

DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.4.2021.119-133>  
УДК: 616-053.1:616.329-007.43-073



## Методологія пренатальних ультразвукових досліджень при вродженій діафрагмальній килі

Гребініченко Г.О., ORCID: 0000-0003-4391-6724, e-mail: grebinichenko.ganna@gmail.com

Гордієнко І.Ю., ORCID: 0000-0001-7594-4880, e-mail: i.gordienko.k@gmail.com

Тарапунова О.М., ORCID: 0000-0003-3249-5872, e-mail: elena.tarapurova@gmail.com

Державна установа «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології  
імені академіка О.М. Лук'янової

Національної академії медичних наук України», Київ, Україна

## Methodology of prenatal ultrasound examinations in congenital diaphragmatic hernia

Grebinichenko G.O., ORCID: 0000-0003-4391-6724, e-mail: grebinichenko.ganna@gmail.com

Gordienko I.Y., ORCID: 0000-0001-7594-4880, e-mail: i.gordienko.k@gmail.com

Tarapurova O.M., ORCID: 0000-0003-3249-5872, e-mail: elena.tarapurova@gmail.com

State Institution «Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology  
named after Academician O.M. Lukyanova  
of National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine

### Ключові слова:

вроджена діафрагмальна кила, гіпоплазія легень, пренатальна діагностика, ультразвукові дослідження, герніація печінки, вроджені вади розвитку.

### Для кореспонденції:

Гребініченко Ганна Олександрівна  
Державна установа «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології ім. академіка О.М. Лук'янової Національної академії медичних наук України», відділення медицини плода;  
вул. Платона Майбороди, буд. 8, м. Київ, Україна, 04050;  
e-mail: grebinichenko.ganna@gmail.com

© Гребініченко Г.О., Гордієнко І.Ю.,  
Тарапунова О.М., 2021

### РЕЗЮМЕ

**Актуальність.** Вроджена діафрагмальна кила є складною вадою розвитку з високою анатомічною та клінічною варіабельністю. Пренатальні ультразвукові дослідження дозволяють оцінити тяжкість патологічного процесу у конкретному випадку для визначення тактики ведення вагітності, пологів та неонатального періоду. Проте рідкість даної патології та особливості ультразвукової візуалізації можуть призводити до низької інформативності досліджень.

**Мета роботи** – представити детальну методологію пренатальних ультразвукових досліджень при вродженій діафрагмальній килі з урахуванням анатомічних варіантів патології та особливостей візуалізації в різні терміни вагітності, охарактеризувати передумови діагностичних помилок.

**Матеріали та методи.** Систематизовано дані пренатальних ультразвукових досліджень 265 вагітних жінок групи високого ризику з діафрагмальною килою у плода за період 2007–2020 рр., проведених у відділенні медицини плода Державної установи «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології імені академіка О.М. Лук'янової Національної академії медичних наук України». Ультразвукові дослідження виконувались на системах HDI 4000, ACQUVIX V20EX-EXP, ACQUVIX V10LV-EX. Ізольовану ваду виявлено в 192 (72,5 %) випадках, у складі множинних вроджених вад розвитку – у 65 (24,5 %), у поєднанні з хромосомною патологією – у 8 (3,0 %). Лівобічна кила діагностована у 85,7 % спостережень (n = 227), правобічна у 12,1 % (n = 32), центральна в 1,1 % (n = 3), двобічна в 1,1 % (n = 3). Визначені особливості взаємного розташування органів черевної порожнини, заочеревинного простору, грудної клітки та специфіку їх ультразвукової візуалізації в різні терміни вагітності.

**Результати та їх обговорення.** Подано методологію пренатального ультразвукового обстеження плодів із вродженою діафрагмальною килою, розроблену з урахуванням специфіки патологічної анатомії та ультразвукової семіотики. Охарактеризовано типові та рідкісні варіанти локалізації органів грудної клітки та черевної порожнини у стандартному поперечному зрізі на рівні клапанів серця, визначено передумови та варіанти діагностичних помилок. Наведено способи коректного вимірювання грудної клітки, легень, печінки та розрахунку прогностичних індексів для визначення ступеня гіпоплазії легень та ступеня герніації печінки.

**Висновки.** Пренатальна ультразвукова семіотика вроджених діафрагмальних кил характеризується значною варіабельністю, і містить суттєві ризики діагностичних помилок. Подана методологія уніфікованих ультразвукових досліджень дозволяє проводити системну оцінку, отримати коректний пренатальний діагноз із визначенням ступеня тяжкості патологічного процесу і прогнозу для вибору тактики ведення вагітності та пологів.

### Для цитування:

Гребініченко Г.О., Гордієнко І.Ю., Тарапунова О.М. Методологія пренатальних ультразвукових досліджень при вродженій діафрагмальній килі. *Український радіологічний та онкологічний журнал*. 2021. Т. 29. № 4. С. 119–133.  
DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.4.2021.119-133>

## Key words:

congenital diaphragmatic hernia, pulmonary hypoplasia, prenatal diagnosis, ultrasound examinations, liver herniation, congenital malformations.

## For correspondence:

Grebinichenko Ganna Olexandrivna  
State Institution «Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology named after Academician O.M. Lukyanova of National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Department of Fetal Medicine;  
8, Platona Mayborody Str., Kyiv, Ukraine, 04050;  
e-mail: grebinichenko.ganna@gmail.com

© Grebinichenko G.O., Gordienko I.Y., Tarapurova O.M., 2021

## ABSTRACT

**Background.** Congenital diaphragmatic hernia is a complex malformation with high anatomical and clinical variability. Prenatal ultrasound examinations allow one to assess the severity of pathological process in a particular case in order to determine the management of pregnancy, labor and neonatal period. However, the rarity of this pathology and some features of ultrasound imaging can lead to low informative value of the examination.

**Purpose** – to present a detailed methodology of prenatal ultrasound examinations in fetal congenital diaphragmatic hernia, taking into account anatomical variants of pathology and features of US imaging at different terms of pregnancy, and to characterize the preconditions for diagnostic errors.

**Materials and methods.** The data on prenatal ultrasound examinations of 265 high-risk pregnant women with fetal diaphragmatic hernia conducted during the period of 2007–2020 in the Department of Fetal Medicine of State Institution «Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology named after Academician O.M. Lukyanova of National Academy of Medical Sciences of Ukraine», were systemized. US examinations were performed on systems HDI 4000, ACQUVIX V20EX-EXP, ACQUVIX V10LV-EX. Isolated anomaly was detected in 192 (72.5 %) cases, associated congenital malformations in 65 (24.5 %), chromosomal pathology in 8 (3.0 %). Left-sided hernia was diagnosed in 85.7 % of cases (n = 227), right-sided – in 12.1% (n = 32), central in 1.1 % (n = 3), bilateral in 1.1 % (n = 3). Location of abdominal, retroperitoneal and thoracic organs was determined, as well as specifics of their US imaging in different terms of pregnancy.

**Results.** Methodology of prenatal ultrasound examination of fetuses with congenital diaphragmatic hernia was developed taking into account the specifics of pathological anatomy and ultrasound imaging. Typical and rare variants of thoracic and abdominal organs' localization in the standard cross section plane at the level of the four chambers of the heart were characterized, preconditions and variants of diagnostic errors were determined. The methods of correct measurement of the thorax, lungs, liver, and also methods of prognostic indices' calculation for determining the degree of pulmonary hypoplasia and the degree of liver herniation were presented.

**Conclusions.** Prenatal ultrasound semiotics of congenital diaphragmatic hernia is characterized by considerable variability, and contains significant risks of diagnostic errors. The presented methodology of unified ultrasound examinations allows for systematic assessment, which results in correct prenatal diagnosis, determination of the pathology severity, and prognosis – for the correct choice of pregnancy and labor management.

## For citation:

Grebinichenko GO, Gordienko IY, Tarapurova OM. Methodology of prenatal ultrasound examinations in congenital diaphragmatic hernia. *Ukrainian journal of radiology and oncology*. 2021;29(4):119–133. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.4.2021.119-133>

## Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами

Робота є фрагментом науково-дослідної роботи Державної установи «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології імені академіка О.М. Лук'янової Національної академії медичних наук України» «Розробити ефективні методи стандартизації та індексації пренатальних ультразвукових вимірювань у плодів з вадами розвитку для оптимізації тактики ведення вагітності, пологів та хірургічного лікування новонароджених», номер державної реєстрації 0117U04537, прикладна, термін виконання 2017–2019 рр., керівники: доктор медичних наук, завідувачка відділення медицини плода, професор І.Ю. Гордієнко, доктор медичних наук, завідувачка відділення акушерської ендокринології та патології плода, професор Т.В. Авраменко, доктор медичних наук, завідувач відділення хірургічної корекції природжених вад розвитку у дітей, професор О.К. Слепов.

## Relationship with academic programs, plans and themes

The study is a fragment of the research project of the State Institution «Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology named after Academician O.M. Lukyanova of National Academy of Medical Sciences of Ukraine»: «To develop effective methods for standardization and indexation of prenatal ultrasound measurements in fetuses with congenital malformations in order to optimize management of pregnancy, labor and surgical correction of newborns» (state registration number 0117U04537, applied, term 2017–2019, led by Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Fetal Medicine, Professor I.Y., Gordienko Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Obstetric Endocrinology and Fetal Pathology, Professor Avramenko T.V., Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Surgical Correction of Congenital Malformations in Children, Professor O.K. Slieпов).

## ВСТУП

Вроджена діафрагмальна кила (ВДК) це складна вада розвитку, пов'язана із утворенням дефектів діафрагми різних розмірів та локалізації. Через патологіч-

## INTRODUCTION

Congenital diaphragmatic hernia (CDH) is a complex anomaly caused by formation of diaphragm defects of various sizes and locations. Through the pathological

ний отвір абдоминальні органи переміщуються до грудної клітини (ГК): вони можуть розташовуватись безпосередньо у плевральній порожнині, або знаходитись у килевому мішку з очеревини та плеври [1]. Одночасно відбувається прогресуюче комплексне ураження легень з формуванням їх гіпоплазії та легеневої гіпертензії, що є основними причинами захворюваності і смертності при ВДК [2, 3]. В деяких випадках тяжкий стан новонароджених не дає можливості провести оперативну корекцію [4].

Для ВДК характерним є широкий спектр анатомічних варіантів [1, 5, 6]. Від розміру дефекту та наявності або відсутності килевого мішка залежать обсяг та ступінь герніації органів черевної порожнини до ГК, ступінь зрушення та компресії серця, легень, органів межистіння. Відповідно до анатомічної різноманітності ВДК, постнатальні наслідки варіюють від повного одужання після оперативного лікування, до тяжкої інвалідності та смерті [3–6]. Коректна пренатальна оцінка тяжкості патологічного процесу у конкретному випадку дозволяє оптимально планувати тактику ведення вагітності, пологів та неонатального періоду [4, 5, 7, 8].

Наразі пренатальна діагностика ВДК та оцінка тяжкості патологічного процесу проводиться переважно за допомогою ультразвукових досліджень (УЗД): визначають наявність супутніх вад розвитку, ступінь гіпоплазії легень плода, герніацію печінки до ГК, розташування шлунка, ступінь зрушення органів межистіння [9–13]. Особливості УЗ візуалізації різних органів черевної порожнини обумовлюють можливість їх коректної ідентифікації [12, 14–16]. Висока анатомічна варіабельність ВДК потребує системного стандартизованого методичного підходу до пренатальної оцінки ступеня тяжкості патологічного процесу [5, 7, 11].

ВДК є рідкісною вадою розвитку, з частотою до 3,17 на 10000 вагітностей [17]. Цей факт, а також суттєві зміни топографічної анатомії ГК і низька ехо-контрастність паренхіматозних органів, призводять до високого ризику помилкової інтерпретації ехограм фахівцями, які не мають відповідного досвіду [14, 16]. Саме тому пренатальні ультразвукові обстеження є більш інформативними у профільних відділеннях установ третього рівня, що мають належний досвід та експертизу [18].

Таким чином, актуальним є створення стандартизованого алгоритму пренатальних обстежень при ВДК, удосконалення методології термін-незалежної УЗ оцінки ступеня тяжкості патологічного процесу при різних анатомічних варіантах патології для коректного вибору тактики ведення вагітності та пологів.

**Мета роботи** – подати детальну методологію пренатальних ультразвукових досліджень при вродженій діафрагмальній килі з урахуванням анатомічних варіантів патології та особливостей візуалізації в різні терміни вагітності, охарактеризувати передумови діагностичних помилок.

opening, abdominal organs relocate into the chest: they can be located directly in the pleural cavity, or can be covered by a sac of peritoneum and pleura [1]. At the same time there is a progressive complex impairment of the lungs, with the formation of pulmonary hypoplasia and hypertension, which are the main causes of morbidity and mortality in CDH [2, 3]. In some cases, critical state of newborns does not allow for surgical correction [4].

CDH is characterized by a wide spectrum of anatomical variants [1, 5, 6]. The size of the defect and presence/absence of the sac define the amount and degree of abdominal organs' herniation into the thorax, the degree of displacement and compression of the heart, lungs, and other organs. In accordance with the anatomical diversity of CDH, postnatal outcomes vary from complete recovery after surgical correction to severe disability and death [3, 4–6]. Correct prenatal evaluation of the severity of the pathology in a particular case allows for optimal management of pregnancy, labor and neonatal period [4, 5, 7, 8].

Currently, prenatal diagnosis of CDH and assessment of the severity of pathological process is performed principally by the means of ultrasound examinations, with emphasis on presence of associated malformations, degree of pulmonary hypoplasia, liver herniation into the chest, stomach position, degree of mediastinal shift [9–13]. US imaging features of different abdominal organs determine feasibility of their correct identification [12, 14–16]. High anatomical variability of CDH requires a systematic standardized methodical approach to prenatal evaluation of the severity of the pathology [5, 7, 11].

CDH is a rare malformation, its rate is up to 3.17 per 10,000 pregnancies [17]. This fact, as well as significant changes in the topographic anatomy of the thorax and low echo-contrast of parenchymal organs lead to a high risk of misinterpretation of echograms by specialists who do not have relevant experience [14, 16]. That is why prenatal ultrasound examinations are more informative in the specialized departments of tertiary institutions that have appropriate experience and expertise [18].

Thus, it is important to create a standardized algorithm for prenatal examinations of fetuses with CDH, to improve the methodology of term-independent ultrasound assessment of the severity of the pathological process in different anatomical variants of pathology – for the correct choice of pregnancy and labor management.

**The objective** of the study is to present a detailed methodology of prenatal ultrasound examinations in fetal congenital diaphragmatic hernia, taking into account anatomical variants of pathology and features of US imaging at different terms of pregnancy, and to characterize the preconditions for diagnostic errors.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Систематизовано дані пренатальних ультразвукових досліджень 265 вагітних жінок групи високого ризику з ВДК у плода за період 2007–2020 рр., проведених у відділенні медицини плода Державної установи «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології імені академіка О.М. Лук'янової Національної академії медичних наук України». УЗ-дослідження вико-

## MATERIALS AND METHODS

The data on prenatal ultrasound examinations of 265 high-risk pregnant women with diaphragmatic hernia of the fetus, conducted during the period of 2007–2020 in the Department of Fetal Medicine of the State Institution «Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology named after Academician O.M. Lukyanova of National Academy of Medical Sciences of Ukraine» were systemized.

нувались на системах HDI 4000, ACQUVIX V20EX-EXP, ACQUVIX V10LV-EX.

УЗД виконувалось за розширеним протоколом, обсяг якого перевищував стандартний, регламентований Міністерством охорони здоров'я України. Він передбачав поетапну сегментарну оцінку анатомічної будови плода; стандартну біометрію (біпаріетальний розмір, лобно-потиличний розмір, окружність голови, окружність живота, довжина стегна) з розрахунком очікуваної маси за Hadlock et al. 1985. Виконувалась візуальна оцінка та розширена біометрія органів плода; визначалась УЗ структура провізорних органів (хоріон, плацента, пуповина, амніотична рідина); використовувалось кольорове доплерівське картування (КДК) для якісної оцінки кровотоку різних структур та органів плода, провізорних органів, а також доплерометрія материнського та фетального кровотоку. Проводилась діагностика та детальний опис анатомічних аномалій і маркерів хромосомної патології. Класифікаційна характеристика виявлених структурних вад плода відповідала реєстру кодуювання вад розвитку Міжнародної класифікації хвороб (МКХ) 10-го перегляду.

При ВДК проводилась детальна оцінка взаємного розташування органів черевної порожнини, заочеревинного простору та ГК, визначались особливості УЗ-візуалізації даних органів у різні терміни вагітності.

Ізольовану ВДК виявлено в 192 (72,5 %) випадках, у складі множинних вроджених вад розвитку – у 65 (24,5 %), у поєднанні із хромосомною патологією – у 8 (3,0 %). У переважній більшості спостережень кила була лівобічною (85,7 %,  $n = 227$ ). Правобічну ВДК діагностовано у 32 плодів (12,1 %), центральну – в 3 (1,1 %), і двобічну – в 3 (1,1 %).

Дослідження виконано згідно з принципами Гельсінської Декларації. Матеріали дослідження розглянуто комісією з питань етики Державної установи «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології імені академіка О.М. Лук'янової Національної академії медичних наук України» на етапі планування науково-дослідної роботи.

US examinations were performed on systems HDI 4000, ACQUVIX V20EX-EXP, ACQUVIX V10LV-EX.

Ultrasound exam was performed according to an extended protocol, which exceeded the standard, recommended by the Ministry of Health of Ukraine. It included step by step segmental evaluation of anatomical structures of the fetus; standard biometrics (biparietal diameter, fronto-occipital diameter, head circumference, abdominal circumference, femur diaphysis length) with estimated fetal weight calculation according to Hadlock et al. 1985. Visual assessment and extended biometrics of fetal organs were performed; echo structure of the provisional organs (chorion, placenta, umbilical cord, amniotic fluid) was evaluated; color Doppler mapping was used to qualitatively assess the blood flow of various fetal structures and organs, and of provisional organs, as well as Doppler velocimetry of maternal and fetal blood flow. Diagnosis and detailed description of anatomical anomalies and markers of chromosomal pathology were performed. Classification of identified fetal associated structural malformations was done in accordance with coding of International Classification of Diseases (ICD) of the 10th revision.

In fetuses with CDH detailed evaluation of abdominal, retroperitoneal and thoracic organs' location was performed, and features of their US visualization in different terms of pregnancy were determined.

Isolated CDH was present in 192 (72.5 %) cases, associated congenital malformations were detected in 65 (24.5 %) fetuses, chromosomal pathology was diagnosed in 8 (3.0 %). In the majority of cases hernia was left-sided (85.7 %,  $n = 227$ ). Right-sided CDH was diagnosed in 32 fetuses (12.1 %), central in 3 (1.1 %), bilateral in 3 (1.1 %).

The study was conducted in accordance with Declaration of Helsinki principles. Materials of the research were approved by the Ethics Committee of the State Institution «Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology named after Academician O.M. Lukyanova of National Academy of Medical Sciences of Ukraine», at the planning stage.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ключовими анатомічними ділянками, що залучені до патологічного процесу і потребують детального дослідження для оцінки ступеня тяжкості і прогнозу при ВДК, є грудна клітина (ГК) та черевна порожнина (ЧП). З метою сегментарної оцінки їхньої анатомічної будови проводиться повільне динамічне сканування у трьох стандартних площинах – поперечній, сагітальній, фронтальній. Першим етапом є ідентифікація правого та лівого боку плода відповідно до його положення, передлягання і позиції. Ідентифікується геміторакс, у якому розташовані абдомінальні органи, і визначається бік дефекту діафрагми. Додатковими ознаками, що допомагають визначити бік дефекту, є положення серця в ГК та спрямування верхівки серця. В переважній більшості випадків при ВДК визначається дислокація серця в бік, протилежний дефекту – декстрокардія, екстрадекстрокардія – при лівобічних ВДК, екстрасиністрокардія – при правобічних.

Далі оцінюють локалізацію шлунка, петель кишечника, печінки, жовчного міхура, селезінки, нирок, ідентифікують органи, які увійшли до складу кили. У стандартному поперечному зрізі на рівні клапанів серця (чотирьохкамерний зріз серця) оцінюють позицію

## RESULTS AND DISCUSSION

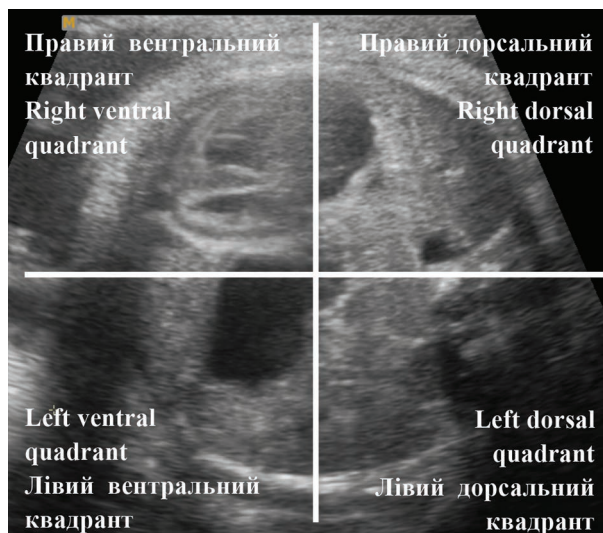
The key anatomical areas involved into pathological process in CDH, and require detailed examination for assessment of severity and prognosis are thorax and abdomen. For segmental evaluation of their anatomical structure, a slow dynamic scan is performed in three standard planes - transverse, sagittal, frontal. The first step is to identify the right and left sides of the fetus according to its position, presentation and fetal spine position. Hemitorax in which abdominal organs are located is identified, and the side of diaphragmatic defect is determined. Additional signs that help to figure out the side of the defect are position of the heart in the thorax and direction of cardiac apex. In the majority of CDH cases, there is dislocation of the heart in the direction opposite to the defect: dextrocardia, extradextrocardia in left-sided hernias, extrasinistrocardia in right-sided.

Next step is to determine location of stomach, intestine, liver, gallbladder, spleen, kidneys, and to identify organs that are present in the chest. At the standard cross-section plane at the level of the atrio-ventricular valves of the heart (four-chamber view of the heart) position of abdominal organs is evaluated in relation to the main anatomical landmarks: spine and sternum (anterior and



абдомінальних органів відносно основних анатомічних орієнтирів: хребет і груднина (передня і задня серединні лінії), права і ліва середньоключичні, парастернальні та скапулярні лінії, права і ліва задня, середина і передня аксиллярні лінії. Зручним для орієнтації і опису є умовний розподіл поперечного зображення ГК на 4 квадранти – правий та лівий вентральні, правий та лівий дорсальні (рис. 1).

posterior midline), right and left midclavicular, parasternal and scapular lines, right and left posterior, medial and anterior axillary lines. For better orientation and description standard transverse thoracic plane can be divided into four quadrants – right and left ventral, right and left dorsal (Fig. 1).



**Рис. 1.** Квадранти грудної клітки плода із ВДК у стандартному зрізі на рівні клапанів серця  
**Fig. 1.** Quadrants of the thorax of fetus with CDH in the standard four chamber view of the heart

Шлунок плода, що заповнений рідиною, має найбільшу ехоконтрастність серед органів ЧП, його локалізація визначається легко в більшості випадків. Ідентифікація шлунка була неможливою у 6 спостереженнях: шлунок не візуалізувався в ЧП та ГК у 4 плодів з лівобічною ВДК та у 2 – із правобічною. Причина такого феномену найчастіше полягає у неналежному його наповненні (мікрогастрія), що може бути обумовлено порушенням ковтання та повним або частковим порушенням прохідності стравоходу. Згідно з поданою раніше методологією визначається позиція шлунка: інтраабдомінальна, інтраторакальна медіальна і коса медіальна, центрально-вентральна, центрально-дорсальна, поперечна, ретрокардіальна, паравертебральна, псевдоанатомічна та лівобічна паракостальна [12]. Останні дві позиції шлунка асоціюються із некомунікуючими дефектами діафрагми [6].

У випадку правобічних кил може виявлятися транслокація пілоричного відділу шлунка праворуч, у напрямку правої аксиллярної лінії. В таких випадках орган має витягнуту веретеноподібну форму і знаходиться на межі між вентральною та дорсальною половинами ЧП. В одному спостереженні у випадку двобічної діафрагмальної килі у плода шлунок був розташований інтраабдомінально анатомічно.

У разі лівобічних ВДК та герніації до ГК плода тільки кишечника візуалізували дислокацію пілоричної частини, або всього шлунка в напрямку малого таза, ротацію печінки у фронтальній площині та її часткову дистопію. У подібних випадках спостерігали феномен візуалізації жовчного міхура та шлунка поруч із сечовим міхуром [19].

Важливою частиною ультразвукового обстеження плодів із ВДК є підтвердження або виключення герніації печінки до ГК. У II триместрі можуть виникати технічні труднощі, пов'язані з низькою ехоконтрастністю,

Fluid-filled fetal stomach has the uttermost echo contrast among other abdominal organs, and its location was easily determined in most cases. Identification of stomach was impossible in 6 observations: it was not visualized neither in abdomen nor in the chest in 4 fetuses with left sided CDH and in 2 with right sided. Background for this phenomenon can be insufficient stomach filling (microgastria) – due to impaired swallowing or complete/partial esophageal obstruction. According to the previously described classification system, position of the stomach is determined: intra-abdominal, intra-thoracic medial or medial oblique, mid-ventral, mid-dorsal, transverse, retrocardiac, paravertebral, pseudoanatomical and left paracostal [12]. The last two positions of the stomach are associated with non-communicating defects of the diaphragm [6].

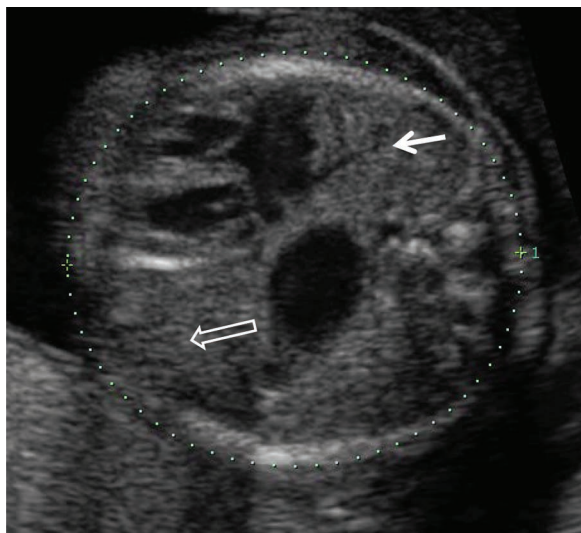
In right-sided defects dislocation of the pyloric part of the stomach to the right, in the direction of the right axillary line may be detected; in such cases, it has elongated spindle-shaped form and is located on the border between the ventral and dorsal halves of the abdomen cross section. In one case of bilateral diaphragmatic hernia, stomach was located intra-abdominally, in its anatomical position.

In left-sided CDH with herniation of fetal bowel into the thorax, dislocation of the pyloric part, or the entire stomach in the direction of the pelvis was observed, as well as rotation of the liver in the frontal plane and its partial dystopia. In such cases, the phenomenon of visualization of the gallbladder and stomach near the bladder was noticed [19].

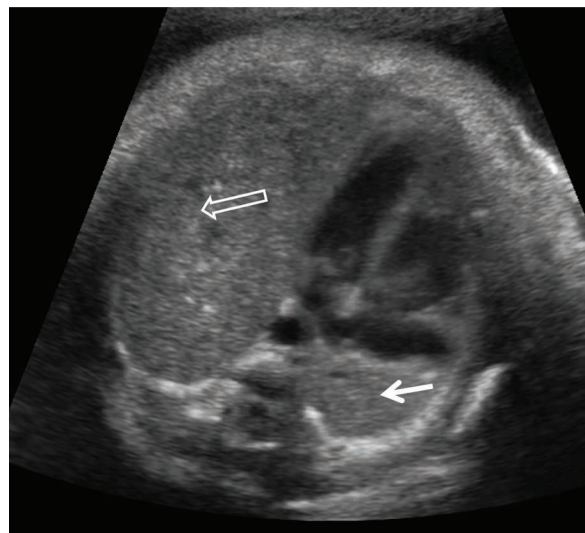
An important part of ultrasound examination of fetuses with CDH is confirmation or exclusion of liver herniation into the chest. In early second trimester there may be technical difficulties caused by low echo-contrast and

та відсутністю характерного анатомічного малюнку структури печінки. Проведені дослідження показали, що у разі лівобічних ВДК з герніацією частки печінки до ГК, вона в усіх випадках локалізувалась у передньому квадранті лівого гемітораку, або займала весь геміторакс. Шлунок при цьому розташований позаду від частки печінки (рис. 2). Отже, прицільний огляд цих ділянок, з урахуванням позиції шлунка, дозволяє коректно ідентифікувати печінку у ГК.

lack of characteristic anatomical pattern of the hepatic structures. Our study has shown that in left-sided CDH with liver herniation to the chest, it was in all cases localized in the anterior quadrant of the left hemithorax, or occupied the entire hemithorax. The stomach was located behind the liver (Fig. 2). Therefore, a targeted examination of these areas, taking into account the position of the stomach, allows one to correctly affirm liver presence in the chest.



a)



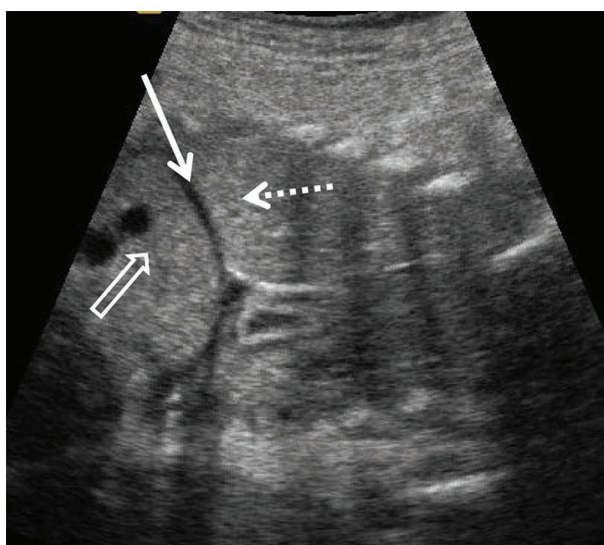
b)

**Рис. 2.** УЗ-візуалізація легень (стрілка) та печінки (порожня стрілка) у плодів із ВДК в 21 тиж. (а), та 33–34 тиж. вагітності (б)

**Fig. 2.** US visualization of the lungs (arrow) and liver (empty arrow) in fetuses with CDH at 21 weeks (a), and 33–34 weeks (b) of pregnancy

Під час сканування у сагітальній площині може візуалізуватись «борозна» між інтраабдомінальною та гернійованою частками печінки, яка помилково може бути розцінена як діафрагма (рис. 3). За допомогою КДК ідентифікують судини печінки та змінений хід венозної протоки [14].

While scanning in sagittal plane, a «fissure» can be visualized between intra-abdominal and herniated parts of the liver, which can be mistaken for a diaphragm (Fig. 3). Color Doppler helps to identify hepatic vessels and altered course of the ductus venosus [14].



**Рис. 3.** УЗ-візуалізація «борозни» (стрілка) між інтраабдомінальною (порожня стрілка) та гернійованою (пунктирна стрілка) частками печінки

**Fig. 3.** US imaging of the «fissure» (arrow) between intra-abdominal (empty arrow) and herniated (dotted arrow) parts of the liver

Оскільки розміри гернійованої частки печінки значно варіюють, слід проводити її вимірювання – визначення площі у стандартному поперечному зрізі функцією мануального обведення контурів (trace) для подальшого розрахунку термін-незалежного печінково-легеневого індексу (ПЛІ). Вимірювання площі печінки в ГК у плодів із ВДК краще проводити при мінімальному наповненні шлунка.

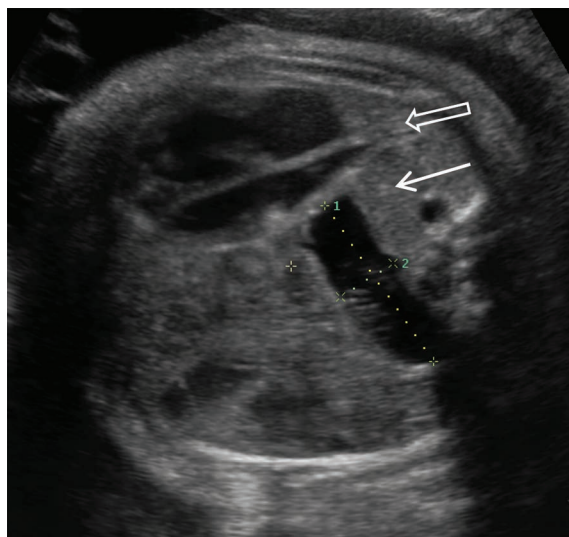
У разі двобічних кил варіанти розташування гернійованої частки печінки були такими. В одному випадку печінка займала лівий вентральний квадрант, до ГК також були транслоковані шлунок, кишечник та селезінка; в другому спостереженні гернійовані частки печінки займали правий та лівий гемиторакс повністю, шлунок та петлі кишечника визначалися інтраабдомінально. У третьому випадку одна гернійована частка печінки була розташована у лівому вентральному квадранті, а друга – у правому дорсальному квадранті, в проекції типової локалізації правої легені, і, при первинному огляді за місцем проживання, була помилково ідентифікована як права легеня.

Візуалізація селезінки на початку II триместру у плодів із ВДК є утрудненою через її малі розміри та низьку УЗ-контрастність. В більш пізні терміни практично завжди можна візуалізувати та визначити локалізацію селезінки (рис. 4). У разі лівобічних ВДК у більш, ніж половині випадків (67,8 % спостережень з 90 УЗД III триместру), селезінка розташована у правих відділах ГК, впритул до медіальної поверхні правої легені, їх структура відрізняється незначно (рис. 4, а, б). За таких умов можлива невірна ідентифікація органів, те некоректне вимірювання легень. Подібні дані були наведені іншими дослідниками [16].

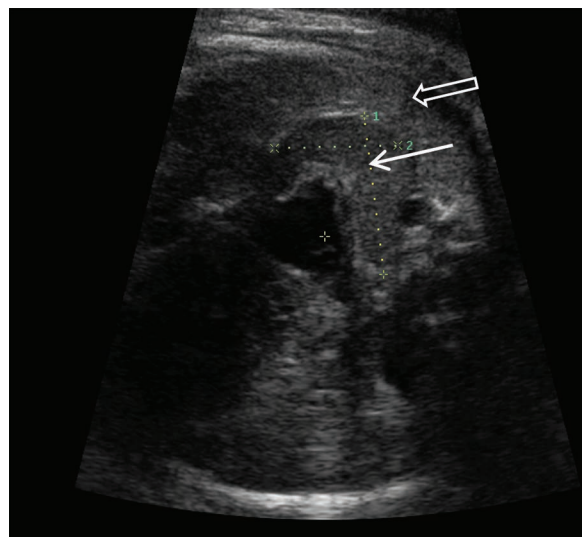
As the size of herniated part of the liver varies considerably, it should be measured: area in the standard cross section view by manual tracing function for further calculation of term-independent indices, such as liver-to-lung area ratio (Li/L R). Measurement of the liver area in the chest of fetuses with CDH is best performed while minimal filling of the stomach.

In bilateral defects, variants of herniated liver location in the chest were following. In one case it occupied left ventral quadrant, and stomach, intestine, and spleen were also translocated into the chest; in the second observation, herniated parts of the liver occupied right and left hemithoraces completely, stomach and intestine were located intra-abdominally. In the third case, one part of the liver was located in left ventral quadrant and the other – in right dorsal quadrant, in the typical location of the right lung, and was mistakenly identified as the right lung at primary examination.

Imaging of the spleen in fetuses with CDH at the beginning of second trimester was very difficult due to its small size and low ultrasound contrast. At later terms, it's almost always possible to visualize the spleen and to determine its location (Fig. 4). In in more than half left-sided CDH cases (67.8 % observations from 90 ultrasound exams in the 3rd trimester), spleen was located in the right part of the thorax, close to the medial surface of the right lung, their echo-structure differed only slightly (Fig. 4, a, b). Under such conditions, false identification of organs and incorrect lung measurement are highly probable. Similar data were presented by other authors [16]



a)



b)

**Рис. 4.** УЗ-зображення селезінки (стрілка), розташованої біля медіальної поверхні правої легені (порожня стрілка) у плода із лівобічною діафрагмальною килею: в поперечному зрізі грудної клітки на рівні атріовентрикулярних клапанів серця (а) та в нижніх відділах грудної клітки на межі із черевною порожниною (б)

**Fig.4.** US image of the spleen (arrow), located near the medial surface of the right lung (empty arrow) in a fetus with left sided diaphragmatic hernia: in cross section of the thorax at the level of atrio-ventricular valves of the heart (a) and in the lower parts of the thorax on the border with the abdominal cavity (b)

Візуалізація кишечника суттєво відрізняється в II та III триместрах. Незаповнений кишечник (на початку II триместру вагітності), може мати низьку УЗ-контрастність. У випадку лівобічних ВДК із транслокацією до ГК лише петель кишечника (+/- селезінка) вони

Imaging of fetal intestine differed significantly in the 2nd and 3rd trimesters. Unfilled intestine (at the beginning of 2nd trimester of pregnancy) may have low ultrasound «contrast». In fetuses with left sided CDH with herniation only of intestines (+/- spleen) into the chest, it occupied

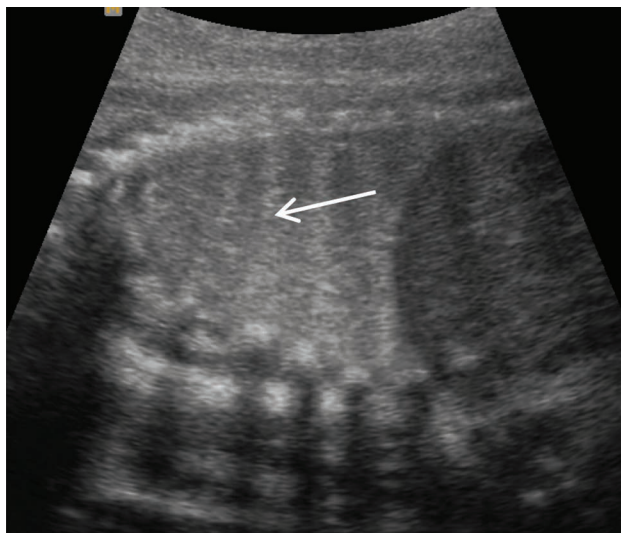


займали весь лівий геміторакс; при транслокації шлунка та кишечника останній займав всю вільну від шлунка ділянку лівої половини ГК. За наявності у ГК шлунка і печінки, кишечник зазвичай знаходиться у лівому дорсальному квадранті.

У плодів із ВДК в грудній клітці та черевній порожнині може візуалізуватись вільна рідина. Наявність неімунного набряку асоціюється з несприятливими перинатальними наслідками [20].

У зв'язку із вираженою дислокацією органів при ВДК існують передумови для хибної ідентифікації легень, особливо у II триместрі вагітності. Перед вимірюванням легень у плодів із ВДК під час сканування в поперечній та сагітальній площинах слід провести їх візуальну ідентифікацію (верифікація «органної належності») (рис. 5). Для оптимальної візуалізації обирається позиція плода з максимальним наближенням легені до трансдюсера.

У випадку лівобічних ВДК у стандартній площині на рівні чотирикамерного зрізу серця контралатеральна легеня в усіх плодів візуалізується в дорсальній ділянці правого гемітораксу. У разі анатомічних варіантів лівобічної ВДК із ретрокардіальною позицією шлунка ідентифікація контралатеральної правої легені утруднена (рис. 6).



**Рис. 5.** УЗ-візуалізація правої легені у плода із лівобічною килєю в сагітальній площині у III триместрі вагітності

**Fig. 5.** US visualization of the right lung (arrow) in the sagittal plane of the fetus with left side hernia in the 3rd trimester of pregnancy

Іпсилатеральна легеня на рівні чотирикамерного зрізу серця візуалізувалася у випадках лівобічних ВДК у 6 спостереженнях (рис. 7), у разі правобічних – в жодному.

В одному випадку виявлено анатомічний варіант правобічної ВДК, при якому серце було максимально зміщено ліворуч до середніх та дорсальних відділів лівого гемітораксу, впритул до внутрішньої поверхні ребер (рис. 8). У проекції очікуваної локалізації ліва легеня взагалі не візуалізувалася.

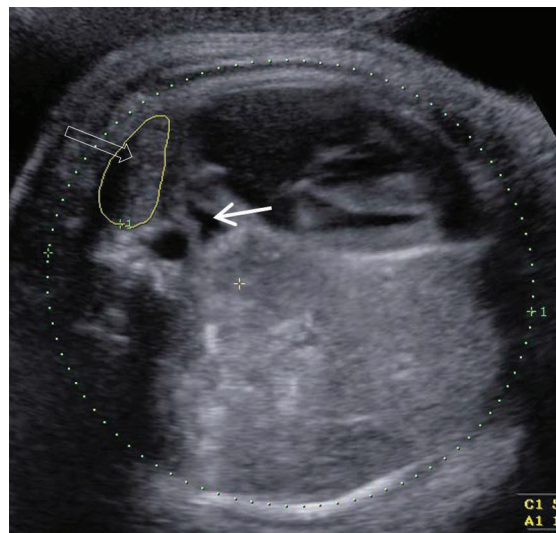
У разі двобічних кил на рівні чотирикамерного зрізу серця жодна з легень не візуалізувалась, стандартну їх біометрію здійснити неможливо. У рідкісних випадках білатеральних ВДК з двобічною герніацією печінки, гіпо/ізоехогенні однорідні структури праворуч та ліворуч від серця можуть бути помилково іденти-

all left hemithorax; in cases of stomach and intestine translocation, the latter occupied the entire free from stomach area of the left half of the chest. In cases when stomach and liver also were present in the thorax, intestine was usually located in the left dorsal quadrant.

In the chest and abdomen of fetuses with CDH free fluid is sometimes visualized. The presence of hydrops fetalis is associated with adverse perinatal outcome [20].

Due to the significant dislocation of internal organs in CDH, there are preconditions for incorrect identification of the lungs, especially in the 2nd trimester of pregnancy. Before measuring the lungs in fetuses with CDH, they should be visually «verified» by scanning in the transverse and sagittal planes, (Fig. 5). For optimal visualization, transducer should be positioned with the maximal proximity to fetal lung.

In left-sided CDH in the standard 4-chamber view of the heart contralateral lung in all fetuses was visualized in a dorsal part of right hemithorax. In anatomical variants of left-sided CDH with retrocardiac stomach position, identification of the contralateral right lung was complicated (Fig. 6).



**Рис. 6.** Утруднена ідентифікація правої легені (порожня стрілка) при лівобічній ВДК із ретрокардіальною позицією шлунка (стрілка)

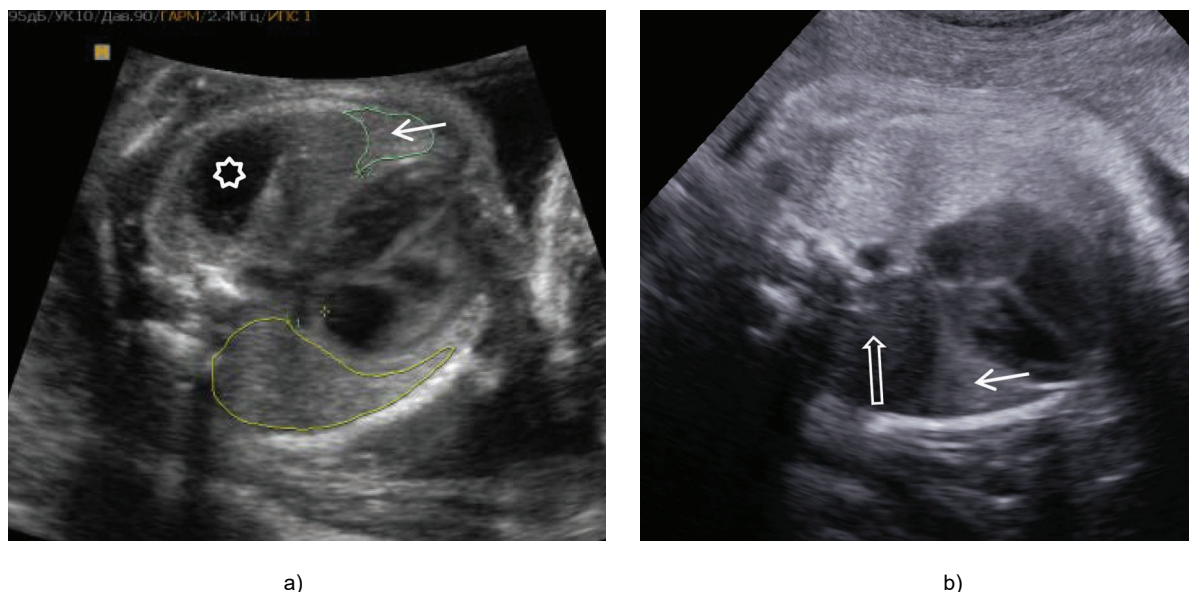
**Fig. 6.** Complicated identification of the right lung (empty arrow) in the fetus with left-sided CDH and retrocardiac position of the stomach (arrow)

The ipsilateral lung at the level of four-chambered view of the heart was visualized in 6 observations among fetuses with left sided CDH (Figure 7), and in none among right sided group.

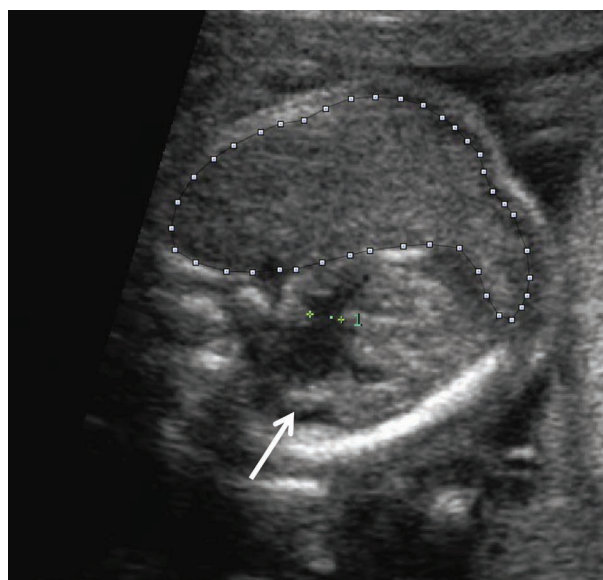
In one case there was an anatomical variant of right-sided CDH, in which the heart was maximally shifted to the left – to the middle and dorsal part of left hemithorax, close to the inner surface of the ribs (Figure 8). In the projection of the expected location, the left lung was not visualized at all.

In bilateral hernias at the level of the 4-chamber view of the heart none of the lungs were present, their standard measurements could not be performed. In a rare case of bilateral CDH with two-sided herniation of the liver, hypo/isoechoic homogeneous structures to the right and to the left of the heart may be mistaken





**Рис. 7.** Візуалізація іпсилатеральної лівої легені (стрілка) у передніх відділах ГК у плодів із лівобічними ВДК: при псевдоанатомічній позиції шлунка (а); при герніації лише селезінки (порожня стрілка) (b)  
**Fig. 7.** Visualization of the ipsilateral left lung (arrow) in the anterior part of the thorax in fetuses with left-sided CDH: in case of pseudoanatomical stomach (asterisk) position (a); in case of spleen herniation only (empty arrow) (b)



**Рис. 8.** Правобічна ВДК у плода: контралатеральна ліва легеня в типовому місці не візуалізується (стрілка), серце розташовано впритул до внутрішньої поверхні ребер. Транслокована частина печінки (обведена функцією trace) займає весь лівий гемиторакс та вентральні відділи правого гемитораксу  
**Fig. 8.** Right-sided CDH in the fetus: the contralateral left lung is not visualized in a typical place (arrow), the heart is located close to the inner surface of the ribs. The herniated part of the liver (traced by dots) occupies entire left hemithorax and ventral part of right hemithorax

фіковані як легені (рис. 9, а). Сканування в сагітальній площині демонструє, що гіпоплазовані легені візуалізувались лише у верхніх відділах ГК плода (рис. 9, б).

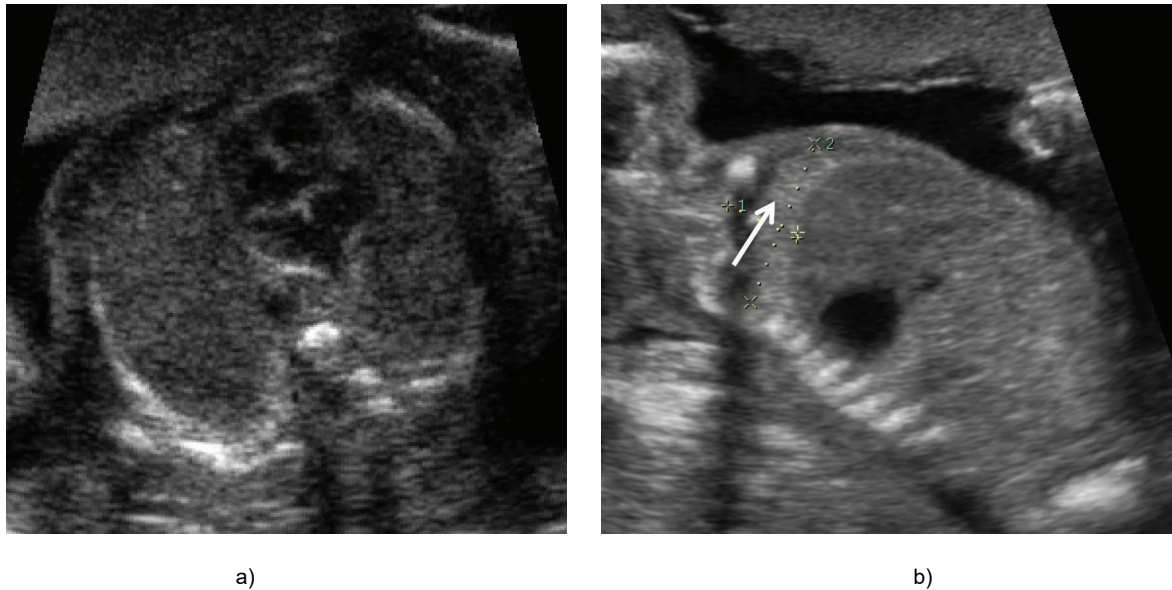
Після ідентифікації легені проводиться огляд її зовнішніх контурів, особливо медіальних – в проекції частого розташування селезінки, ехоструктура якої незначно відрізняється від ехоструктури легені (рис. 4).

Двовимірну оцінку розмірів легень при ВДК проводиться в поперечній площині грудної клітки. Під час сканування обирають положення трансдюсера максимально наближене до легені плода, далі протягом динамічного сканування ГК отримується зріз на рівні атріовентрикулярних клапанів серця. Контроль

for lungs (Fig. 9, a). Scanning in the sagittal plane shows that hypoplastic lungs are visualized only in the upper part of the fetal thorax (Fig. 9, b).

After identification of the lung, thorough examination of its external contours should be performed, especially of the medial surface – in the projection of possible location of herniated spleen; the echo structure of the latter can be only slightly different from echo structure of the lung (Fig. 4).

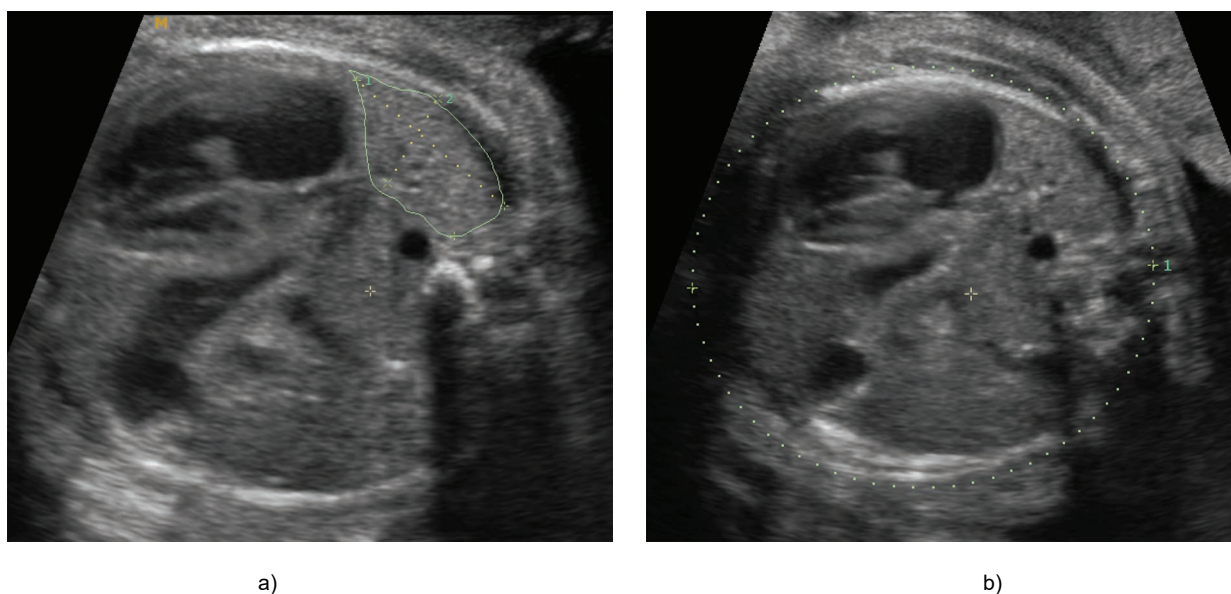
Two-dimensional assessment of lung size in fetuses with CDH is performed in the transverse section of the chest. During the scan, probe's position should be aimed with the closest proximity to fetal lung; then, during dynamic scan of the thorax, plane at the level of the atrio-ventricular valves



**Рис. 9.** УЗ-зображення двобічної ВДК у плода:  
у поперечній площині помірна декстрокардія, герніація печінки у ГК праворуч та ліворуч від серця  
(при обстеженні вагітної у поліклініці за місцем проживання помилково визнана за легені) (а),  
у сагітальній площині зменшена ліва легеня (стрілка) візуалізується у верхніх відділах грудної клітки (б)  
**Fig. 9.** US image of bilateral CDH in the fetus:  
in the transverse plane moderate dextrocardia, herniation parts of liver are located to the right and to the left of the heart  
(at the initial exam in primary-level clinic were erroneously recognized as lungs) (a),  
in the sagittal plane hypoplastic left lung (arrow) is visualized in the upper part of the thorax (b)

якості поперечного виведення проводився оцінкою зображення реберної дуги (візуалізація лише одного ребра). Максимальний передньозадній розмір вимірюють встановленням лінійних каліперів: в задніх відділах легені – в проекції скапулярної лінії, в передніх – на максимально віддалений край легеневої паренхіми, після цього вимірюють найбільший діаметр, перпендикулярний до передньозаднього. Площа легені визначається за допомогою функції мануального обведення контурів (trace). Окружність та площа ГК вимірюється за допомогою функції еліпса, по зовнішньому контуру ребер, хребта та груднини (рис. 10).

of the heart should be obtained. Quality control of the transverse section is performed by evaluating imaging of the ribs (only one rib must be visible). The longest anterior-posterior diameter is measured by placement of linear calipers: in the posterior part of the lung, near the scapular line, and in the anterior part – on the farthest edge of the lung parenchyma; then the longest diameter, perpendicular to anterior-posterior, is measured. Area of the lung is determined by manual tracing of its contour. Circumference and area of the thorax are measured using the ellipse function, along the outer contour of the ribs, spine and sternum (Fig. 10).



**Рис. 10.** Біометрія контралатеральної легені (а) та грудної клітки (б)  
на рівні чотирикамерного зрізу серця плода із лівобічною діафрагмальною килюю в 33 тиж. вагітності  
**Fig. 10.** Biometry of contralateral lung (a) and thorax (b)  
at the level of four-chamber view of the heart in a fetus with left sided diaphragmatic hernia at 33 weeks of pregnancy

У переважній більшості випадків у стандартній площині візуалізується лише контралатеральна легеня, більшість прогностичних індексів розраховують відповідно до її розмірів. За умови візуалізації іпсилатеральної легені на рівні чотирикамерного зрізу серця вимірюється її площа за допомогою функції мануального обведення контурів.

З огляду на складну об'ємну форму легень, їх дислокацію та компресію, рекомендуються проводити декілька вимірювань (від трьох до п'яти) з подальшим розрахунком середніх показників, які надалі використовуються для розрахунку прогностичних індексів.

Для термін-незалежної оцінки розмірів легень рекомендується розраховувати такі індекси:

- відсоток площі контралатеральної легені від очікуваної в даному терміні;
- легенево-феморальний індекс (ЛФІ);
- легенево-краніальний індекс (lung area to head circumference ratio, LHR);
- легенево-торакальний індекс (lung-to-thorax transverse area ratio, L/T R);
- для термін-незалежної оцінки ступеня герніації печінки до ГК рекомендується розрахунок печінково-легеневого індексу (ПЛІ).

**Відсоток площі контралатеральної легені від очікуваної в даному терміні** – відношення площі контралатеральної легені до показника 50-го перцентилі для даного терміну вагітності помножене на 100 %:

$$\% S = S_{\text{кл}} / S_{\text{оч}} * 100 \%,$$

де % S – відношення площі контралатеральної до дефекту легені до показника 50-го перцентилі,  $S_{\text{кл}}$  – площа контралатеральної легені,  $S_{50}$  – показник 50-го перцентилі площі відповідної легені (правої або лівої) в даному терміні вагітності. Відповідно до розрахованого показника визначається ступінь гіпоплазії легені:  $\geq 60$  % гіпоплазія легкого ступеня, 30–59 % середнього ступеня,  $< 30$  % гіпоплазія тяжкого ступеня. [23].

**Легенево-феморальний індекс (ЛФІ)** – відношення максимального передньозаднього діаметра контралатеральної легені до довжини стегна плода:

$$\text{ЛФІ} = d_1 / \text{ДС},$$

де ЛФІ – легенево-феморальний індекс,  $d_1$  – максимальний передньозадній діаметр легені, ДС – довжина діафізу стегна [24].

**Легенево-краніальний індекс (lung area to head circumference ratio, LHR)** є відношенням площі контралатеральної легені (в  $\text{мм}^2$ ) до показника окружності голівки плода [21]:

$$\text{LHR} = S / \text{ОГ}.$$

Опубліковано три модифікації даного індексу відповідно до способу визначення площі: множення передньозаднього та поперечного діаметрів, множення найбільших передньозаднього та поперечного діаметрів, та спосіб мануального обведення [21]. Окружність голівки плода вимірюється стандартним способом, в мм.

З огляду на дані про збільшення LHR у динаміці вагітності, в сучасних дослідженнях проводиться розрахунок відношення отриманого до очікуваного LHR (observed to expected LHR, o/e LHR) – відношення показника, обчисленого в конкретному випадку до нормативного для даного гестаційного віку [11, 21]:

$$\text{o/e LHR} = \text{oLHR} / \text{eLHR}.$$

In the vast majority of cases, only contralateral lung is visualized in the standard plane, and most prognostic indices are calculated according to its size only. If the ipsilateral lung is visualized at the level of the 4-chamber view of the heart, its area is measured by manual tracing.

Given the complex volumetric shape of the lungs, as well as their dystopia and compression, it is recommended to perform several measurements (from three to five) with the subsequent calculation of corresponding averages, which are then used to obtain prognostic indices.

For term-independent evaluation of lung size, it is recommended to calculate the following indices:

- percentage of the contralateral lung area from the expected in this term;
- lung-to-femur index (LFI);
- lung area to head circumference ratio;
- lung-to-thorax transverse area ratio (L/T R);
- for a term-independent assessment of the degree of liver herniation, it is recommended to calculate liver-to-lung area ratio (Li/L R).

**Percentage of the contralateral lung area from the expected in this term** – the ratio of obtained contralateral lung area to the 50th percentile's value for gestational age of pregnancy multiplied by 100 %:

$$\% S = S_{\text{CL}} / S_{50} * 100 \%,$$

where % S is the ratio of the contralateral to the defect lung's area to the 50th percentile value,  $S_{\text{CL}}$  is measured area of the contralateral lung,  $S_{50}$  is the value of 50th percentile of the corresponding lung area (right or left) for the given term of pregnancy. According to calculated indices, the degree of pulmonary hypoplasia is determined:  $\geq 60$  % – mild hypoplasia, 30–59 % – moderate,  $< 30$  % – severe hypoplasia. [23].

**Lung-to-femur index (LFI)** – the ratio of the maximum anterior-posterior diameter of contralateral lung to the femur diaphysis length of the fetus;

$$\text{LFI} = d_1 / \text{FL},$$

where LFI – lung-to-femur index,  $d_1$  – maximum anterior-posterior diameter of the lung, FL – femur diaphysis length [24].

**Lung area to head circumference ratio, (LHR)** is the ratio of the area of the contralateral lung (in  $\text{mm}^2$ ) to the fetal head circumference (in  $\text{mm}^2$ ) [21]:

$$\text{LHR} = S_{\text{CL}} / \text{HC}.$$

Three modifications of this ratio were published – according to the method of obtaining the value of contralateral lung area: multiplication of its anterior-posterior and transverse diameters, multiplication of the longest and transverse diameters, and method of manual tracing [21]. The circumference of the fetal head is measured by standard method, value is taken in mm.

In consideration of the fact, that LHR increases exponentially during gestation, current studies recommend to calculate observed to expected LHR ratio (o/e LHR) – which is the ratio of LHR value calculated in a particular case (oLHR) to the appropriate expected mean for gestational age (eLHR), expressed as a percentage [11, 21]:

$$\text{o/e LHR} = \text{oLHR} / \text{eLHR}.$$



Залежно від способу визначення площі контралатеральної легені використовують різні нормограми – для методу діаметрів та для методу обведення.

Альтернативним способом термін-незалежної оцінки легенево-краніального індексу є розрахунок кількісного легеневого індексу (quantitative lung index, QLI) [22].

Нормативні для гестаційного терміну показники LHR, значення о/е LHR та QLI можна розрахувати за відповідними формулами, або скористатись он-лайн калькулятором на сайті <http://perinatology.com/calculators/LHR.htm>.

**Легенево-торакальний індекс (lung-to-thorax transverse area ratio, L/T R)** є відношенням сумарного показника площі контралатеральної та іпсилатеральної легень до показника площі грудної клітки плода [5]:

$$L/T R = (S_{кл} + S_{іл}) / S_{гк}$$

Цей індекс дозволяє краще оцінити ситуацію при візуалізації у стандартному зрізі обох легень. Якщо на рівні чотирикамерного зрізу серця візуалізується лише контралатеральна легеня, розрахунок індексу проводиться тільки за її площею.

**Для термін-незалежної оцінки ступеня герніації печінки до ГК рекомендується розрахунок печінково-легеневого індексу (ПЛІ), який є відношенням площі герніюваної частки печінки до показника площі легень, визначених функцією мануального обведення контурів (рис. 11) [25].**

Depending on the method of obtaining the value of contralateral lung area, different normograms are used – for the method of diameters and for the method of traced area.

An alternative method of term-independent assessment of LHR is calculation of the quantitative lung index (QLI) [22].

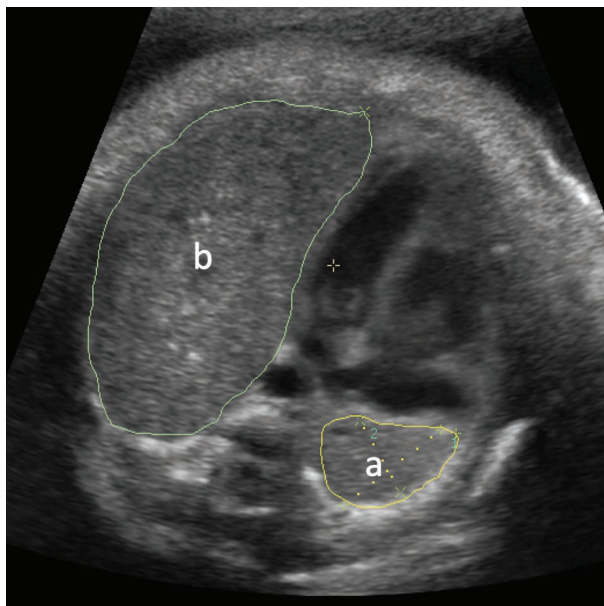
Normal for gestational age LHR, o/e LHR and QLI can be calculated by corresponding formulas, or with the help of online calculator at the site <http://perinatology.com/calculators/LHR.htm>.

**Lung-to-thorax transverse area ratio (L/T R)** is the ratio of the total (contralateral and ipsilateral) lungs area to the value of fetal thorax area:

$$L/T R = (SCL + SIL) / STh [5].$$

This index allows for better assessment in cases when ipsilateral lung is also visualized at the 4-chamber view. If only contralateral lung is visualized at the standard plane, the ratio is calculated with its area value.

**For a term-independent assessment of the degree of liver herniation, it is recommended to calculate liver-to-lung area ratio (Li/L R), which is the ratio of herniated liver area to the lung(s) area measured by manual tracing (Fig. 11) [25].**



**Рис. 11.** Вимірювання контралатеральної легені (а) та транслокованої частки печінки (б) на рівні чотирикамерного зрізу серця плода із лівобічною діафрагмальною кілою для розрахунку печінково-легеневого індексу  
**Fig. 11.** Measurement of contralateral lung area (a) and herniated part of the liver area (b) at the four-chamber view of the heart for calculation of liver-to-lung area ratio in a fetus with left-sided CDH

У відповідності до величин ПЛІ оцінюють ступінь герніації печінки до грудної клітки: < 1,0 – герніація легкого ступеня, від 1 до 1,5 – середнього ступеня, > 1,5 – герніація тяжкого ступеня.

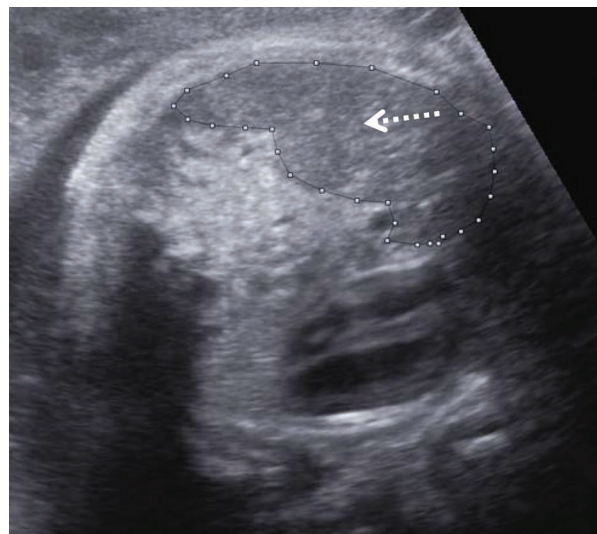
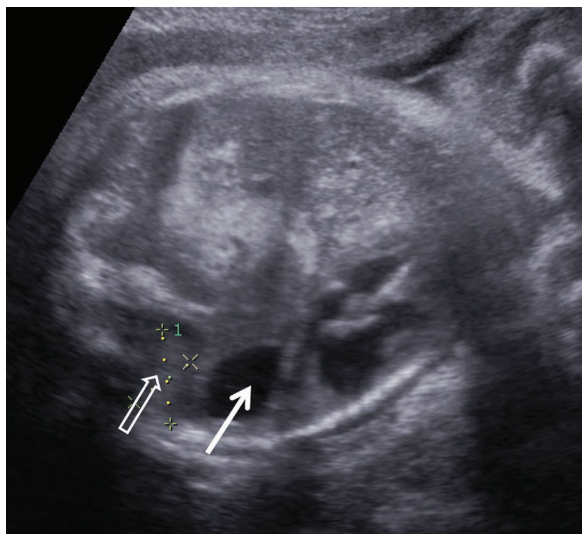
Результати проведених досліджень і розрахунків рекомендується додавати до остаточного діагнозу. Наприклад: «Вроджена вада розвитку у плода: ліво-бічна діафрагмальна кіла (аплазія купола діафрагми). Герніація печінки, шлунка, кишечника, селезінки до грудної клітки. Ретрокардіальна позиція шлунка. Гер-

According to Li/L R value a degree of liver herniation into the chest can be determined as following: < 1.0 – mild herniation, from 1 to 1.5 – moderate, > 1.5 – severe herniation.

It is recommended to include the results of examination and calculations to the final diagnosis. For example: «Congenital anomaly of the fetus: left hemidiaphragmatic hernia (aplasia of the left hemidiaphragm highly probable). Herniation of the liver, stomach, intestine and spleen into the thorax. Retrocardiac stomach position.

ніація печінки тяжкого ступеня. Гіпоплазія правої легені тяжкого ступеня. Аплазія лівої легені. Екстрадекст-  
рокардія» (рис. 12).

Severe herniation of the liver. Severe hypoplasia of the right lung. Aplasia of the left lung. Extradextro-  
cardia». (Fig. 12).



a)

b)

**Рис. 12.** УЗ-зображення грудної клітки у плода з ізольованою лівобічною ВДК в 37 тиж. вагітності.

Екстрадекстроскардія, ретрокардіальна позиція шлунка (стрілка),  
гіпоплазія правої легені тяжкого ступеня (порожня стрілка) (а);

в лівому гемітораксі петлі кишечника, герніація печінки тяжкого ступеня (пунктирна стрілка) (b)

**Fig. 12.** US image of fetal thorax in the case of isolated left sided CDH at 37 weeks of gestation.

Extradextrocardia, retrocardiac position of stomach (arrow); severe hypoplasia of right lung (empty arrow) (a);  
intestine in the left hemithorax, severe liver herniation (dotted arrow) into left hemithorax (b)

## ВИСНОВКИ

## CONCLUSIONS

1. Пренатальна ультразвукова семіотика вроджених діафрагмальних кил характеризується значною варіабельністю внаслідок анатомо-топографічної неоднорідності патології, та суттєвих змін у динаміці вагітності. Особливості візуалізації та виразні зміни топографічної анатомії грудної клітки і черевної порожнини створюють передумови для діагностичних помилок, а саме неправильної ідентифікації та біометрії органів, що залучені до патологічного процесу.

2. Розроблена методологія уніфікованих пренатальних ультразвукових вимірювань та оцінки ключових анатомічних структур у випадку вродженої діафрагмальної кили у плода дозволяє встановити повний коректний пренатальний діагноз, визначити ступінь тяжкості патологічного процесу та прогнозу для вибору тактики ведення вагітності та пологів.

1. Prenatal ultrasound semiotics of fetal congenital diaphragmatic hernia is characterized by significant variability due to anatomical heterogeneity of pathology, and significant changes during pregnancy. Features of US imaging and significant changes of thoracic and abdominal topographic anatomy create preconditions for diagnostic errors, namely incorrect identification and measurement of organs involved in the pathological process.

2. The developed methodology of unified prenatal ultrasound measurements and assessment of key anatomical structures in fetal congenital diaphragmatic hernia is recommended for use in specialized tertiary institutions; it allows one to establish complete correct prenatal diagnosis, and to determine the severity of the pathological process and prognosis for the correct choice of pregnancy and labor management.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## REFERENCES

1. Ackerman K.G., Vargas S.O., Wilson J.A., Jennings R.W., Kozakewich H.P., Pober B. R. Congenital diaphragmatic defects: proposal for a new classification based on observations in 234 patients. *Pediatric and developmental pathology*. 2012. Vol. 15(4). P. 265–274. DOI: <https://doi.org/10.2350/11-05-1041-OA.1>
2. Ameis D., Khoshgoo N., Keijzer R. Abnormal lung development in congenital diaphragmatic hernia. *Seminars in Pediatric Surgery*. 2017. Vol. 26(3). P. 123–128. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2017.04.011>
3. Puligandla P. S., Skarsgard E. D., Offringa M., Adatia I., Baird R. et al. Canadian Congenital Diaphragmatic Hernia Collaborative. Diagnosis and management of congenital diaphragmatic hernia: a clinical practice guideline. *CMAJ*. 2018. Vol. 190(4). P. E103–E112. DOI: <https://doi.org/10.1503/cmaj.170206>
4. Ito M., Terui K., Nagata K., Yamoto M., Shiraishi M., Okuyama H. et al. Clinical guidelines for the treatment of congenital diaphragmatic

1. Ackerman KG, Vargas SO, Wilson JA, Jennings RW, Kozakewich HP, Pober BR. Congenital diaphragmatic defects: proposal for a new classification based on observations in 234 patients. *Pediatric and developmental pathology*. 2012;15(4):265–74. (In English). DOI: <https://doi.org/10.2350/11-05-1041-OA.1>
2. Ameis D, Khoshgoo N, Keijzer R. Abnormal lung development in congenital diaphragmatic hernia. *Seminars in Pediatric Surgery*. 2017;26(3):123–8. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2017.04.011>
3. Puligandla PS, Skarsgard ED, Offringa M, Adatia I, Baird R et al. Canadian Congenital Diaphragmatic Hernia Collaborative. Diagnosis and management of congenital diaphragmatic hernia: a clinical practice guideline. *CMAJ*. 2018;190(4):E103–12. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1503/cmaj.170206>
4. Ito M, Terui K, Nagata K, Yamoto M, Shiraishi M, Okuyama H et al. Clinical guidelines for the treatment of congenital diaphragmatic

- hernia. *Pediatrics International*. 2021. Vol. 63(4). P. 371–390. DOI: <https://doi.org/10.1111/ped.14473>
5. Masahata K., Usui N., Shimizu Y., Takeuchi M., Sasahara J., Mochizuki N. et al. Clinical outcomes and protocol for the management of isolated congenital diaphragmatic hernia based on our prenatal risk stratification system. *Journal of pediatric surgery*. 2020. Vol. 55(8). P. 1528–1534. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2019.10.020>
6. Гребініченко Г. О., Гордієнко І. Ю., Слєпов О. К., Журавель А. О. Анатомічні варіанти вродженої діафрагмальної кири, їх клінічне значення та можливості пренатальної диференціації. *Український журнал перинатології і педіатрії*. 2020. № 4(84). С. 19–27. DOI: <https://doi.org/10.15574/PP.2020.84.19>
7. Perrone E. E., Abbasi N., Cortes M. S., Umar U., Ryan G., Johnson A. et al. Prenatal assessment of congenital diaphragmatic hernia at North American fetal therapy network centers: A continued plea for standardization. *Prenatal Diagnosis*. 2021. Vol. 41(2). P. 200–206. DOI: <https://doi.org/10.1002/pd.5859>
8. Petroze R. T., Caminsky N. G., Trebichavsky J., Bouchard S., Le-Nguyen A. et al. Prenatal prediction of survival in congenital diaphragmatic hernia: An audit of postnatal outcomes. *Journal of Pediatric Surgery*. 2019. Vol. 54(5). P. 925–931. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2019.01.021>
9. Cordier A.-G., Russo F. M., Deprest J., Benachi A. Prenatal diagnosis, imaging, and prognosis in Congenital Diaphragmatic Hernia. *Seminars in Perinatology*. 2020. Vol. 44(1). 51163 p. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2019.07.002>
10. Kim A. G., Mon R., Karmakar M., Lally P. A., Hirschl R. B. et al. Predicting lethal pulmonary hypoplasia in congenital diaphragmatic hernia (CDH): Institutional experience combined with CDH registry outcomes. *Journal of Pediatric Surgery*. 2020. Vol. 55(12). P. 2618–2624. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2020.08.010>
11. Russo F. M., Cordier A. G., De Cattede L., Saada J., Benachi A., Deprest J. Proposal for standardized prenatal ultrasound assessment of the fetus with congenital diaphragmatic hernia by the European reference network on rare inherited and congenital anomalies (ERNICA). Work stream Prenatal Management, ERNICA European reference network. *Prenatal diagnosis*. 2018. Vol. 38(9). P. 629–637. DOI: <https://doi.org/10.1002/pd.5297>
12. Гребініченко Г., Гордієнко І., Тарাপурова О. Варіанти розташування шлунку при різних типах вродженої діафрагмальної кири у плода. *Radiation Diagnostics, Radiation Therapy*. 2020. № 2. С. 7–17. DOI: <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-2-1>
13. Romiti A., Viggiano M., Conforti A., Valfré L., Ravà L., CiofiDegliAtti M., Bagolan P., Caforio L. Ultrasonographic assessment of mediastinal shift angle (MSA) in isolated left congenital diaphragmatic hernia for the prediction of postnatal survival. *The journal of maternal-fetal & neonatal medicine*. 2020. Vol. 33(8). P. 1330–1335. DOI: <https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1517329>
14. Didier R. A., DeBari S. E., Oliver E. R., Gebb J. S., Howell L. J. et al. Secondary Imaging Findings Aid in Prenatal Diagnosis and Characterization of Congenital Diaphragmatic Hernia: Role of an Abnormal Orientation of Vascular Structures and Gallbladder Position. *Journal of ultrasound in medicine*. 2019. Vol. 38(6). P. 1449–1456. DOI: <https://doi.org/10.1002/jum.14823>
15. Oluyomi-Obi T., Van Mieghem T., Ryan G. Fetal imaging and therapy for CDH—Current status. *Seminars in Pediatric Surgery*. 2017. Vol. 26(3). P. 140–146. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2017.04.002>
16. Basta A. M., Lusk L. A., Keller R. L., Filly R. A. Spleen Behind the Heart Complicates Lung-to-Head Ratio Measurement in Left-Sided Congenital Diaphragmatic Hernia. *Journal of ultrasound in medicine*. 2016. Vol. 35(12). P. 2717–2721. DOI: <https://doi.org/10.7863/ultra.15.11063>
17. Shanmugam H., Brunelli L., Botto L. D., Krikov S., Feldkamp M. L. Epidemiology and Prognosis of Congenital Diaphragmatic Hernia: A Population-Based Cohort Study in Utah: Epidemiology of Congenital Diaphragmatic Hernia. *Birth Defects Research*. 2017. Vol. 109(18). P. 1451–1459. DOI: <https://doi.org/10.1002/bdr2.1106>
18. Done E., Gucciardo L., VanMieghem T., Devriendt K., Allegaert K. et al. Clinically relevant discordances identified after tertiary reassessment of fetuses with isolated congenital diaphragmatic hernia. *Prenatal diagnosis*. 2017. Vol. 37(9). P. 883–888. DOI: <https://doi.org/10.1002/pd.5060>
19. Morgan T. A., Basta A., Filly R. A. Fetal stomach and gallbladder in contact with the bladder wall is a common ultrasound sign of stomach-down left congenital diaphragmatic hernia: Stomach-Down Left CDH. *Journal of clinical ultrasound*. 2017. Vol. 45(1). P. 8–13. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcu.22400>
20. Сафонова І. М., Шармазанова О. П., Бортний М. О., Шаповалова В. В. Неімунний набряк плода: антенатальні ультразвукові моніторинги та результати вагітності у серії з 14 клінічних випадків. *Український радіологічний та онкологічний журнал*. 2021. Т. 29. № 3. С. 101–115. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.3.2021.101-115>
21. Abbasi N., Ryan G., Johnson A., Cortes M. S., Sangi-Haghpeykar H. et al. NAFTANet\*. Reproducibility of fetal lung-to-head ratio in left diaphragmatic hernia across the North American Fetal Therapy Network (NAFTNet). *Prenatal diagnosis*. 2019. Vol. 39(3). P. 188–194. DOI: <https://doi.org/10.1002/pd.5413>
- hernia. *Pediatrics International*. 2021;63(4):371–90. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1111/ped.14473>
5. Masahata K, Usui N, Shimizu Y, Takeuchi M, Sasahara J, Mochizuki N et al. Clinical outcomes and protocol for the management of isolated congenital diaphragmatic hernia based on our prenatal risk stratification system. *Journal of pediatric surgery*. 2020;55(8):1528–34. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2019.10.020>
6. Grebinichenko GO, Gordienko IY, Slepov OK, Zhuravel AA. Anatomical variants of congenital diaphragmatic hernia, their clinical significance and possibilities of prenatal differentiation. *Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics*. 2020;4(84):19–27. (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.15574/PP.2020.84.19>
7. Perrone EE, Abbasi N, Cortes MS, Umar U, Ryan G, Johnson A et al. Prenatal assessment of congenital diaphragmatic hernia at North American fetal therapy network centers: A continued plea for standardization. *Prenatal Diagnosis*. 2021;41(2):200–6. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1002/pd.5859>
8. Petroze RT, Caminsky NG, Trebichavsky J, Bouchard S, Le-Nguyen A et al. Prenatal prediction of survival in congenital diaphragmatic hernia: An audit of postnatal outcomes. *Journal of Pediatric Surgery*. 2019;54(5):925–31. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2019.01.021>
9. Cordier A-G, Russo FM, Deprest J, Benachi A. Prenatal diagnosis, imaging, and prognosis in Congenital Diaphragmatic Hernia. *Seminars in Perinatology*. 2020;44(1):51163. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2019.07.002>
10. Kim AG, Mon R, Karmakar M, Lally PA, Hirschl RB et al. Predicting lethal pulmonary hypoplasia in congenital diaphragmatic hernia (CDH): Institutional experience combined with CDH registry outcomes. *Journal of Pediatric Surgery*. 2020;55(12):2618–24. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2020.08.010>
11. Russo FM, Cordier AG, De Cattede L, Saada J, Benachi A, Deprest J. Proposal for standardized prenatal ultrasound assessment of the fetus with congenital diaphragmatic hernia by the European reference network on rare inherited and congenital anomalies (ERNICA). Work stream Prenatal Management, ERNICA European reference network. *Prenatal diagnosis*. 2018;38(9):629–37. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1002/pd.5297>
12. Grebinichenko G, Gordienko I, Tarapurova O. Variations of the location of the stomach in different types of congenital diaphragmatic hernia in the fetus. *Radiation Diagnostics, Radiation Therapy*. 2020;2:7–17. (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.37336/2707-0700-2020-2-1>
13. Romiti A, Viggiano M, Conforti A, Valfré L, Ravà L, CiofiDegliAtti M, Bagolan P, Caforio L. Ultrasonographic assessment of mediastinal shift angle (MSA) in isolated left congenital diaphragmatic hernia for the prediction of postnatal survival. *The journal of maternal-fetal & neonatal medicine*. 2020;33(8):1330–5. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1517329>
14. Didier RA, DeBari SE, Oliver ER, Gebb JS, Howell LJ et al. Secondary Imaging Findings Aid in Prenatal Diagnosis and Characterization of Congenital Diaphragmatic Hernia: Role of an Abnormal Orientation of Vascular Structures and Gallbladder Position. *Journal of ultrasound in medicine*. 2019;38(6):1449–56. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1002/jum.14823>
15. Oluyomi-Obi T, Van Mieghem T, Ryan G. Fetal imaging and therapy for CDH—Current status. *Seminars in Pediatric Surgery*. 2017;26(3):140–6. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2017.04.002>
16. Basta AM, Lusk LA, Keller RL, Filly RA. Spleen Behind the Heart Complicates Lung-to-Head Ratio Measurement in Left-Sided Congenital Diaphragmatic Hernia. *Journal of ultrasound in medicine*. 2016;35(12):2717–21. (In English). DOI: <https://doi.org/10.7863/ultra.15.11063>
17. Shanmugam H, Brunelli L, Botto LD, Krikov S, Feldkamp ML. Epidemiology and Prognosis of Congenital Diaphragmatic Hernia: A Population-Based Cohort Study in Utah: Epidemiology of Congenital Diaphragmatic Hernia. *Birth Defects Research*. 2017;109(18):1451–9. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1002/bdr2.1106>
18. Done E, Gucciardo L, VanMieghem T, Devriendt K, Allegaert K et al. Clinically relevant discordances identified after tertiary reassessment of fetuses with isolated congenital diaphragmatic hernia. *Prenatal diagnosis*. 2017;37(9):883–8. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1002/pd.5060>
19. Morgan TA, Basta A, Filly RA. Fetal stomach and gallbladder in contact with the bladder wall is a common ultrasound sign of stomach-down left congenital diaphragmatic hernia: Stomach-Down Left CDH. *Journal of clinical ultrasound*. 2017;45(1): 8–13. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1002/jcu.22400>
20. Safonova IM, Sharmazanova OP, Bortny MO, Shapovalova VV. Non-immune fetal edema: antenatal ultrasound monitoring and pregnancy results in a series of 14 clinical cases. *Ukrainian Radiological and Oncological Journal*. 2021;29(3):101–15. (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.3.2021.101-115>
21. Abbasi N, Ryan G, Johnson A, Cortes MS, Sangi-Haghpeykar H et al. NAFTANet\*. Reproducibility of fetal lung-to-head ratio in left diaphragmatic hernia across the North American Fetal Therapy Network (NAFTNet). *Prenatal diagnosis*. 2019;39(3):188–94. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1002/pd.5413>



22. Kontopoulos E. V., Quintero L. F., Chmait R., Quintero R. A. The quantitative lung index: the left lung. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 2020. Vol. 25. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1847076>
23. Спосіб визначення ступеня гіпоплазії легенів у плода: пат. на винахід Україна, пат. на винахід UA 106319; заявл. 04.07.2013; опубл. 11.08.2014, Бюл. № 15.
24. Спосіб визначення відповідності розмірів легенів плода терміну вагітності: пат. на винахід UA 104531; заявл. 19.12.2012; опубл. 10.02.2014, Бюл. № 3.
25. Спосіб визначення ступеня герніції печінки в грудну клітку у плоді з вродженою діафрагмальною кілою: пат. на винахід UA 120568; заявл. 26.06.2018; опубл. 26.12.2019, Бюл. № 24.
22. Kontopoulos EV, Quintero LF, Chmait R, Quintero RA. The quantitative lung index: the left lung. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 2020;25:1–7. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1847076>
23. The method of determining the degree of pulmonary hypoplasia in the fetus: US Pat. for invention Ukraine, US Pat. according to the invention UA 106319; stated 04.07.2013; publ. 11.08.2014, Bull. № 15. (In Ukrainian).
24. The method of determining the conformity of the size of the lungs of the fetus during pregnancy: US Pat. according to the invention UA 104531; stated 19.12.2012; publ. 10.02.2014, Bull. № 3. (In Ukrainian).
25. The method of determining the degree of herniation of the liver in the chest in fetuses with congenital diaphragmatic hernia: US Pat. according to the invention RU 120568; stated 06/26/2018; publ. 12/26/2019, Bull. № 24. (In Ukrainian).

#### Перспективи подальших досліджень

#### Prospects for further research

Валідація розробленої методології в установах третього рівня. Уточнення прогностичної значущості результатів ультразвукових досліджень у предикції перинатальних наслідків.

Validation of the developed methodology in tertiary institutions. Assessment of prognostic value of US exam data for the prediction of perinatal outcomes.

#### Конфлікт інтересів

#### Conflict of interest

Автори не мають заявлених конкуруючих інтересів.

The authors declare no conflict of interest.

#### Інформація про фінансування

#### Funding information

Фінансування видатками Державного бюджету України.

Financed by the State Budget of Ukraine.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Гребініченко Ганна Олександрівна** – доктор медичних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділення медицини плода Державної установи «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології ім. академіка О.М. Лук'янової Національної академії медичних наук України»; вул. Платона Майбороди, буд. 8, м. Київ, Україна, 04050;  
e-mail: [grebiniichenko.ganna@gmail.com](mailto:grebiniichenko.ganna@gmail.com)  
моб.: +38 (097) 213-00-83  
тел. роб.: +38 (044) 483-92-39

**Внесок автора:** розробка концепції дослідження, проведення пренатальних ультразвукових досліджень, збір, обробка, аналіз даних, написання роботи українською та англійською мовами.

**Гордієнко Ірина Юріївна** – доктор медичних наук, професор, завідувачка відділення медицини плода Державної установи «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології ім. академіка О.М. Лук'янової Національної академії медичних наук України»; вул. Платона Майбороди, буд. 8, м. Київ, Україна, 04050;  
e-mail: [i.gordienko.k@gmail.com](mailto:i.gordienko.k@gmail.com)  
моб.: +38 (067) 209-36-71  
тел. роб.: +38 (044) 483-92-39

**Внесок автора:** розробка концепції дослідження, загальне керівництво, проведення пренатальних ультразвукових досліджень, наукове редагування тексту.

**Тарাপурова Олена Миколаївна** – кандидат медичних наук, провідний науковий співробітник відділення медицини плода Державної установи «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології ім. академіка О.М. Лук'янової Національної академії медичних наук України»; вул. Платона Майбороди, буд. 8, м. Київ, Україна, 04050;  
e-mail: [elena.tarapurova@gmail.com](mailto:elena.tarapurova@gmail.com)  
моб.: +38 (050) 330-42-47  
тел. роб.: +38 (044) 483-92-39

**Внесок автора:** проведення пренатальних ультразвукових досліджень, збір, обробка, аналіз даних.

**Grebiniichenko Ganna Olexandrivna** – Doctor of Medical Sciences, Senior Researcher, Senior Researcher of the Department of Fetal Medicine of the State Institution «Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology named after Academician O.M. Lukyanova of National Academy of Medical Sciences of Ukraine»; 8, Platona Mayborody Str., Kyiv, Ukraine, 04050;  
e-mail: [grebiniichenko.ganna@gmail.com](mailto:grebiniichenko.ganna@gmail.com)  
mob. phone: +38 (097) 213-00-83  
office phone: +38 (044) 483-92-39

**Author's contribution:** development of the research concept, conducting the prenatal ultrasound examination of patients, data collection, processing, and analysis, writing the article in Ukrainian and English.

**Gordienko Iryna Yuriyivna** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Fetal Medicine of the State Institution «Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology named after Academician O.M. Lukyanova of National Academy of Medical Sciences of Ukraine»; 8, Platona Mayborody Str., Kyiv, Ukraine, 04050;  
e-mail: [i.gordienko.k@gmail.com](mailto:i.gordienko.k@gmail.com)  
mob. phone: +38 (067) 209-36-71  
office phone: +38 (044) 483-92-39

**Author's contribution:** development of the research concept, general management of the study, conducting the prenatal ultrasound examination of patients, scientific editing of the article.

**Tarapurova Olena Mykolayivna** – Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher of the Department of Fetal Medicine of the State Institution «Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology named after Academician O.M. Lukyanova of National Academy of Medical Sciences of Ukraine»; 8, Platona Mayborody Str., Kyiv, Ukraine, 04050;  
e-mail: [elena.tarapurova@gmail.com](mailto:elena.tarapurova@gmail.com)  
mob. phone: +38 (050) 330-42-47  
office phone: +38 (044) 483-92-39

**Author's contribution:** conducting the prenatal ultrasound examination of patients, data collection, processing and analysis.

Рукопис надійшов  
Manuscript was received  
09.11.2021

Отримано після рецензування  
Received after review  
18.11.2021

Прийнято до друку  
Accepted for printing  
23.12.2021

Опубліковано  
Published  
29.12.2021