

## СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДІАФРАГМИ ТА ЇЇ ТОПОГРАФІЧНІ ВЗАЄМОВІДНОШЕННЯ

Ясінський М.М., Кривецький В.В., Банул Б.Ю., Проняєв Д.В., Яковець К.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

**Ключові слова:** діафрагма, морфогенез, ембріогенез, плоти, грудна порожнина, черевна порожнина.

Буковинський медичний вісник.  
2026. Т. 30, № 1 (117). С. 124-130.

**DOI:** 10.24061/2413-0737.30.1.117.2026.19

**E-mail:** jasinski.m@bsmu.edu.ua  
proniaiev@bsmu.edu.ua

**Резюме. Вступ.** У статті проведено детальний огляд сучасних наукових досліджень щодо морфогенезу, анатомічної будови, кровопостачання та іннервації діафрагми. Особлива увага приділена розвитку діафрагмово-стравохідної зв'язки та її віковим змінам, топографії основних анатомічних частин діафрагми, а також морфологічним особливостям стравохідного розтвору і взаємозв'язку з органами грудної та черевної порожнин. Розглянуто артеріальне і венозне кровопостачання, включно з варіантною анатомією нижніх діафрагмових і лівої шлункової артерій та вен, а також особливості венозних анастомозів у стравохідній ділянці. Окремо проаналізовано іннервацію діафрагми, включно з діафрагмовими нервами та блукаючими стовбурами, їхніми гілками, чутливими й руховими функціями. На основі узагальнених даних підкреслено клінічне значення знань про морфологічну та функціональну організацію діафрагми для діагностики та хірургічного лікування гриж стравохідного розтвору, діафрагмових розривів і дихальних порушень. У роботі також окреслено перспективи подальших досліджень, що передбачають морфометричний, гістологічний та нейроанатомічний аналіз діафрагми для поглибленого розуміння її структурно-функціональних особливостей.

**Мета дослідження** – огляд та аналіз наукових джерел, присвячених морфологічним, топографічним та функціональним особливостям діафрагми. Дослідження спрямоване на збір наукової інформації задля уточнення морфологічних особливостей діафрагми, її варіантної анатомії та взаємозв'язків із суміжними структурами.

**Матеріал і методи.** Матеріалами для дослідження стали публікації, що були опубліковані в період з 2000 по 2025 рр., включаючи класичні анатомічні наукові джерела, сучасні морфологічні дослідження та клінічні оглядові статті. Для збору наукової літератури використано наукові бази даних: PubMed, Google Scholar. Пошук проводився за такими ключовими словами: diaphragm, diaphragm innervation, diaphragm blood supply, diaphragm morphology, diaphragm embryogenesis. Основними методами дослідження були порівняльний підхід при опрацюванні наукової літератури та її систематичний аналіз.

**Висновки.** Діафрагма є складною м'язово-сухожилковою структурою, яка не лише забезпечує механізм дихання, але й виконує важливу роль у підтримці внутрішньочеревного тиску, стабілізації тулуба та топографічній організації органів грудної і черевної порожнин. Аналіз літератури свідчить про наявність певних розбіжностей у термінології та трактуванні меж окремих частин діафрагми, зокрема поперекової частини, сухожилкового центру та фасціальних утворень.

Уточнення топографії отворів діафрагми, їхніх фасціальних зв'язків і варіантної анатомії має важливе значення для торакальної та абдомінальної хірургії, рентгенанатомії, а також для розуміння патогенезу діафрагмальних гриж та порушень функції дихання.

Виявлені розбіжності та прогалини в морфологічному описі діафрагми свідчать про потребу подальших досліджень із застосуванням сучасних методів – морфометрії, тривимірної реконструкції та променевої візуалізації. Це сприятиме поглибленню знань про функціональну анатомію діафрагми та вдосконаленню хірургічних підходів у грудочеревній ділянці.

## MODERN CONCEPTS OF THE ANATOMICAL FEATURES OF THE DIAPHRAGM AND ITS TOPOGRAPHIC RELATIONSHIPS

Yasinsky M.M., Kryvetskyi V.V., Banul B.Yu., Proniaiev D.V., Yakovets K.I.

**Key words:** diaphragm, morphogenesis, embryogenesis, fetuses, thoracic cavity, abdominal cavity.

*Bukovinian Medical Herald. 2026. V. 30, № 1 (117). P. 124-130.*

**Resume. Introduction.** The article provides a detailed review of modern scientific research on the morphogenesis, anatomical structure, blood supply and innervation of the diaphragm. Special attention is paid to the development of the diaphragm-esophageal ligament and its age-related changes, the topography of the main anatomical parts of the diaphragm, as well as the morphological features of the esophageal opening and its relationship with the organs of the thoracic and abdominal cavities. The arterial and venous blood supply is considered, including the variant anatomy of the lower phrenic and left gastric arteries and veins, as well as the features of venous anastomoses in the esophageal region. The innervation of the diaphragm is separately analyzed, including the phrenic nerves and vagus trunks, their branches, sensory and motor functions. Based on the summarized data, the clinical significance of knowledge about the morphological and functional organization of the diaphragm for the diagnosis and surgical treatment of hiatus hernias, diaphragmatic ruptures and respiratory disorders is emphasized. The paper also outlines the prospects for further research, which involves morphometric, histological and neuroanatomical analysis of the diaphragm for an in-depth understanding of its structural and functional features.

**Purpose of the study.** Review and analysis of scientific sources devoted to morphological, topographic and functional features of the diaphragm. The study is aimed at collecting scientific information to clarify the morphological features of the diaphragm, its variant anatomy and relationships with adjacent structures.

**Material and methods.** The materials for the study were publications released between 2000 and 2025, including classical anatomical scientific sources, modern morphological studies and clinical review articles. The following scientific databases were used to collect scientific literature: PubMed, Google Scholar. The search was carried out using the following keywords: diaphragm, diaphragm innervation, diaphragm blood supply, diaphragm morphology, diaphragm embryogenesis. The main research methods were a comparative approach to the processing of scientific literature and its systematic analysis.

**Conclusions.** The diaphragm is a complex musculo-tendinous structure that not only provides the mechanism of breathing, but also plays an important role in maintaining intra-abdominal pressure, stabilizing the trunk and topographical organization of the organs of the thoracic and abdominal cavities. Analysis of the literature indicates the presence of certain discrepancies in the terminology and interpretation of the boundaries of individual parts of the diaphragm, in particular the lumbar part, central tendon and fascial structures.

Clarification of the topography of the diaphragmatic openings, their fascial connections and variant anatomy is of great importance for thoracic and abdominal surgery, radiology, as well as for understanding the pathogenesis of diaphragmatic hernias and respiratory function disorders.

The identified discrepancies and gaps in the morphological description of the diaphragm indicate the need for further research using modern methods - morphometry, three-dimensional reconstruction and radiographic imaging. This will contribute to the deepening of knowledge about the functional anatomy of the diaphragm and the improvement of surgical approaches in the thoracoabdominal region.

**Вступ.** Діафрагма – єдина м'язова структура, що механічно відокремлює грудну порожнину від черевної та відіграє ключову роль у підтриманні стабільності гомеостатичних процесів організму. Адекватне, фізіологічне скорочення діафрагми напряму впливає на дихальний процес, сприяє підтримці стабільного рівня внутрішньочеревного та внутрішньогрудного тиску, регулює взаємовідношення органів грудної та черевної порожнини.

Анатомічна будова діфрагми включає сухожилковий центр та радіальні м'язові волокна, що розташовуються по периферії від сухожилкового центру. Через природні, фізіологічні отвори діафрагми

проходять такі анатомічні структури: стравохід, аорта, нижня порожниста вена, судинно-нервові та лімфатичні структури. Варіантна анатомія діафрагми та її топографо-анатомічні взаємовідношення мають надзвичайно важливе значення при оцінюванні фізіологічної функції органів та плануванні хірургічних втручань [1].

Сучасні наукові джерела вказують, що діафрагма виконує не лише класично описану механічну функцію, проте взаємодіє із фасціальними структурами, парієтальною очеревиною та плеврою, створюючи єдиний анатомічний структурний континуум, що об'єднує грудну та черевну порожнини. Розуміння

## Наукові огляди

морфологічних та топографічних особливостей є необхідним для діагностики природжених аномалій, травм, діафрагмових гриж та патологій, що пов'язані безпосередньо із дихальними функціями організму [2-4].

Ембріогенез діафрагми включає складний та скоординований процес формування із декількох зачаткових структур: поперечної перегородки, плевро-очеревинної перетинки, зачатків поперекових хребців. Порушення морфогенетичних процесів на ранніх етапах утворення основних зачаткових структур можуть призводити до виникнення природжених вад діафрагми, що, у свою чергу, підкреслює значущість вивчення ембріологічних особливостей морфогенезу даної анатомічної структури [4, 5].

Отже, діафрагма є ключовою структурою, що забезпечує як механічний поділ обох порожнин тіла людини, так й інтеграцію органів за рахунок складної системи взаємовідношень через фасціальні та судинно-нервові елементи. Різноманіття варіантів будови діафрагми, топографічних взаємовідношень та ембріологічних особливостей підкреслює необхідність у детальному морфологічному вивченні, яке має безпосереднє та пряме клінічне значення. Узагальнення сучасних даних сприяє не лише глибшому розумінню фізіологічних та морфологічних особливостей діафрагми, а й розробці новітніх діагностичних підходів, плануванні хірургічних втручань та прогнозуванні можливих ускладнень при травматизації чи вроджених вадах діафрагми [1].

**Мета дослідження** - огляд та аналіз наукових джерел, присвячених морфологічним, топографічним та функціональним особливостям діафрагми. Дослідження спрямоване на збір наукової інформації задля уточнення морфогенетичних особливостей діафрагми, її варіантної анатомії та взаємозв'язків із суміжними структурами.

**Матеріал і методи.** Матеріалами для дослідження стали публікації, що були опубліковані в період з 2000 по 2025 рр., включаючи класичні анатомічні наукові джерела, сучасні морфологічні дослідження та клінічні оглядові статті. Для збору наукової літератури використано наукові бази даних: PubMed, Google Scholar. Пошук проводився за такими ключовими словами: «diaphragm», «diaphragm innervation», «diaphragm blood supply», «diaphragm morphology», «diaphragm embryogenesis». Основні методи дослідження: порівняльний підхід при опрацюванні наукової літератури та її систематичний аналіз.

### Результати дослідження та їх обговорення

Значна когорта вчених вказує, що ембріогенез діафрагми починається із процесу формування плевро-очеревинних складок протягом 4-го тижня внутрішньоутробного розвитку (ВУР). Дані складки формують бічні, крайові потовщення, що дорсальніше об'єднуються із мезонефральним гребенем та вентральні – із поперечною перегородкою. Зачатки легень на даному етапі розвитку виступають у черевну порожнину, при цьому не досягаючи отвору плевро-очеревинного каналу. Даний канал поступово облітерується, призводячи до розподілу плевральної та осердної порожнин. Легені щільно пов'язані з тканиною

зачатка печінки справа та зі шлунком – зліва. Під час росту ембріона, одночасно зі збільшенням плевральних порожнин, відзначається збільшення загального розміру зачатків легень із зменшенням їх очеревинних частин [7].

Продемонстровано, що протягом 13-го дня ВУР відзначається структура, що має трапецієподібну форму та розташовується обабіч міжпоперечної перегородки, печінки та плевро-очеревинних складок. Дана структура відзначена як запечінкова мезенхімальна пластинка (posthepatic mesenchymal plate). Запечінкова мезенхімальна пластинка являє собою ущільнення мезенхімальної тканини, що зазнає швидкого росту в бічному та дорсальному напрямках та знаходиться в тісному контакті зі серозними оболонками черевних органів. Вже протягом 14-го дня ВУР дана пластинка формує щільний тяж, який частково вкриває печінку в тій частині, де остання стикається із тканиною зачатка шлунка. Інші науковці вказують, що дана пластинка розташовується дорсальніше печінки, вентральніше по відношенню до плевро-очеревинних каналів та каудальніше від поперечної перегородки. На даному етапі розвитку вченими відзначено зачаткові нервові структури, що розташовуються між запечінковою мезенхімальною пластинкою та поперечною перегородкою – діафрагмові нерви [8].

Протягом 15-16 днів ВУР плевральні порожнини залишаються відносно малих розмірів та розташовуються дорсально від осердної та черевної порожнин. Поперечна перегородка формує дно осердної порожнини. Плевро-очеревинні канали чітко відзначаються всередині плевральних мішків та мають широкі просвіти. Просвіт лівого каналу набуває овальної форми та стає більш ширшим по відношенню до правого, у той час як останній набуває округлої форми та вертикального розташування. Серед учених існують розбіжності стосовно ступеня залучення плевро-очеревинних каналів у морфогенез діафрагми. Існує точка зору, згідно з якою порушення розвитку даних каналів призводить до широких та значних природжених дефектів діафрагми. Проте більшість наукових джерел вказують, що при розвитку природжених дефектів діафрагми, що у своїй більшості виникають протягом 13-го дня ВУР, відбувається пошкодження саме запечінкової мезенхімальної пластинки, у той час як структура каналів у більшості випадків залишається без змін [9].

Просвіт плевро-очеревинних каналів облітерується за рахунок безперервного росту запечінкової мезенхімальної пластинки в ділянці їх вентральних країв. Кінцевий просвіт має горизонтальну та овальну форму справа; вертикальну та округлу зліва. Правий отвір облітерується раніше за лівий. До 17-го дня ВУР обидва отвори облітеровані, плевральні порожнини швидко розширюються в усіх напрямках навколо осердної порожнини [10].

Отже, діафрагма формується із чотирьох основних зачаткових структур: поперечної перегородки, що формує дно осердної порожнини; запечінкової мезенхімальної пластинки, що формується в тісному контакті з органами черевної порожнини, та за рахунок

розростання якої відбувається безпосередній ріст діафрагми як анатомічної структури; плевро-очеревинних складок, які утворюють крайові структури зачатка діафрагми; просвітів плевро-очеревинних каналів.

Діафрагма утворена центрально розташованим сухожилком із радіально розташованими м'язовими волокнами, що розташовуються по периферії. Передня частина діафрагми (груднинна частина) являє собою м'язові пучки, що починаються від внутрішньої поверхні мечоподібного відростка та поперечного м'яза живота. Вченими описані малі отвори (отвори Моргань), що розташовуються між м'язовими і ребровими волокнами, відповідно відмежуючи їх. Існують випадки, при яких кріплення передньої частини відбувається до внутрішньої поверхні до шести нижніх ребер та груднини, з передньої пахової лінії до ділянки мечоподібного відростка. Передньо-бічна частина діафрагми (реброва частина) починається від внутрішньої поверхні хрящової тканини сьомих та восьмих ребер, від точок переходу хрящової в кісткову тканину дев'ятих ребер та дистальних частин кісткової тканини десятих, одинадцятих та дванадцятих ребер. Іноді реброва частина також асоційована із волокнами поперечного м'яза живота. У ділянці дванадцятого ребра виявлено анатомічний зв'язок із грудо-поперековою фасцією, що розташовується в даній ділянці.

Задня частина діафрагми представлена парними ніжками та дугоподібними зв'язками. Ніжки діафрагми починаються від передньобічних поверхонь чотирьох верхніх поперекових хребців справа та від верхніх двох поперекових хребців зліва, від міжхребцевих дисків та передньої поздовжньої зв'язки хребтового стовпа. Дані м'язові структури прямують проксимально та дореду, формуючи петлеподібні структури, що оточують аорту та стравохід. Вчені вказують на відмінності у будові тканин ніжок у ділянці їх кріплення до поперекового відділу хребта. Відзначено, що в більшості випадків, у місцях кріплення формується волокниста сполучна тканина, утворюючи сухожилкові закінчення, що простягаються від хребтового стовпа до рівня розташування дев'ятого-десятого грудних хребців [11-13].

Існує значна варіабельність у розташуванні та взаємовідношенні м'язових волокон ніжок діафрагми в ділянці стравохідного розтвору. Так, досить часто трапляється варіант будови, при якому праві і ліві відгалуження, які формують петлеподібний стравохідний розтвір, є похідними лише правої ніжки. Іноді виникають випадки, при яких праве галуження відходить як від правої, так і лівої ніжок, і навпаки. Деякі вчені вважають, що дана м'язова петля стравохідного розтвору являє собою, згідно з визначенням – істинний сфінктер [14].

Бічні дугоподібні зв'язки вкривають верхні частини квадратного м'яза попереку та кріпляться до дванадцятих ребер збоку та першого поперекового хребця присередньо. Присередні дугоподібні зв'язки за будовою схожі до бічних та вкривають попереду проксимальні частини клубово-поперекового м'яза.

Збоку, дані зв'язки кріпляться до поперечних відростків першого поперекового хребця з боків та до передньо-бічної поверхні першого-другого поперекового хребця. Науковцями виявлена значна варіабельність у кріпленнях дугоподібних зв'язок. Іноді останні кріпляться до поперечних відростків другого поперекового хребця, у рідкісних випадках – третього поперекового хребця [15].

Всі радіально розташовані м'язові волокна сходяться та влітаються у центрально розташовану волокнисту сполучну тканину, що являє собою сухожилковий центр діафрагми. Попереду від стравохідного розтвору відзначається потовщення тканини сухожилка, що деякими вченими відзначається як поперечна зв'язка діафрагми. У центральній частині волокна сухожилкового центру безпосередньо переходять у волокнисту сполучну тканину волокнистого осердя [13, 14].

Розтвір нижньої порожнистої вени розташовується в правій частині діафрагми та, в середньому, займає положення на 2,0-3,0 см вправо від серединної лінії, що проходить крізь центр діафрагми. Залежно від конституційних особливостей будови тіла даний розтвір розташовується на різних рівнях по відношенню до грудних хребців: у більшості випадків він займає положення навпроти тіла восьмого грудного хребця. При описі морфологічних особливостей розтвору нижньої порожнистої вени вчені вказують, що існує взаємозв'язок між фіброзною тканиною, що утворює краї даного розтвору із м'язовими волокнами, що формують праву ніжку діафрагми. Відповідно, права ніжка здатна безпосередньо впливати на звуження просвіту нижньої порожнистої вени. Дане питання залишається найбільш дискусійним донині. Існує точка зору, згідно з якою дане фіброзно-м'язове сполучення розтвору є рудиментарною анатомічною ознакою, адже існують такі пірнаючі види ссавців, в яких дана ділянка діафрагми представлена м'язовим розтвором навколо нижньої порожнистої вени, що має значну фізіологічну функцію, яка полягає у звуженні просвіту вени при затримці дихання [11, 12].

Стравохідний розтвір являє собою еліпсоподібної форми м'язову петлю, що розташовується зліва від серединної лінії на рівні десятого грудного хребця. Розтвір утворений галуженнями, які походять від правої та лівої ніжок діафрагми. Задній край розтвору сформований за рахунок серединної дугоподібної зв'язки, яка відмежовує присередні дугоподібні зв'язки [14, 15].

Дана ділянка є клінічно важливою, адже через стравохідний розтвір, разом із стравоходом проходять передній та задній блукаючі стовбури, стравохідні артерії та вени. Останні утворюють порто-кавальні венозні анастомози із венами шлунка, що прямують проксимально в ділянку стравохідного розтвору [16].

Герметизація стравохідного розтвору зверху забезпечується парієтальною плеврою та знизу – парієтальною очеревиною. Всередині просвіту стравохідного розтвору, стабільність розташування стравоходу та зв'язок із м'язовими волокнами формується за рахунок діафрагмово-стравохідної

## Наукові огляди

зв'язки, яка утворена колагеновими та еластичними волокнами, що є продовженнями поперечної фасції живота. Один із листків поперечної фасції прямує проксимально через розтвір стравоходу та влітається в адвентицію стравоходу та глибше – у ділянку сполучної тканини, що розташовується між м'язово. Інший листок прямує дистально, прикріплюючись до адвентиції черевної частини стравоходу та до шлунка. У деяких випадках виявляється додаткова зв'язкова структура, що є продовженням внутрішньогрудної фасції, що підіймається догори та переплітається із елементами внутрішньочеревної фасції [12-14, 16].

Верхній листок діафрагмово-стравохідної зв'язки прикріплюється до стравоходу, в середньому, на 3,15 см вище від зони переходу багат шарового плоского епітелію в циліндричний. Виявлено, що у пацієнтів з езофагітом це прикріплення розташовувалося лише приблизно на 0,5 см вище епітеліального переходу [17].

Деякі вчені вказують на наявність пухкої сполучної тканини, яка містить колагенові та еластичні волокна, утворюється з обох поверхонь діафрагми й прикріплюється до стравоходу. Описано, що в 10-тижневого плода між цими фасціальними шарами виявляється шар посмугованих м'язових волокон нижок діафрагми. З віком ці м'язові волокна поступово редуруються й заміщуються колагеновими. Отже, у дорослих м'язові елементи діафрагмово-стравохідної перетинки вважаються рудиментарними [18].

Інші дослідники зазначають, що верхня частина перетинки, яка походить із верхньої діафрагмової фасції, формується першою і до 16-го тижня ембріонального розвитку становить приблизно дві третини всієї товщини структури. До 19-го тижня верхня й нижня фасції діафрагми роблять рівний внесок у формування перетинки. Після народження відбувається злиття щільних внутрішніх шарів цих фасцій, які, досягнувши стравоходу, розходяться вільноподібно та переходять у його адвентицію. Автори дійшли висновку, що подальше дозрівання діафрагмово-стравохідної перетинки триває після народження [17, 18].

Опис діафрагмово-стравохідної зв'язки різняться у джерелах, оскільки її структура змінюється з віком. У плода стравохід і діафрагма щільно з'єднані сполучною тканиною в ділянці стравохідного отвору. Після народження, із початком дихальних рухів і ковтання, цей зв'язок послаблюється, а проміжок між структурами поступово заповнюється пухкою сполучною тканиною та жировими включеннями.

Через аортальний розтвір діафрагми, окрім власне аорти, проходять такі важливі судинні структури: грудна лімфатична протока та непарна вена. На рівні дванадцятого грудного хребця передній край аортального розтвору фіброзно ущільнений та являє собою серединну дугоподібну зв'язку. Існує гістологічна варіабельність у будові серединної дугоподібної зв'язки. Так, виявлено, що в деяких випадках серединна дугоподібна зв'язка може бути сформована повністю м'язовими волокнами. Права та ліва ніжки діафрагми формують бічні краї розтвору. Серединна зв'язка, у середньому, розташовується на

рівні першого поперекового хребця, дещо вище галузнення черевного стовбура [19].

Описано клінічні випадки варіантної будови серединної зв'язки, при якій остання розташовується дещо нижче по відношенню до типового рівня розташування і перекриває точку виходу черевного стовбура, призводячи до звуження просвіту останнього.

Артеріальне кровопостачання верхньої поверхні діафрагми здійснюється переважно за рахунок невеликих артеріальних гілок: дві парні гілки від внутрішньої грудної – осердно-діафрагмова артерія та м'язово-діафрагмова артерія; одна парна гілка від черевної аорти – верхня діафрагмова артерія. Проте досліджено, що основне артеріальне кровопостачання діафрагми забезпечується і збоку її нижньої поверхні. Його джерелом є нижні діафрагмові артерії, що є пристінковими гілками черевної аорти. Іноді нижні діафрагмові артерії галузяться від черевного стовбура безпосередньо під серединною дугоподібною зв'язкою. Існують випадки та варіанти, при яких нижні діафрагмові артерії починаються від ниркових артерій [20].

Описані такі варіанти кровопостачання, при яких нижній відділ стравоходу додатково отримує кров від дрібних гілок лівої нижньої діафрагмової артерії, у той час як ліва шлункова артерія кровопостачає лише кардіальний відділ та дно шлунка.

У ділянці верхньої поверхні діафрагми дрібні венозні притоки формують м'язово-діафрагмові та осердно-діафрагмові вени. Вони проходять поряд із однойменними артеріями та являють собою притоки внутрішніх грудних вен. У задніх відділах діафрагми спостерігається частковий відтік крові в систему непарної та напівнепарної вен.

На нижній поверхні діафрагми права нижня діафрагмова вена супроводжує однойменну артерію та впадає безпосередньо в нижню порожнисту вену. Ліва нижня діафрагмова вена також може відкриватися в нижню порожнисту вену, проте частіше вона має задню гілку, яка відходить дорсально та впадає в ліву надниркову вену [21].

Правий діафрагмовий нерв входить у діафрагму через центральний сухожилок діафрагми трохи збоку від отвору для нижньої порожнистої вени. У деяких випадках він проходить безпосередньо через цей отвір разом із веною. Лівий діафрагмовий нерв проникає через верхню поверхню м'язової частини діафрагми збоку від лівого краю серця.

Обидва діафрагмові нерви розгалужуються (на дві або три гілки) на рівні або трохи вище діафрагми. Ці гілки прямують у товщу м'язових волокон, забезпечуючи їх моторну іннервацію. Невеликі чутливі гілочки відходять до плеври, перикарда та очеревини, що покриває центральну частину діафрагми [1, 2, 6, 22].

Більші рухові гілки усередині діафрагми формують три або чотири основні нервові стовбури: груднинний, передньобоковий, задньобоковий та ніжковий. Задньобоковий і ніжковий стовбури часто утворюють спільний нервовий хід. Ці нервові стовбури проходять частково всередині м'язової тканини діафрагми, а частково – по її нижній поверхні, де відкриті лише

очеревиною. Груднинні гілки з обох боків можуть анастомозувати позаду груднини.

Значна когорта вчених описує анатомічну варіабельність проходження переднього та заднього блукаючих стовбурів крізь стравохідний розтвір діафрагми. Так, у більшості випадків, стовбури проходили крізь розтвір разом із стравоходом, проте існували випадки, в яких на рівні розтвору відбувалось формування стравохідного сплетення, а обидва блукаючих стовбури розташовувались повністю в черевній порожнині. Описані випадки, при яких галуження стовбурів відбувалось дещо вище стравохідного розтвору, а вже власне через розтвір виходили їх основні гілки та нервові галуження [23].

### Висновки

1. Діафрагма є ключовим м'язово-сухожильним утворенням, що відіграє провідну роль у забезпеченні дихальної функції, розмежуванні грудної та черевної порожнин і підтриманні внутрішньочеревного тиску. Її складна анатомічна й ембріональна організація визначає тісні взаємовідносини з органами середостіння, черевної порожнини та стравоходом.

2. Ембріогенез діафрагми починається з утворення поперечної перегородки, яка на ранніх етапах розвитку формує основу майбутнього сухожильного центру. Подальше зростання плевро-очеревинних складок і запечінкової мезенхімальної пластинки забезпечує замикання плевро-очеревинних каналів. М'язові клітини з шийних міотомів мігрують у діафрагмову пластинку, що зумовлює іннервацію діафрагми діафрагмовими нервами, які походять із тих самих сегментів. Завершення формування діафрагми відбувається на 7-8-му тижні ембріонального розвитку, однак її структурна диференціація та функціональне дозрівання тривають і після народження.

3. Класична анатомічна будова діафрагми включає три частини – груднинну, реброву та поперекову, які сходяться до сухожильного центру. У її товщі проходять три основні анатомічні отвори: для аорти, нижньої порожнистої вени та стравоходу. Особливої уваги заслуговує діафрагмово-стравохідна зв'язка, що фіксує стравохід у ділянці отвору діафрагми. Її структура змінюється з віком: у новонароджених вона щільна й добре розвинена, тоді як у дорослих стає тоншою, з накопиченням жирової тканини, а при грижах стравохідного отвору практично зникає.

4. Кровопостачання діафрагми є двостороннім – збоку грудної та черевної порожнин. Верхня поверхня отримує кров через осердно-діафрагмові й м'язово-діафрагмові артерії (гілки внутрішньої грудної артерії) та верхні діафрагмові артерії з грудної аорти. Основний

приплив крові забезпечують нижні діафрагмові артерії, які відходять від аорти або черевного стовбура, а іноді – від ниркових артерій. Ліва нижня діафрагмова артерія формує анастомози з лівою шлунковою артерією, спільно живлячи нижній відділ стравоходу, кардію та дно шлунка. Венозний відтік відбувається переважно через нижні діафрагмові вени у систему нижньої порожнистої вени, а частково – у надниркові або внутрішньогрудні вени.

5. Іннервація діафрагми забезпечується парними діафрагмовими нервами (правим і лівим), що відходять від шийних сегментів С3-С5. Вони несуть як рухові, так і чутливі волокна, іннервуючи м'язову частину, а також плевру, перикард і очеревину. Усередині діафрагми нервові стовбури поділяються на груднинний, передньобоковий, задньобоковий та ніжковий. Додаткову автономну іннервацію забезпечують передній і задній стовбури блукаючого нерва, що проходять через стравохідний отвір разом зі стравоходом і беруть участь у регуляції моторики кардіального відділу шлунка та нижнього стравоходу.

Таким чином, діафрагма є складною анатомо-функціональною системою, формування якої тісно пов'язане з розвитком органів грудної та черевної порожнин. Її судинно-нервовий апарат і сполучнотканинні структури забезпечують не лише дихальну, а й опорну, гемодинамічну та бар'єрну функції. Глибоке розуміння особливостей її будови має важливе клінічне значення для діагностики та хірургічного лікування патологій діафрагми, зокрема гриж стравохідного отвору, діафрагмових розривів і порушень дихальної функції.

**Перспективи подальших досліджень.** Подальші дослідження мають бути спрямовані на уточнення морфогенезу та мікροструктурної організації діафрагми, зокрема діафрагмово-стравохідної зв'язки, судинного русла й іннервації у різні періоди онтогенезу. Перспективним є застосування сучасних морфометричних, імуногістохімічних і візуалізаційних методів для детального аналізу вікових і варіантних особливостей діафрагми. Такі дослідження сприятимуть кращому розумінню механізмів формування патологій стравохідного розтвору, дихальних розладів та оптимізації хірургічних підходів у торакальній і абдомінальній хірургії.

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів, зокрема фінансових, особистісних чи інших, що могли би вплинути на представлене дослідження і його результати.

**Фінансування.** Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

### References

1. Downey R. Anatomy of the normal diaphragm. *Thorac Surg Clin*. 2011;21(2):273-9. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2011.01.001.
2. Bains KNS, Kashyap S, Lappin SL. Anatomy, thorax, diaphragm. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL); 2025. PMID:30137842.
3. Bordoni B, Zanier E. The continuity of the body: hypothesis of treatment of the five diaphragms. *J Altern Complement Med*. 2015;21(4):237-42. DOI: 10.1089/acm.2013.0211.
4. Suat E, Fahri C. Diaphragmatic hernia: diagnostic approaches with review of the literature. *European Journal of Radiology*. 2005;54(3):448-59. DOI: 10.1016/j.ejrad.2004.09.008.
5. Black MC, Joubert K, Seese L, Ocak I, Frazier AA, Sarkaria I, et al. Innovative and contemporary interventions of diaphragmatic disorders. *J Thorac Imaging*. 2019;34(4):236-47. DOI: 10.1097/RTI.0000000000000416.

## Наукові огляди

6. Skandalakis LJ, Skandalakis JE. Diaphragm. Surgical anatomy and technique. Springer; 2013.
7. Clugston RD, Greer JJ. Diaphragm development and congenital diaphragmatic hernia. *Seminars in Pediatric Surgery*. 2007;16(2):94-100. DOI: 10.1053/j.sempedsurg.2007.01.004.
8. Cleal L, McHaffie SL, Lee M, Hastie N, Martínez-Estrada OM, Chau YY. Resolving the heterogeneity of diaphragmatic mesenchyme: a novel mouse model of congenital diaphragmatic hernia. *Dis Model Mech*. 2021;14(1):dmm046797. DOI: 10.1242/dmm.046797.
9. Kanahashi T, Imai H, Otani H, Yamada S, Yoneyama A, Takakuwa T. Three-dimensional morphogenesis of the human diaphragm during the late embryonic and early fetal period: analysis using T1-weighted and diffusion tensor imaging. *J Anat*. 2023;242(2):174-90. DOI: 10.1111/joa.13760.
10. Tasnim S, Bribriesco AC, Sudarshan M. Surgical Diaphragm: Anatomy and Physiology. *Thorac Surg Clin*. 2024;34(2):111-18. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2024.01.002.
11. Nason LK, Walker CM, McNeeley MF, Burivong W, Fligner CL, Godwin JD. Imaging of the diaphragm: anatomy and function. *Radiographics*. 2012;32(2):51-70. DOI: 10.1148/rg.322115127.
12. Du Plessis M, Ramai D, Shah S, Holland JD, Tubbs RS, Loukas M. The clinical anatomy of the musculotendinous part of the diaphragm. *Surg Radiol Anat*. 2015;37(9):1013-20. DOI: 10.1007/s00276-015-1481-0.
13. Kumar D, Zifan A, Ghahremani G, Kunkel DC, Horgan S, Mittal RK. Morphology of the Esophageal Hiatus: Is It Different in 3 Types of Hiatus Hernias? *J Neurogastroenterol Motil*. 2020;26(1):51-60. DOI: 10.5056/jnm18208.
14. Li H, Liang J, Shao P, Zheng J, Shi R, Wang Y. Supra-arcuate ligament blocks: anatomy, mechanisms, and techniques. *J Pain Res*. 2021;14:3837-48. DOI: 10.2147/JPR.S347071.
15. Câmara R, Griessenauer CJ. Anatomy of the vagus nerve. In *Nerves and nerve injuries*. Academic Press; 2015. p. 385-97. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410390-0.00028-7>
16. Bleys RL, Weijs TJ. Surgical anatomy of esophagus. In *Minimally Invasive Surgery for Upper Abdominal Cancer*. Cham: Springer International Publishing; 2017. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-54301-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-54301-7_2)
17. Apaydin N, Uz A, Evirgen O, Loukas M, Tubbs RS, Elhan A. The phrenico-esophageal ligament: an anatomical study. *Surg Radiol Anat*. 2008;30(1):29-36. DOI: 10.1007/s00276-007-0279-0.
18. Costa MMB, Pires-Neto MA. Anatomical investigation of the esophageal and aortic hiatuses: Physiologic, clinical and surgical considerations. *Anat Sci Int*. 2004;79(1):21-31. DOI: 10.1111/j.1447-073x.2004.00060.x.
19. Harrison GR. The Anatomy and Physiology of the Diaphragm. In: *Upper Gastrointestinal Surgery*. Springer Specialist Surgery Series. Springer, London; 2005. [https://doi.org/10.1007/1-84628-066-4\\_4](https://doi.org/10.1007/1-84628-066-4_4)
20. Baaj AA, Papadimitriou K, Amin AG, Kretzer RM, Wolinsky JP, Gokaslan ZL. Surgical anatomy of diaphragm in the anterolateral approach to the spine. *J Spinal Disord Tech*. 2014;27(4):220-3. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3182a18125.
21. Verlinden TJM, van Dijk P, Herrler A, de Gier-de Vries C, Lamers WH, Köhler SE. The human phrenic nerve serves as a morphological conduit for autonomic nerves and innervates the caval body of the diaphragm. *Sci Rep*. 2018;8(1):11697. DOI: 10.1038/s41598-018-30145-x.
22. Camara R, Griessenauer CJ. Anatomy of the vagus nerve. *Nerves and nerve injuries*. 2015;1:385-97. DOI: 10.1016/B978-0-12-410390-0.00028-7.

**Відомості про авторів**

**Ясінський М.М.** – д-р філософії, асистент кафедри анатомії людини ім. М.Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна. <https://orcid.org/0000-0001-9594-0940>.

**Кривецький В.В.** – д-р мед. наук, професор, завідувач кафедри анатомії людини ім. М.Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна. <https://orcid.org/0000-0002-9902-1113>.

**Банул Б.Ю.** – канд. мед. наук, доцент кафедри анатомії людини ім. М.Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна. <https://orcid.org/0009-0003-2922-3689>.

**Проняєв Д.В.** – д-р мед. наук, професор, професор кафедри анатомії людини ім. М.Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна. <https://orcid.org/0000-0001-8096-4640>.

**Яковець К.І.** – канд. мед. наук, доцент кафедри дитячої хірургії та отоларингології Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна. <https://orcid.org/0000-0002-5116-2291>.

**Information about the authors**

**Yasinskyi M.M.** – Doctor of Philosophy, Assistant Professor at the Department of Human Anatomy named after M.G. Turkevych, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0001-9594-0940>.

**Kryvetskyi V.V.** – Professor, Chief of Department of Human Anatomy named after M.G. Turkevych, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0002-9902-1113>.

**Banul B.Y.** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Human Anatomy named after M.G. Turkevych, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine. <https://orcid.org/0009-0003-2922-3689>.

**Proniaiev D.V.** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor at the Department of Human Anatomy named after M.G. Turkevych, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0001-8096-4640>.

**Yakovets K.I.** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Pediatric Surgery and Otorhinolaryngology, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0002-5116-2291>.



*Дата першого надходження рукопису до видання: 29.01.2026 р.  
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 12.02.2026 р.  
Дата публікації: 19.03.2026 р.*