони загальної сонної артерії, а блукаючий нерв – дозду, в борозні між цими судинами (рис. 5).



**Рис. 5.** Тривимірна реконструкція органів та структур ший передплода 39,0 мм ТКД. Передньо-нижня проекція. Зб. 9\*:

**1** – загальна сонна артерія; **2** – ([www.ifnmu.edu.ua](http://www.ifnmu.edu.ua)) внутрішня яремна вена; **3** – блукаючий нерв; **4** – перснеподібний хрящ; **5** – щитоподібний хрящ; **6** – трахея; **7** – стравохід; **8** – під'язикова ([www.ifnmu.edu.ua](http://www.ifnmu.edu.ua)) кістка; **9** – нижня щелепа; **10** – хребет.

Таким чином, результати нашого дослідження свідчать, що на початку 7-го тижня ІУГР на розвиток і ріст зародкової лінії ЩЗ впливають особливості морфогенезу та ембріонального розташування сусідніх органів і структур. Найбільш характерним для цього періоду є тісний взаємозв'язок між зародковою часткою щитоподібної залози та гортанним хрящем і блукаючим нервом: до середини ІУГ7-го тижня (плід з ТКД 16,0-17,5 мм) відбувається розділення правої та лівої часток щитоподібної залози. Остання представлена епітеліальними тяжами та острівцями різної форми, клітини яких розташовані в декілька рядів. Форма ЩЗ стає напівкільцеподібною, що узгоджується з даними [17]: наприкінці 7-го тижня ЗВУР (плід з ТКД 17,0-20,0 мм) перешийок ЩЗ починає відокремлюватися від правої та лівої часток, за рахунок інтенсивного росту дуги перснеподібного хряща. Щитоподібна залоза зазвичай має форму літери «Н» і щільно сформована з численних подовжених епітеліїв, що переплітаються між собою; з кінця 8-го до 9-го тижня ВУР (плід з ТКД 27,0-41,0 мм) спостерігається інтенсивна васкуляризація щитоподібної залози, що утворює густу мережу капілярів і пронизують орган в усіх напрямках. Інтенсивний розвиток посмугованості та острівців у тиреоїдній паренхімі призводить до формування фолікулів, оточених капілярною сіткою. Чітко визначаються приточні та відточні судини щитоподібної залози. Слід

зазначити, що фолікули спочатку утворюються на периферії органу, переважно в області нижнього краю і перешийка правої і лівої часток щитовидної залози. Подальше формування контуру щитоподібної залози корелює з морфогенезом щитоподібного хряща, що узгоджується з наступними даними. [18].

### Висновки

1. Упродовж 7-9 тижнів внутрішньоутробного розвитку спостерігається ускладнення структурної організації зачатків щитоподібної та прищитоподібних залоз, між ними встановлюються тісні ембріотопографічні взаємовідношення.

2. Щитоподібна залоза набуває напівкільцеподібної форми, тобто відбувається відокремлення часток щитоподібної залози, втрата зв'язку з дугою аорти та встановлення тісної кореляції з зачатком гортані та блукаючим нервом, в результаті чого вона набуває напівкільцеподібної форми. У плодів з довжиною тім'яної частини щитоподібної залози 18,0-24,0 мм виявляється відокремлення щитоподібного острівця від бічних часток щитоподібної залози, переважно за рахунок інтенсивного росту крилоподібної дуги, що спостерігається у вигляді поступової Н-подібної зміни форми щитоподібної залози та фрагментації каудальної частини язикового канатика щитоподібної залози. У плодів з довжиною парієтальної ЩЗ 29,5-31,0 мм

спостерігали ініціацію фолікулогенезу та зміну форми ЩЗ до підковоподібної.

3. У 9-тижневого плода чітко виявляються індивідуальні відмінності у зовнішній формі щитоподібної залози: напівкругла, H-подібна, підковоподібна тощо, але в її речовині, особливо в центрі, залишаються ділянки недиференційованої епітеліальної тканини. У щитоподібній та прищитоподібних залозах спостерігається посилена васкуляризація та формування сполучнотканинної капсули, зі швидким збільшенням їх лінійних розмірів.

### Література:

1. Stat Pearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [update 2023 May 1; cited 2024 Jun 4]. Rosen RD, Sapra A. Embryology, Thyroid. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31869075/>
2. Stat Pearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [update 2023 May 1; cited 2024 Jun 4]. Rosen RD, Bordoni B. Embryology, Parathyroid. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32119467/>
3. Stat Pearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [update 2023 Aug 8; cited 2024 Jun 4]. Ilahi A, Muco E, Ilahi TB. Anatomy, Head and Neck, Parathyroid. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30725888/>
4. Ross J, Manteghi A, Rethy K, Ding J, Chennupati SK. Thyroglossal duct cyst surgery: A ten-year single institution experience. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2017;101:132-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2017.07.033>
5. Azkue JJ. External surface anatomy of the postfolding human embryo: Computer-aided, three-dimensional reconstruction of printable digital specimens. *J Anat.* 2021;239(6):1438-51. DOI: <https://doi.org/10.1111/joa.13514>
6. Марчук ОФ, Антонюк ОП, Марчук ЮФ, Андрійчук ДР, Марчук ВФ. Реконструкція сечостатевого комплексу жіночої статі в передплодовому періоді онтогенезу. *Клінічна та оперативна хірургія.* 2021;20(1):18-24. DOI: <https://doi.org/10.24061/1727-0847.20.1.2021.03>
7. Dmytenko RR, Koval OA, Andrushchak LA, Makarchuk IS, Tsyhykalo OV. Peculiarities of the identification of different types of tissues during 3d-reconstruction of human microscopic structures. *Neonatology, surgery and perinatal medicine.* 2023;13(4):125-34. DOI: <https://doi.org/10.24061/2413-4260.XIII.4.50.2023.18>
8. Raiola M, Sendra M, Torres M. Imaging Approaches and the Quantitative Analysis of Heart Development. *J Cardiovasc Dev Dis* [Internet]. 2023 [cited 2024 Jul 18];10(4):145. Available from: <https://www.mdpi.com/2308-3425/10/4/145> DOI: <https://doi.org/10.3390/jcdd10040145>
9. Liu W, Wang X, Wang Y, Wang Y, Zhang J, Shi B, et al. Three-dimensional reconstruction of systematic histological sections: application to observations on palatal shelf elevation. *Int J Oral Sci* [Internet]. 2021 [cited 2024 Jun 8];13(1):17. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41368-021-00122-8> DOI: <https://doi.org/10.1038/s41368-021-00122-8>
10. Utsunomiya N, Katsube M, Yamaguchi Y, Yoneyama A, Morimoto N, Yamada S. The first 3D analysis of the sphenoid morphogenesis during the human embryonic period. *Sci Rep* [Internet]. 2022 [cited 2024 Mar 8];12(1):5259. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-08972-w> DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08972-w>
11. Tomalty D, Giovannetti O, Velikonja L, Balamane S, Morcos M, Adams MA. Three-dimensional reconstruction of the innervation of the female pelvis: A review of current methods. *Clin Anat.* 2023;36(5):696-707. DOI: <https://doi.org/10.1002/ca.24023>
12. Eng L, Lam L. Thyroid Function During the Fetal and Neonatal Periods. *Neoreviews* [Internet]. 2020 [cited 2024 Jul 8];21(1):e30-6. Available from: <https://publications.aap.org/neoreviews/article-abstract/21/1/e30/92158/Thyroid-Function-During-the-Fetal-and-Neonatal?redirectedFrom=fulltext> DOI: <https://doi.org/10.1542/neo.21-1-e30>
13. López-Márquez A, Carrasco-López C, Martínez-Cano A, Lemoine P, Pierreux CE, Santisteban P. Sox9 is involved in the thyroid differentiation program and is regulated by crosstalk between TSH, TGFβ and thyroid transcription factors. *Sci Rep* [Internet]. 2022 [cited 2024 Jul 1];12(1):2144. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-06004-1> DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06004-1>
14. Patten BM. *Human Embryology. Third Edition.* 3d ed. McGraw-Hill; 1968. 651p.
15. Ахтемійчук ЮТ, Цигикало ОВ, Антонюк ОП, Кашперук-Карпюк ІС. Тривимірне комп'ютерне реконструювання мікроскопічних анатомічних структур. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія.* 2013;12(2):106-9. DOI: <https://doi.org/10.24061/1727-0847.12.2.2013.27>
16. Sayal NR. Embryology of the Thyroid and Parathyroids. *Medscape* [Internet]. 2022 [update 2022 Mar 24; cited 2024 Jul 9]. Available from: <https://emedicine.medscape.com/article/845125-overview?reg=1#showall>
17. Johansson E, Liang S, Moccia C, Carlsson T, Andersson D, Fagman H, et al. Asynchrony of Apical Polarization, Luminogenesis, and Functional Differentiation in the Developing Thyroid Gland. *Front Endocrinol* [Internet]. 2021 [cited 2024 Jun 8];12:760541. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/endocrinology/articles/10.3389/fendo.2021.760541/full> DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.760541>

## REGULARITIES OF DEVELOPMENT AND FORMATION OF EMBRYOTOPOGRAPHY OF THE THYROID AND PARATHYROID GLANDS IN HUMAN EMBRYOS OF 7-9 WEEKS OF GESTATION

*L. Lopushniak, N.Kuzniak, O.Boichuk, A.Bambuliak, R.Sukhonosov<sup>1</sup>*

**Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine)  
Kharkiv National Medical University<sup>1</sup> (Kharkov, Ukraine)**

### Summary.

The article describes the peculiarities of development and formation of variants of external shape and localization of thyroid and parathyroid glands in human embryos of 7-9 weeks of gestation.

**Aim of the study.** The objective of the study was to find the regularities of development and formation of embryotopographic relations between the thyroid and parathyroid glands during 7-9 weeks of the human intrauterine development.

**Material and methods.** The study was carried out using a complex of morphological methods on 42 samples of human embryos without external signs of anatomical deviations or developmental defects. The specimens were taken from the museums of the Department of Human Anatomy of M. H. Turkevych and the Department of Anatomy, Clinical Anatomy and Operative Surgery of the Bukovinian State Medical University.

**Results and discussion.** In embryos with parietococcygeal length (PCL) of 14,0-17,0 mm intensive organogenesis processes of thyroid gland occur: separation of gland lobes, loss of connection with aortic arch and establishment of close correlations with laryngeal rudiment and vagus nerves. Therefore, the thyroid gland becomes semicircular. In embryos with 18,0-24,0 mm PCL there is a separation of the isthmus from the lateral lobes of the thyroid. Initially it is caused by intensive growth of the cricoid arch. Gradually the gland becomes H-shaped and fragmentation of the caudal part of the thyroglossal duct occurs. When the PCL reaches 29.5-31.0 mm, folliculogenesis begins and the thyroid gland becomes horseshoe-shaped. 9-week embryos show clear individual variations in the external shape of the thyroid gland: semicircular, H-shaped, and horseshoe. Areas of undifferentiated epithelial tissue are found in the thyroid parenchyma, especially in its center.

**Conclusions.** The conducted study has shown that during the 7-9 weeks of intrauterine development the structural organization of the thyroid and parathyroid rudiments becomes more complicated. Tight embryotopographic relations are established between them. Vascularization intensifies and the connective tissue capsules of the thyroid and parathyroid glands are formed. At the same time their linear dimensions increase rapidly.

**Key words:** Thyroid Gland; Development; Embryotopography; 3-D Reconstruction: Embryos, Human.

**Контактна інформація:**

**Лопушняк Леся Ярославівна** – кандидат медичних наук, асистент, кафедра анатомії людини ім. М. Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна.

**e-mail:** lopushniak.lesia@bsmu.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-8362-406X>

**Кузняк Наталя Богданівна** – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Буковинського державного медичного університету, Чернівці, Україна.

**e-mail:** kuzniak\_nataliia@bsmu.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-4020-7597>

**Scopus Author ID:** 57208746368

**Researcher ID:** D-5101-2017

**Бойчук Олег Михайлович** – кандидат медичних наук, асистент, кафедра анатомії людини ім. М. Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна.

**e-mail:** olegb007@bsmu.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-7226-0803>

**Researcher ID:** C-8270-2017

**Бамбуляк Андрій Васильович** – доктор медичних наук, доцент, доцент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Буковинського державного медичного університету, Чернівці, Україна.

**e-mail:** bambuljak.andrij@bsmu.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-6383-9327>

**Scopus Author ID:** 57211214456

**Researcher ID:** D-5790-2017

**Сухоносов Роман Олександрович** – кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри анатомії людини, клінічної анатомії та оперативної хірургії Харківського національного медичного університету, м. Харків, Україна

**e-mail:** ro.sukhonosov@kntmu.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-5177-2970>

**Contact Information:**

**Lesia Lopushniak** – candidate of medical sciences, assistant, department of human anatomy named after M. G. Turkevich Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

**e-mail:** lopushniak.lesia@bsmu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8362-406X>

**Natalya Kuzniak** – doctor of medical sciences, professor, head of the department of surgical stomatology and maxillofacial surgery of Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

**e-mail:** kuzniak\_nataliia@bsmu.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-4020-7597>

**Scopus Author ID:** 57208746368

**Researcher ID:** D-5101-2017

**Oleh Boichuk** – candidate of medical sciences, assistant, department of human anatomy named after M. G. Turkevich Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

**e-mail:** olegb007@bsmu.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-7226-0803>

**Researcher ID:** C-8270-2017

**Andrii Bambuliak** – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery of Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

**e-mail:** bambuljak.andrij@bsmu.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-6383-9327>

**Scopus Author ID:** 57211214456

**Researcher ID:** D-5790-2017

**Roman Sukhonosov** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Human Anatomy, Clinical Anatomy and Operative Surgery of the Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

**e-mail:** ro.sukhonosov@kntmu.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-5177-2970>



Надійшло до редакції 29.07.2024 р.  
Підписано до друку 19.09.2024 р.