

УДК 616.334-007.271-007.61-073.48

О. Є. Борова–Галай<sup>1</sup>, Б. Я. Мальований<sup>1</sup>, А. А. Переяслов<sup>2</sup>, О. М. Никифорок<sup>1,2</sup>

# Ультрасонографія у діагностиці гіпертрофічного пілоростенозу в дітей: переваги та «підводні камені»

<sup>1</sup>КНП ЛОР Львівська обласна дитяча клінічна лікарня «ОХМАТДИТ», Україна<sup>2</sup>Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна

Paediatric Surgery(Ukraine).2022.4(77):17-22; doi 10.15574/PS.2022.77.17

**For citation:** Borova-Halay OE, Malovanyy BY, Pereyaslov AA, Nykyforuk OM. (2022). Ultrasonography in diagnostic of hypertrophic pyloric stenosis in children: advantages and pitfalls. Paediatric Surgery (Ukraine). 4 (77): 17-22. doi: 10.15574/PS.2022.77.17.

Гіпертрофічний пілоростеноз (ГПС) у новонароджених є одним із найчастіших факторів блювання, який потребує хірургічного втручання. Упродовж багатьох років рентгенологічне обстеження було основним методом для підтвердження діагнозу ГПС, проте після перших повідомлень про можливість ультрасонографії (УСГ) у діагностуванні цієї патології метод набув значного поширення в клінічній практиці.

**Мета** – узагальнити власний досвід використання УСГ для діагностики ГПС; визначити переваги і недоліки цього методу обстеження.

**Матеріали та методи.** Дослідження ґрунтувалося на результатах УСГ 93 пацієнтів із ГПС та 27 дітей з діагнозом пілороспазм, які перебували на обстеженні та лікуванні в КНП ЛОР Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «ОХМАТДИТ» упродовж 2009–2020 рр.

При УСГ визначено товщину пілоричного м'яза, довжину, передньо-задній розмір і діаметр просвіту пілоричного каналу.

Статистичне опрацювання результатів дослідження проведено з використанням програми «StatPlus: mac, AnalystSoft Inc.» (version v8).

**Результати.** Товщина пілоричного м'яза та довжина пілоричного каналу є основними критеріями підтвердження/виключення діагнозу ГПС. У визначенні товщини пілоричного м'яза слід пам'ятати, що тангенціальне положення датчика та скорочення м'яза можуть зумовити псевдостовщення. За результатами нашого дослідження, товщина пілоричного м'яза при ГПС становила  $6,4 \pm 0,3$  мм (межі коливань – 3–10 мм) і не корелювала ні з тривалістю захворювання ( $p=0,364$ ), ні з віком дитини ( $p=0,534$ ). При пілороспазмі, який клінічно може симулювати ГПС, товщина пілоричного м'яза становила  $3,02 \pm 0,1$  мм, що достовірно менше порівняно в немовлят із ГПС (t-критерій Стьюдента – 1,983;  $p=0,0000$ ). Довжина пілоричного каналу за наявності ГПС становила  $22,9 \pm 0,6$  мм (межі коливань – 16–32 мм), що достовірно відрізнялося від показників при пілороспазмі –  $15,8 \pm 0,5$  мм (t-критерій Стьюдента – 1,998;  $p=0,0000$ ). Це був єдиний показник, який чітко корелював із віком дитини ( $p=0,004$ ) і тривалістю захворювання ( $p=0,006$ ). Діаметр просвіту і передньо-задній розмір пілоричного каналу також статистично відрізнялися від показників у дітей із пілороспазмом. За результатами ROC-аналізу, найкращими маркерами для підтвердження діагнозу ГПС є товщина пілоричного м'яза, довжина і передньо-задній розмір пілоричного каналу, тоді як діаметр отвору виявляє посередню прогностичну значущість.

**Висновки.** Ультрасонографічне обстеження дає змогу з високим ступенем достовірності встановити діагноз ГПС у новонароджених. Лікар, який проводить УСГ у дитини з підозрою на пілоростеноз, повинен орієнтуватись у розмірах незміненого пілоричного каналу і при його гіпертрофії пам'ятати про «підводні камені» в обстеженні та знати шляхи їх подолання.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом усіх зазначених у роботі установ. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків дітей.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** гіпертрофічний пілоростеноз, діагностика, ультрасонографія.

## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

**Ultrasonography in diagnostic of hypertrophic pyloric stenosis in children: advantages and pitfalls**O. E. Borova–Halay<sup>1</sup>, B. Y. Malovanyu<sup>1</sup>, A. A. Pereyaslov<sup>2</sup>, O. M. Nykyforuk<sup>1,2</sup><sup>1</sup>CNE of LRC Lviv Regional Children's Clinical Hospital «ОХМАТДТ», Ukraine<sup>2</sup>Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Ukraine

Hypertrophic pyloric stenosis (HPS) in newborns is the one of the most frequent causes of vomiting that required surgery. During long period of time, X-ray was the main method for the confirming diagnosis of HPS, however after first reports about possibilities of ultrasonography (US), this method was widely applied in clinical practice.

**Purpose** – to summarize own experience of US applying for the diagnostic of HPS; determining advantages and disadvantages of this method of examination.

**Materials and methods.** This study based on the US results of 93 patients with HPS and 27 children with pylorospasm that were observed and treated in Lviv regional children's clinical hospital for 2009–2020 years.

By US measured the thickness of pyloric muscle, length, front-posterior (transverse) size, and diameter of orifice of pyloric canal.

Results of the study were evaluated by the statistical program StatPlus: mac, AnalystSoft Inc. (version v8).

**Results.** The thickness of pyloric muscle and pyloric canal length are the major criteria of confirming/excluding HPS diagnosis. By the measurement of pyloric muscle thickness, it is necessary to remember that tangential position of transducer and muscles' contraction can cause pseudo-thickening. According to the results of the study, the thickness of pyloric muscle in case of HPS was  $6.4 \pm 0.3$  mm (a range – 3–10 mm) and was no correlation nor with duration of illness ( $p=0.364$ ) nor with age of child ( $p=0.534$ ). In pylorospasm, which clinically can simulate HPS, the thickness of the pyloric muscle was  $3.02 \pm 0.1$  mm, what is significantly less compared to infants with HPS (Student's t-test – 1.983;  $p=0.0000$ ). Pyloric canal length in case of HPS was  $22.9 \pm 0.6$  mm (a range – 16–32 mm), what also was significantly differed than in case of pylorospasm –  $15.8 \pm 0.5$  mm (Student's t-test – 1.998;  $p=0.0000$ ). This was only indicator that clear correlated with child's age ( $p=0.004$ ) and duration of illness ( $p=0.006$ ). Diameter of pyloric canal orifice and front-posterior size differed from indices in children with pylorospasm also. According to the results of ROC analysis, the best markers for the confirming diagnosis of HPS was thickness of pyloric muscle, its length, and front-posterior size, while the diameter of pyloric canal orifice shows the moderate prognostic significance.

**Conclusions.** Ultrasonographic examination makes it possible to establish the diagnosis of HPS in newborns with a high degree of reliability. A doctor, who performs US in a child with suspected pylorostenosis, should be guided by the size of the unchanged pyloric canal and in case of its hypertrophy remember the «pitfalls» in the examination and know the ways to overcome them.

The research was carried out in accordance with the principles of the Helsinki Declaration. The study protocol was approved by the Local Ethics Committee of all participating institutions. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

No conflict of interests was declared by the authors.

**Keywords:** hypertrophic pyloric stenosis, diagnostic, ultrasonography.

**Вступ**

Гіпертрофічний пілоростеноз (ГПС) у новонароджених є одним із найчастіших факторів блювання, який потребує хірургічного втручання [1,8,20]. Незважаючи на достатньо високу частоту цієї вади, етіологія захворювання чітко не встановлена [14,25]. ГПС характеризується стовщенням м'язів пілоричного відділу шлунка, яке зумовлює його обструкцію [6]. Переважно діагноз ГПС встановлюється на основі клінічного обстеження, зокрема, наявності симптому «оливи» та видимої перистальтики кишок [6,12,19]. Проте часто ці симптоми не виявляються під час клінічного обстеження дитини, що може зумовити запізнілу діагностику і, як наслідок, подальше блювання із суттєвими розладами водно-електролітного балансу, зневодненням організму і порушенням функції нирок [4,23]. Усе це зумовлює необхідність швидкого і точного встановлення діагнозу. Упродовж багатьох років основним діагностичним методом у дітей з підозрою на ГПС була рентгеноскопія. Незважаючи на високу точність рентгенологічних методів обстеження, вони несуть певні ризики, зокрема ризик ви-

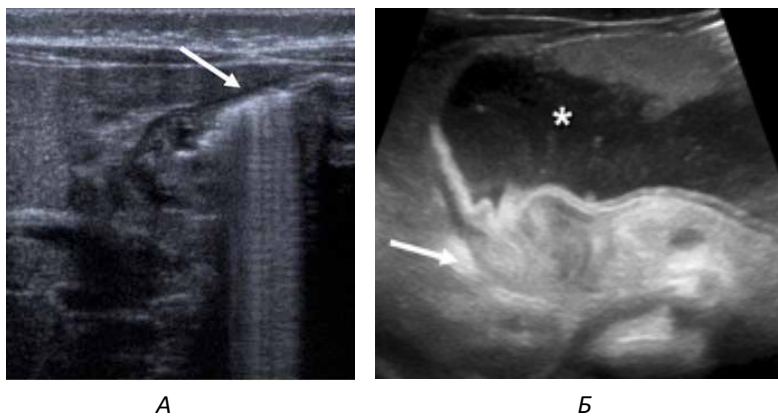
никнення блювання і з можливою аспірацією, а крім того, це достатньо тривале обстеження зі значним променевим навантаженням [11]. У 1977 р. вперше використали ультразвукографію (УСГ) у діагностуванні ГПС [21]. Поступово УСГ стала основним діагностичним методом у дітей з підозрою на ГПС.

**Мета** дослідження – узагальнити власний досвід використання УСГ для діагностики ГПС; визначити переваги і недоліки цього методу.

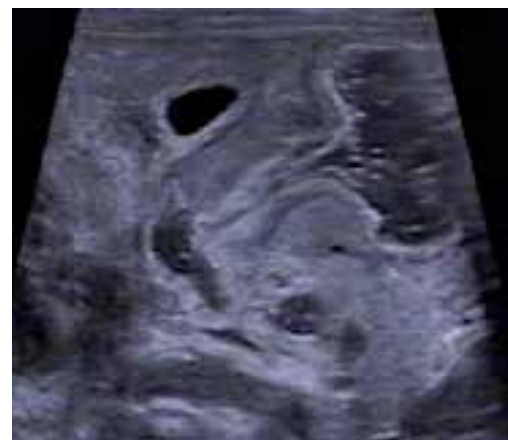
**Матеріали та методи дослідження**

Дослідження ґрунтувалося на результатах УСГ 93 пацієнтів із ГПС і 27 дітей із пілороспазмом, які перебували на обстеженні та лікуванні в КНП ЛОР Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «ОХМАТДИТ» упродовж 2009–2020 рр. Обстеження проводили на апараті «Voluson 730 Pro» («General Electric», Австрія), а з 2018 р. – на апараті «LOGIQ P7» («General Electric», США), з використанням 7–12 МГц лінійних датчиків.

Обстеження проводили після годування в положенні дитини на спині. Датчик розміщували в попере-



**Рис. 1.** Ультрасонограма шлунка та пілоричного каналу: А – розтягнутий газом (стрілка) шлунок; Б – розтягнутий шлунок (\*) та зміщений до заду пілоричний канал (стрілка), який подібний до шийки матки



**Рис. 2.** Дослідження пасажу через пілоричний канал

чному положенні, а інколи незначно повертали проти годинникової стрілки для кращої візуалізації жовчного міхура як одного з орієнтирів для ідентифікації пілоричного каналу, розташованого дещо медіальніше і до заду відносно жовчного міхура. Визначали товщину пілоричного м'яза, довжину, передньо-задній розмір і діаметр просвіту пілоричного каналу.

Статистичне опрацювання результатів дослідження здійснювали з використанням програми «StatPlus: mac, AnalystSoft Inc.» (version v8): варіаційної статистики з визначенням середнього арифметичного, помилки середнього арифметичного, коефіцієнта достовірності (р); параметричної оцінки достовірності різниці відносних величин (t-критерій Стьюдента), параметричної кореляційної залежності (t-критерій Пірсона). При значеннях  $p < 0,05$  різницю між показниками вважали достовірною. З метою оцінювання та порівняння різних показників застосовували ROC (receiver operating characteristic) криву (крива помилок). Крім того, визначали чутливість, специфічність, позитивну (ППЦ) і негативну прогностичну цінність (НПЦ) показників. Також визначали коефіцієнт імовірності (Likelihood Ratio – LR): позитивний (LR+) і негативний (LR-). J-індекс (індекс Youden) використовували для порівняння між граничними значеннями.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом усіх зазначених у роботі установ. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків дітей.

### Результати дослідження та їх обговорення

Середній вік дітей на момент госпіталізації становив  $4,9 \pm 0,4$  тижня (межі коливань – 2–11 тижнів), а середня тривалість захворювання –  $10,7 \pm 1,7$  доби (межі коливань – 2–42 доби).

Слід зазначити, що візуалізувати гіпертрофований пілоричний канал простіше за незмінений, що підтверджують й інші дослідники [7]. Труднощі при УСГ виникають у дітей, у яких шлунок роздутий газом, а це зумовлює зміщення пілоричного каналу до заду (рис. 1).

З метою уникнення цих труднощів дитину слід покласти на лівий бік, що зумовлює переміщення пілоричного каналу в більш переднє положення, або перед обстеженням необхідно спорожнити шлунок через зонд, що підтверджують дані інших дослідників [7,16].

Водночас наявність розтягнутого шлунка може бути першою УСГ-ознакою наявності його обструкції.

Товщина м'яза та довжина пілоричного каналу є основними критеріями підтвердження/виключення діагнозу ГПС [5,10,16].

Обстеження потрібно проводити щонайменше упродовж 5 хвилин для переконання, що товщина пілоричного м'яза та довжина пілоричного каналу не змінюються упродовж обстеження, а також виявлення/відсутності пасажу рідини в цибулину дванадцятипалої кишки (рис. 2).

У випадках, коли шлунок порожній, можна дати невелику кількість води, але не молока або молочної суміші (вони погіршують візуалізацію за рахунок створення артефактів); це сприяє визначенню пасажу через пілоричний канал.

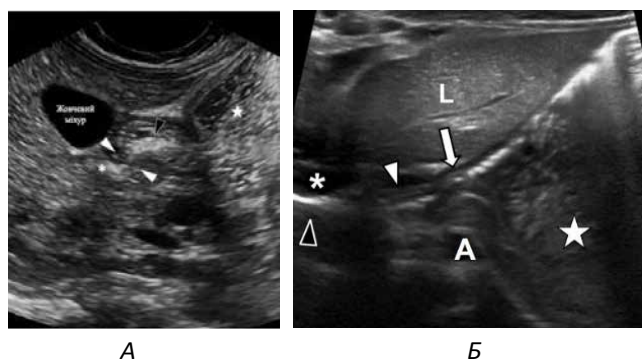
Під час визначення товщини пілоричного м'яза слід пам'ятати, що тангенціальне положення датчика та скорочення м'яза можуть зумовити псевдостовщення. Окрім того, вимірювання має включати лише товщину гіпоехогенного м'язового шару, який є зовнішнім, і не включати гіперехогенного пілоричного каналу, на чому наголошують й інші дослідники [5,9].

За даними літератури, при ГПС товщина пілоричного м'яза коливалася в межах 3–5 мм [9,22], а за результатами нашого дослідження, –  $6,4 \pm 0,3$  мм (межі коливань – 3–10 мм), (рис. 3) і не корелювала

## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія



**Рис. 3.** УСГ при пілоричному стенозі. (1) Довжина пілоричного каналу (чорна стрілка); (2) Передньо-задній розмір (червона пунктирна стрілка); (3) Товщина пілоричного м'яза (біла стрілка)



**Рис. 4.** (А) Поздовжнє сканування незміненого пілоричного каналу (білі трикутники). Антральний відділ шлунка (чорний трикутник) первинно помилково розцінений як видовжений пілоричний канал, \* – цибулина дванадцятипалої кишки; ★ – шлунок. (Б) Гастроєзофагеальне з'єднання (біла стрілка) помилково розцінене як пілоричний канал; L – ліва доля печінки, дистальна частина стравоходу (біла стрілка), ★ – шлунок, А – аорта, \* – праве передсердя, легеня (чорний трикутник)

ні з тривалістю захворювання ( $p=0,364$ ), ні з віком дитини на момент госпіталізації ( $p=0,534$ ).

При пілороспазмі, який клінічно може симулювати ГПС, товщина пілоричного м'яза становила  $3,02 \pm 0,1$  мм, що достовірно менше порівняно в немовлят із ГПС (t-критерій Ст'юдента – 1,983;  $p=0,0000$ ), що підтверджують й інші дослідники [10,15].

За результатами нещодавнього дослідження L. Píotto зі співавторами (2022), товщина пілоричного м'яза за відсутності ГПС становила менше 2 мм, а за наявності ГПС – 2–5 мм, при цьому в багатьох новонароджених вона дорівнювала менше 2 мм, що зумовлює необхідність знизити нижній поріг товщини пілоричного каналу до 2 мм, замість 3 мм, який використовують сьогодні для діагностики ГПС [18].

У немовлят, у яких під час обстеження пілоричний

м'яз мав товщину 2–4 мм і не розслаблювався упродовж обстеження, слід проводити обстеження в динаміці, про що наголошують й інші дослідники [7,10,13].

Особливої уваги потребують новонароджені, які народилися передчасно, оскільки в них ГПС розвивається в ті самі терміни, що і в новонароджених, які народилися вчасно, проте маса тіла в таких дітей менша, що може впливати на товщину пілоричного м'яза. М. I. Arguroroulou зі співавторами (1998) довели, що розміри пілоричного відділу шлунка змінюються відповідно до гестаційного віку дитини, а також визначили наявність чіткої кореляційної залежності його розмірів від маси тіла дитини та навели значення довжини, ширини пілоричного каналу і товщини пілоричного м'яза як у недоношених, так і в доношених новонароджених [2].

Іншим принциповим УСГ-критерієм для діагностики ГПС є довжина пілоричного каналу [3,18]. За даними різних дослідників, середні значення довжини пілоричного каналу при ГПС коливалися в межах 10–22 мм [3,11,15,18,20], а за результатами нашого дослідження, –  $22,9 \pm 0,6$  мм (межі коливань – 16–32 мм), що достовірно відрізнялося від показників при пілороспазмі –  $15,8 \pm 0,5$  мм (t-критерій Ст'юдента – 1,998;  $p=0,0000$ ). Необхідно зазначити, що це був єдиний показник, який чітко корелював із віком дитини ( $p=0,004$ ) і тривалістю захворювання ( $p=0,006$ ). Хоча J. Niedzielski зі співавторами (2011) вважають, що за відсутності ГПС довжина пілоричного каналу не буває більше 15 мм [17], у нашому дослідженні в 17 (62,96%) немовлят, у яких підтверджений пілороспазм, цей показник перевищував 15 мм.

Антральний відділ шлунка і гастроєзофагеальне з'єднання помилково можна прийняти за пілоричний канал. За наявності гастроєзофагеального рефлюксу переміщення рідини зі шлунка в абдомінальну частину стравоходу можна помилково прийняти за пасаж через пілоричний канал. Для уникнення таких помилок слід звертати увагу на анатомічні орієнтири, які допоможуть ідентифікувати пілоричний канал (рис. 4).

Діаметр просвіту пілоричного каналу, так само як і передньо-задній (поперечний) розмір пілоричного каналу, не так часто використовують при УСГ в діагностуванні ГПС [3,18]. У немовлят із ГПС діаметр просвіту пілоричного каналу коливався від 1,9 до 15,9 мм (у середньому –  $3,3 \pm 0,3$  мм), натомість за відсутності ГПС цей показник був у межах 3–8 мм (у середньому –  $4,6 \pm 0,2$  мм), що було достовірно більше (t-критерій Ст'юдента – 1,998;  $p=0,008$ ). Такі результати узгоджуються з даними S. Ma зі співавторами (2017) [15]. За даними інших дослідників, діаметр пілоричного каналу за наявності ГПС коливався

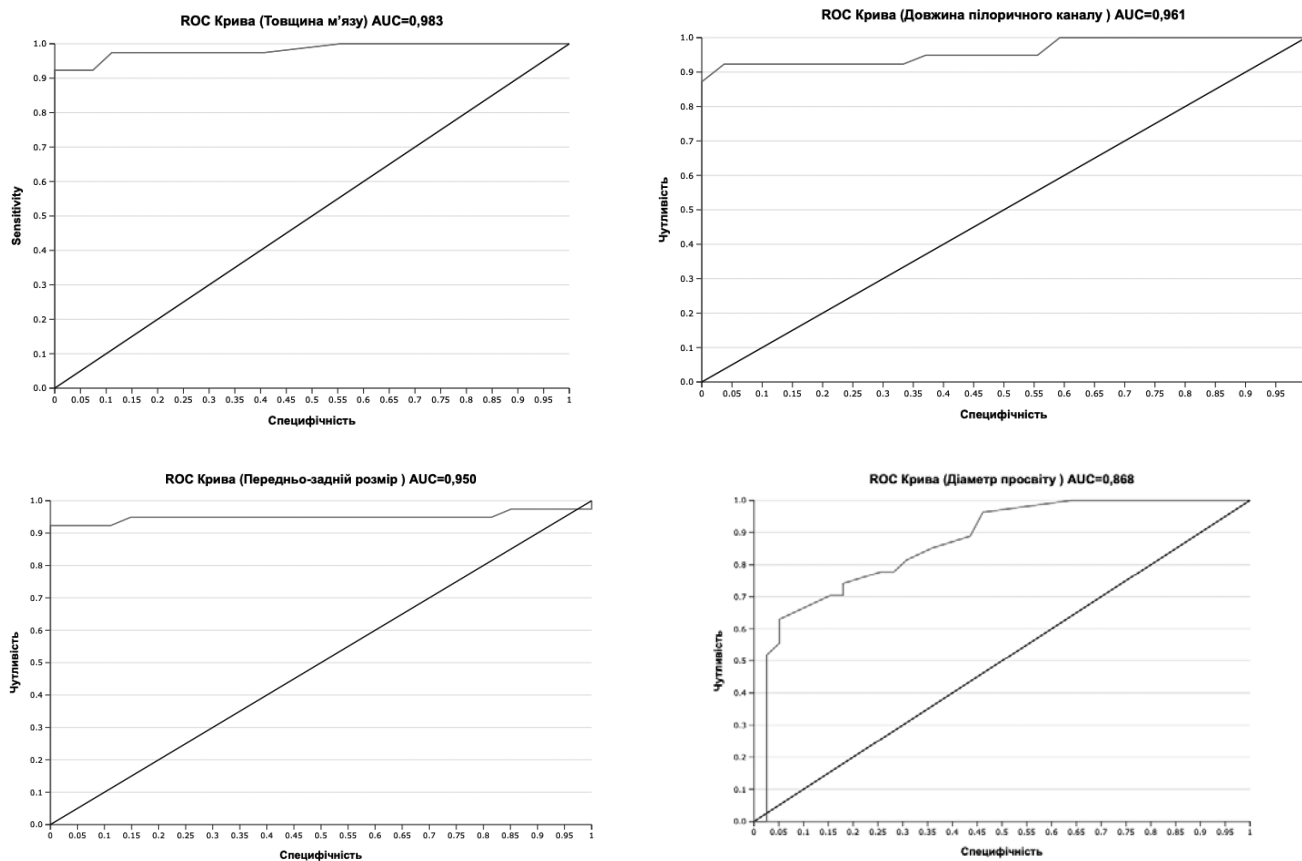


Рис. 5. ROC-криві для показників розмірів пілоричного каналу

в межах 9–18 мм [3,18]. Таку різницю в результатах наших досліджень і даних літератури можна пояснити тим, що ми визначали діаметр отвору пілоричного каналу, а не загальну товщину пілоричного каналу.

За даними літератури, поперечний розмір пілоричного каналу в немовлят із ГПС коливався в межах 8–16 мм [18], у наших дослідженнях – 7–19,6 мм (у середньому –  $14,5 \pm 0,5$  мм), що достовірно перевищувало показники в дітей без пілоричного стенозу –  $8,9 \pm 0,2$  мм (t-критерій Стьюдента – 1,998;  $p=0,0000$ ).

З метою визначення прогностичної значущості результатів УСГ проведено ROC-аналіз усіх показників, що визначались (рис. 5, таблиця).

Значення АУС, які відображають точність УСГ-параметрів для діагностики ГПС, відповідали оцінці «відмінно» для товщини пілоричного м'яза, довжини пілоричного каналу і його передньо-заднього розміру, а для діаметра просвіту – оцінці «дуже добре». Під час подальшого оцінювання виявлено, що найкращі результати УСГ у діагностуванні ГПС показують значення товщини пілоричного м'яза та передньо-задній розмір пілоричного каналу (таблиця): високі значення J-індексу, специфічності, чутливості, ППЦ, НПЦ і LR (+) у поєднанні з низькими значеннями LR (-). Подібні результати отримані Т. I. Vinuscomb [24]. На-

**Таблиця**

Прогностична значущість результатів ультразвукографії для діагностики пілоростенозу

Показник	Товщина пілоричного м'яза (>4,2 мм)	Довжина пілоричного каналу (>18,4 мм)	Діаметр просвіту (>4 мм)	Передньо-задній розмір (>10,2 мм)
J-Індекс	0,923	0,886	0,578	0,923
Чутливість,%	92,3	92,3	62,9	92,3
Специфічність,%	100	96,3	94,9	100
ППЦ,%	100	97,3	89,5	100
НПЦ,%	90	89,7	78,7	90
LR (+)	24,9	24,9	12,3	24,8
LR (-)	0,08	0,08	0,39	0,08

## Оригінальні дослідження. Абдомінальна хірургія

томість значення діаметра отвору пілоричного каналу виявили посередню прогностичну значущість.

### Висновки

Ультрасонографічне обстеження дає змогу з високим ступенем достовірності встановити діагноз ГПС у новонароджених. Лікар, який проводить ультрасонографію у дитини з підозрою на ГПС, повинен орієнтуватись у розмірах незміненого пілоричного каналу і при його гіпертрофії, пам'ятати про «підводні камені» в обстеженні та знати шляхи їх подолання.

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

### References/Література

- Acker SN, Garcia AJ, Ross JT, Somme S. (2015). Current trends in the diagnosis and treatment of pyloric stenosis. *Pediatr Surg Int.* 31 (4): 363–366. doi: 10.1007/s00383-015-3682-3.
- Argyropoulou MI, Hadjigeorgi CG, Kiortsis DN. (1998). Antropyloric canal values from early prematurity to full-term gestational age: an ultrasound study. *Pediatr Radiol.* 28 (12): 933–936. doi: 10.1007/s002470050504.
- Ayaz ÜY, Döğen ME, Dilli A et al. (2015). The use of ultrasonography in infantile hypertrophic pyloric stenosis: does the patient's age and weight affect pyloric size and pyloric ratio? *Med Ultrason.* 17 (1): 28–33. doi: 10.11152/mu.2013.2066.171.uya.
- Bakal U, Sarac M, Aydin M et al. (2016). Recent changes in the features of hypertrophic pyloric stenosis. *Pediatr Int.* 58 (5): 369–371. doi: 10.1111/ped.12860.
- Calle-Toro JS, Kaplan SL, Andronikou S. (2020). Are we performing ultrasound measurements of the wall thickness in hypertrophic pyloric stenosis studies the same way? *Pediatr Surg Int.* 36 (3): 399–405. doi: 10.1007/s00383-019-04601-2.
- Chiarenza SF, Blevic C, Escolino M et al. (2020). Guidelines of the Italian Society of Videosurgery (SIVI) in infancy for the minimally invasive treatment of hypertrophic pyloric stenosis in neonates and infants. *Pediatr Med Chir.* 42 (1): 16–24. doi: 10.4081/pmc.2020.243.
- Costa Dias S, Swinson S, Torrao H, et al. (2012). Hypertrophic pyloric stenosis: tips and tricks for ultrasound diagnosis. *Insights Imaging.* 3 (3): 247–250. doi: 10.1007/s13244-012-0168-x.
- Donda K, Asare-Afriyie B, Ayensu M et al. (2019). Pyloric stenosis: national trends in the incidence rate and resource use in the United States from 2012 to 2016. *Hosp Pediatr.* 9 (12): 923–932. doi: 10.1542/hpeds.2019-0112.
- Dorinzi N, Pagenhardt J, Sharon M et al. (2017). Immediate emergency department diagnosis of pyloric stenosis with point-of-care ultrasound. *Clin Pract Cases Emerg Med.* 1 (4): 395–398. doi: 10.5811/cpcem.2017.9.35016.
- Hernanz-Schulman M. (2003). Infantile hypertrophic pyloric stenosis. *Radiology.* 227 (2): 319–331. doi: 10.1148/radiol.2272011329.
- Hernanz-Schulman M. (2009). Pyloric stenosis: role of imaging. *Pediatr Radiol.* 39 (2): S134–139. doi: 10.1007/s00247-008-1106-4.
- Hsu P, Klimek J, Nanan R. (2014). Infantile hypertrophic pyloric stenosis: does size really matter? *J Paediatr Child Health.* 50 (10): 827–828. doi: 10.1111/j.1440-1754.2010.01778.x.
- Keckler SJ, Ostlie DJ, Holcomb III GW, St. Peter SD. (2008). The progressive development of pyloric stenosis: a role for repeat ultrasound. *Eur J Pediatr Surg.* 18 (3): 168–170. doi: 10.1055/s-2008-1038533.
- Krogh C, Gortz S, Wohlfahrt J et al. (2012). Pre- and perinatal risk factors for pyloric stenosis and their influence on the male predominance. *Am J Epidemiol.* 176 (1): 24–31. doi: 10.1093/aje/kwr493.
- Ma S, Liu J, Zhang Y. (2017). Application of color Doppler ultrasound combined with Doppler imaging artifacts in the diagnosis and estimate of congenital hypertrophic pyloric stenosis. *Sci Rep.* 7 (1): 9527. doi: 10.1038/s41598-017-10264-7.
- Meister M, Alharthi O, Kim JS, Son JK. (2020). Pediatric emergency gastrointestinal ultrasonography: pearls & pitfalls. *Clin Imaging.* 64: 103–118. doi: 10.1016/j.clinimag.2020.03.002.
- Niedzielski J, Kobielski A, Sokal J, Krakós M. (2011). Accuracy of sonographic criteria in the decision for surgical treatment in infantile hypertrophic pyloric stenosis. *Arch Med Sci.* 7 (3): 508–511. doi: 10.5114/aoms.2011.23419.
- Piotto L, Gent R, Taranath A et al. (2022). Ultrasound diagnosis of hypertrophic pyloric stenosis – Time to change the criteria. *Australas J Ultrasound Med.* 25 (3): 116–126. doi: 10.1002/ajum.12305.
- Solovjov A, Spakhi O, Baruhovich V, Ljaturinskaja O. (2008). Diagnostics congenital hypertrophic pylorostenosis at present stage. *Khirurgiia dytiachoho viku.* 19 (2): 72–74. [Соловьев АЕ, Спахи ОВ, Барухович ВЯ, Лятуринская ОВ. (2008). Диагностика врожденного гипертрофического пилоростеноза на современном этапе. *Хирургия дитячого віку.* 19 (2): 72–74].
- Spakhy OV. (2015). Diagnostic peculiarities of congenital hypertrophic pyloric stenosis in children today. *Khirurgiia dytiachoho viku.* 17 (3): 72–74. [Спахи ОВ. (2015). Особливості діагностики вродженого гіпертрофічного пилоростенозу у дітей на сучасному етапі. *Хирургія дитячого віку.* 17 (3): 72–74].
- Teele RL, Smith EH. (1977). Ultrasound in the diagnosis of idiopathic hypertrophic pyloric stenosis. *N Engl J Med.* 296 (20): 1149–1150. doi: 10.1056/NEJM197705192962006.
- Vinycomb T, Vanhaltren K, Pacilli M et al. (2021). Evaluating the validity of ultrasound in diagnosing hypertrophic pyloric stenosis: a cross-sectional diagnostic accuracy study. *ANZ J Surg.* 91 (11): 2507–2513. doi: 10.1111/ans.17247.
- Vinycomb TI, Laslett K, Gwini SM et al. (2019). Presentation and outcomes in hypertrophic pyloric stenosis: An 11-year review. *J Paediatr Child Health.* 55 (10): 1183–1187. doi: 10.1111/jpc.14372.
- Vinycomb TI, Vanhaltren K, Pacilli M et al. (2022). Stratifying features for diagnosing hypertrophic stenosis on ultrasound: a diagnostic accuracy study. *ANZ J Surg.* 92 (5): 1153–1158. doi: 10.1111/ans.17649.
- Zhu J, Zhu T, Lin Z et al. (2017). Perinatal risk factors for infantile hypertrophic pyloric stenosis: a meta-analysis. *J Pediatr Surg.* 52 (9): 1389–1397. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.02.017.

### Відомості про авторів:

**Борова-Галай Олеся Євгенівна** – зав. діагностичного відділення, лікар-ультрасонографіст КНП ЛОР Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «ОХМАТДИТ». Адреса: м. Львів, вул. Лисенка, 31.

**Мальований Ярослав Богданович** – заст. директора з хірургічної роботи, ординатор першого хірургічного відділення КНП ЛОР Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «ОХМАТДИТ». Адреса: м. Львів, вул. Лисенка, 31.

**Переяслов Андрій Анатолійович** – д.мед.н., проф., проф. каф. дитячої хірургії Львівського НМУ імені Д. Галицького. Адреса: м. Львів, вул. Лисенка, 31. <https://orcid.org/0000-0002-1225-0299>.

**Никифорок Олеся Мирославівна** – к.мед.н., асистент каф. дитячої хірургії Львівського НМУ імені Д. Галицького, лікар-ультрасонографіст КНП ЛОР Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «ОХМАТДИТ». Адреса: м. Львів, вул. Лисенка, 31. <https://orcid.org/0000-0003-2967-5653>.

Стаття надійшла до редакції 28.09.2022 р., прийнята до друку 08.12.2022 р.