

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОГЕНЕЗУ ТА ТОПОГРАФІЇ СТРУКТУР КЛЮЧИЧНО-ГРУДНОГО ТА ЛОПАТКОВО-КЛЮЧИЧНОГО ТРИКУТНИКІВ В ЕМБРІОНАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ

Проняєв Д.В., Шумік Ю.В.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

Ключові слова: шия, верхня кінцівка, ключиця, м'язи шиї, підключична вена, підключична артерія, плечове сплетення, груди.

Буковинський медичний вісник.
2025. Т. 29, № 4 (116). С. 83-88.

DOI: 10.24061/2413-
0737.29.4.116.2025.14

E-mail: proniaiev@bsmu.edu.ua

Резюме. Особливу увагу в сучасній анатомії та ембріології приділяють вивченню становлення просторових взаємовідносин між м'язами, фасціями, судинами та нервами в ранні періоди онтогенезу. Це зумовлено тим, що формування груднинно-ключично-соскоподібного м'яза, великого і малого грудних м'язів, дельтоподібного м'яза та їх фасціальних футлярів безпосередньо впливає на закладку меж ключично-грудного та лопатково-ключичного трикутників. Паралельно з цим відбувається розвиток головних венозних стовбурів (внутрішньої яремної вени, головної вени, підключичної та пахвової вен), гілок плечового сплетення та артеріальних судин. Порушення цих процесів можуть зумовлювати варіантну анатомію або природжені аномалії, які мають значний клінічний резонанс.

Мета дослідження – дослідити особливості закладки та розвитку основних структур ключично-грудного та лопатково-ключичного трикутників у різні етапи ембріогенезу.

Матеріал і методи. Гістологічне дослідження складових компонентів ключично-грудного та лопатково-ключичного трикутників зародків людини здійснювали за допомогою виготовлення та дослідження під світловим мікроскопом серій півтонких зрізів.

Результати дослідження. Задля повноцінного виявлення топографо-анатомічних особливостей структур досліджуваних трикутників, нами простежено розвиток м'язів, що утворюють кордони останніх. Так, протягом 6-го тижня внутрішньоутробного розвитку цілісні ділянки мезенхімальної тканини формують навколошийні преміобластні маси із частковим об'єднанням із структурами міотомів на рівні третього – п'ятого сегментів. Саме даний преміобластний навколошийний пласт мезенхімальної тканини являє собою закладку під'язикової групи м'язів шиї, до яких відноситься лопатково-під'язиковий м'яз. Наприкінці 6-го тижня внутрішньоутробного розвитку відзначається диференціація м'язових елементів, при цьому підпід'язиковий преміобластний масив виявляється більш розвиненим, ніж інші м'язові закладки шиї. На ранньому етапі він має безперервний зв'язок угорі з преміобластними масами язика, а вниз – із зачатками діафрагми, утворюючи єдиний язиково-підпід'язиково-діафрагмальний тяж.

Висновки. 1. Формування структур ключично-грудного та лопатково-ключичного трикутників у ембріональному періоді відбувається у вигляді преміобластних масивів, що виникають із мезодерми та частково з вентральних міотомів. Підпід'язикові м'язи проходять диференціацію на глибокий і поверхневий шари, поступово набуваючи дорослої форми та топографічного розташування до кінця другого місяця розвитку. Дробинчасті м'язи закладаються окремо з навколохребтової мезенхіми і вже до 50-ї доби ембріонального розвитку мають характерні прикріплення до шийних хребців і ребер.

2. Судинна система формується паралельно з м'язовими структурами. Венозний відтік верхньої кінцівки спочатку представлений хаотичним капілярним сплетенням, яке поступово диференціюється в поверхневу систему *vena basilica* та *vena cephalica*, а також у глибокі сплетення навколо артеріальних стовбурів. Підключична артерія та її гілки визначають напрямок розташування вен і нервових пучків, забезпечуючи формування основної топографічної схеми трикутників.

3. Нервова іннервація закладається поряд із м'язовими масивами: шийна

петля і гілки плечового сплетення встановлюють відносини, що зберігаються в постнатальному періоді. Взаємне розташування м'язів, судин і нервів створює впорядковану топографію трикутників, яка є основою для прогнозування варіантної анатомії та має значення для клінічних і хірургічних досліджень.

FEATURES OF MORPHOGENESIS AND TOPOGRAPHY OF THE STRUCTURES OF THE CLAVICULOPECTOTAL AND OMOCLAVICULAR TRIANGLES IN THE EMBRYONIC PERIOD OF ONTOGENESIS

Proniaiev D.V., Shumik Yu.V.

Key words: neck, upper limb, clavicle, neck muscles, subclavian vein, subclavian artery, brachial plexus, thorax

Bukovinian Medical Herald. 2025. V. 29, № 4 (116). P. 83-88.

Resume. Special attention in modern anatomy and embryology is paid to the study of the formation of spatial relationships between muscles, fascia, vessels and nerves in the early periods of ontogenesis. This is due to the fact that the formation of the sternocleidomastoid muscle, pectoralis major and minor muscles, deltoid muscle and their fascial sheaths directly affects the establishment of the boundaries of the claviculopectoral and omoclavicular triangles. In parallel with this, the development of the main venous trunks (internal jugular vein, head vein, subclavian and axillary veins), branches of the brachial plexus and arterial vessels. Violations of these processes can cause variant anatomy or congenital anomalies that have significant clinical resonance.

Purpose of the study. To investigate the features of the laying and development of the main structures of the claviculopectoral and omoclavicular triangles at different stages of embryogenesis.

Material and methods of the study. Histological study of the components of the claviculopectoral and omoclavicular triangles of human embryos was carried out by making and studying under a light microscope a series of semi-thin sections.

Results of the study. In order to fully identify the topographic and anatomical features of the structures of the studied triangles, we traced the development of the muscles that form the borders of the latter. Thus, during the 6th week of intrauterine development, dense areas of mesenchymal tissue form pericervical premyoblast masses with partial union with the structures of myotomes at the level of the third to fifth segments. This premyoblastic pericervical layer of mesenchymal tissue is the basis of the sublingual group of neck muscles, which includes the omohyoid. At the end of the 6th week of intrauterine development, differentiation of muscle elements is noted, while the sublingual premyoblastic mass is more developed than other muscle bases of the neck. At an early stage, it has a continuous connection above with the premyoblastic masses of the tongue, and below with the rudiments of the diaphragm, forming a single lingual-hypoglossal-diaphragmatic cord.

Conclusions. 1. The formation of the structures of the claviculopectoral and omoclavicular triangles in the embryonic period occurs in the form of premyoblastic massifs arising from the mesoderm and partially from the ventral myotomes. The subhyoid muscles undergo differentiation into deep and superficial layers, gradually acquiring an adult form and topographic location by the end of the second month of development. The scalene muscles are laid separately from the perivertebral mesenchyme and by the 50th day of embryonic development have characteristic attachments to the cervical vertebrae and ribs.

2. The vascular system is formed in parallel with the muscular structures. The venous outflow of the upper limb is initially represented by a chaotic capillary plexus, which gradually differentiates into the superficial system of the vena basilica and vena cephalica, as well as into deep plexuses around the arterial trunks. The subclavian artery and its branches determine the direction of the location of the veins and nerve bundles, ensuring the formation of the main topographic scheme of triangles.

3. Nerve innervation is laid next to the muscle masses: the cervical loop and the

branches of the brachial plexus establish relationships that persist in the postnatal period. The mutual arrangement of muscles, vessels and nerves creates an ordered topography of triangles, which is the basis for predicting variant anatomy and is important for clinical and surgical studies.

Вступ. Ключично-грудний та лопатково-ключичний трикутники належать до одних із найважливіших топографо-анатомічних структур ділянок шиї та грудної клітки, у кордонах яких розташовані судинно-нервові пучки, поверхневі та глибокі вени, а також м'язи, що формують контури передньої поверхні грудної клітки та нижньої частини ділянки шиї. Їхнє значення визначається тим, що вони є провідниками магістральних шляхів, орієнтирами при хірургічних втручаннях та зонами, де найчастіше трапляються анатомічні варіанти і вроджені вади розвитку [1, 2].

Особливу увагу в сучасній анатомії та ембріології приділяють вивченню становлення просторових взаємовідносин між м'язами, фасціями, судинами та нервами в ранні періоди онтогенезу. Це зумовлено тим, що формування груднинно-ключично-соскоподібного м'яза (ГКСМ), великого і малого грудних м'язів, дельтоподібного м'яза та їх фасціальних футлярів безпосередньо впливає на закладку меж ключично-грудного та лопатково-ключичного трикутників. Паралельно з цим відбувається розвиток головних венозних стовбурів (внутрішньої яремної вени, головної вени, підключичної та пахвової вен), гілок плечового сплетення та артеріальних судин. Порушення цих процесів можуть зумовлювати варіантну анатомію або природжені аномалії, які мають значний клінічний резонанс [3, 4].

Попри клінічну значимість зазначених зон, у літературі майже відсутні системні відомості про їхній ембріональний морфогенез. Дані щодо строків диференціації м'язів, становлення фасціальних структур, а також топографії судинно-нервових елементів представлені фрагментарно та не враховують закономірностей просторової організації у пренатальному розвитку. Це визначає актуальність проведення комплексного морфологічного дослідження, спрямованого на з'ясування послідовності формування структур ключично-грудного та лопатково-ключичного трикутників у різні етапи ембріогенезу [5].

Слід зазначити, що дані трикутники є морфогенетично пов'язаними ділянками, адже вони ділять між собою основні судинно-нервові структури, що проходять із шийної ділянки до верхньої кінцівки.

Лопатково-ключичний трикутник обмежений знизу ключицею, з присереднього боку та попереду – заднім краєм ГКСМ, зверху та збоку – нижнім черевцем лопатково-під'язикового м'яза. У даному трикутнику проєктуються: підключичні артерія та вена, плечове нерве сплетення на рівні трьох стовбурів та точка прикріплення переднього драбинчастого м'яза в ділянці верхньої поверхні першого ребра одразу за ключицею.

Ключично-грудний трикутник обмежений зверху

ключицею, присередньо та знизу – верхнім краєм малого грудного м'яза, збоку – переднім краєм переднього черевця дельтоподібного м'яза. У даному трикутнику проєктуються такі анатомічні утворення: пахвові артерія та вена, головна вена та плечове нерве сплетення в ділянці утворення трьох нервових тяжів.

Мета дослідження – дослідити особливості закладки та розвитку основних структур ключично-грудного та лопатково-ключичного трикутників у різні етапи ембріогенезу.

Матеріал і методи. Дослідження виконані з дотриманням основних положень Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964-2013 рр.) директиви ЄЕС №609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., №944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. [6]. Комісією з питань біомедичної етики Буковинського державного медичного університету (протокол № 6 від 20.12.2024 р.) не виявлено порушень морально-правових норм при проведенні науково-дослідної роботи.

Гістологічне дослідження складових компонентів ключично-грудного та лопатково-ключичного трикутників зародків людини здійснювали за допомогою виготовлення та дослідження під світловим мікроскопом серій півтонких зрізів. Після фіксації в забуференому нейтральному розчині формаліну дослідний матеріал добу промивали проточною водою. Препарати обробляли 5% розчином сірчаноокислого натрію для уникнення набряку сполучної тканини. Зневоднення препаратів здійснювали шляхом проведення їх через батарею етилового спирту зростаючої концентрації (від 30° до абсолютного спирту включно). Занурювали препарати в парафін. Як проміжне середовище, між абсолютним спиртом та парафіном використовували ксилол. Із парафінових блоків виготовляли серії гістологічних зрізів завтовшки 5-10 мкм за допомогою мікротома. Зрізи забарвлювали гематоксиліном і еозином. Після забарвлювання гістологічні зрізи заключали під покривні скельця в канадський бальзам [7].

Результати дослідження та їх обговорення

Згідно з нашими спостереженнями, вже протягом 4-го тижня внутрішньоутробного розвитку (ВУР) (5.0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД)), у ділянці закладки структур верхньої кінцівки відзначаються розсіяні капілярні структури, що оточені недиференційованими масами мезенхімальної тканини. На даному етапі розвитку не відзначаються скелетні та м'язові ущільнення мезенхіми (бластими), проте в основи відростка верхньої кінцівки відзначається розташування первинного стовбура нервових волокон.

Оригінальні дослідження

З 4-го по 5-й тиждень ВУР, всередині ділянки видовженого та збільшеного у розмірах відростка верхньої кінцівки наявний єдиний судинний стовбур, що простягається від ділянки дорсальної аорти та вклинюється в тканини основи відростка. Далі точки вклинення відзначається розгалуження стовбура на сітку капілярів, які продовжуються до верхівки відростка верхньої кінцівки.

Протягом 5-го тижня ВУР, за рахунок поступової зміни структурності мезенхімальної тканини відростка верхньої кінцівки, збільшення його в довжину та масі, відзначається зміщення осевого судинного стовбура проксимальніше, що вказує на те, що даний стовбур являє собою зачатковий елемент підключичної артерії. Частина даного стовбура, що розташовується дистальніше та переходить у сітку капілярів, являє собою примордіальний стовбур пахової артерії. Після того, як остання пересікає ділянку нервової пластинки, пахова артерія галузиться на густу сітку капілярів, що йде поруч із ділянкою галуження нервової пластинки на передній та задній відділ.

Протягом 6-го тижня ВУР, видно чітко сформований стовбур підключичної артерії, що простягається та лежить попереду від нервової пластинки. Остання зазнає поділу на передній та задній відділ. Передній відділ являє собою закладку м'язово-шкірного, ліктьового та серединного нервів, у той час як похідним нервовим елементом задньої частини є променевий нерв. Підключична артерія проходить через передній відділ нервової пластинки та розташовується при цьому між обома її поділами. Дистальніше даної точки підключична артерія розпадається та галузиться на артеріальну капілярну сітку, що простягається до верхівки відростка верхньої кінцівки. Пахова артерія продовжується у вигляді плечової артерії, що продовжується до ділянки ліктя, галузячись далі в сітку капілярів.

Наше дослідження вказує, що початок васкуляризації ділянки відростка верхньої кінцівки починається вже на початку 4-го тижня ВУР. На даному етапі розвитку васкуляризація виникає за рахунок галуження капілярних структур, що продовжуються по всій товщі недиференційованих мезенхімальних мас відростка верхньої кінцівки. Протягом 5-го та 6-го тижнів ВУР, відзначається утворення єдиного стовбура пахової артерії, за рахунок якого відбувається кровопостачання верхньої кінцівки. Ділянка артеріального стовбура, що розташовується поблизу дорсальної аорти та відходить від останньої до моменту вклинення його в нервову пластинку, являє собою зачаток підключичної артерії.

Одночасно із появою артеріальних структур, протягом раннього ембріонального періоду відзначається первинна венозна капілярна мережа відростка верхньої кінцівки. Відтік крові, по якій відбувається до передньої кардинальної вени, через короткий сегмент первинної підключичної вени, яка займає ділянку між венозним капілярним сплетенням та передньою кардинальною веною в недиференційованій мезенхімальній тканині основи

відростка верхньої кінцівки. Протягом 4-го тижня ВУР, венозний відтік не має чіткої поверхневої чи глибокої структурності та організації. Венозні елементи проходять у товщі мезенхімальної тканини, прилягаючи до зачаткових елементів плечового сплетення.

Протягом 5-го тижня ВУР, у присередній частині відростка верхньої кінцівки із структур венозного сплетення відмежовується венозний стовбур, що являє собою зачатковий елемент первинної присередньої підшкірної вени руки (*v. basilica primitiva*), що простягається від капілярного сплетення дистальної частини верхньої кінцівки та проксимальніше впадає у венозний стовбур, який являє собою зачатковий елемент пахової вени. В ембріонів 6.0-8.0 мм ТКД виявлено, що латерально відбувається формування меншої за розмірами венозної магістралі – зачатка головної вени (*v. cephalica primitiva*), яка дренує кров у напрямку дистального відділу ключично-грудного трикутника і прямує до підключичної вени. Венозні судини оточують основні нервові стовбури ділянки нервової пластинки, що розділяється.

В ембріонів 6-го тижня ВУР, на гістологічних зрізах чітко видимі два основних венозних стовбури, що розташовані поверхнево: основна вена руки, що проходить медіально та сполучається із капілярною венозною сіткою кисті та продовжується проксимально в пахову вену, та головну вену, що розташовується та простягається латерально в напрямку до ділянки ключично-грудного трикутника та об'єднується із стовбуром підключичної вени.

Глибокі венозні структури починають орієнтуватись вздовж великих артеріальних стовбурів, проте ще являють собою поодинокі структури. Топографічно поверхневі венозні судини верхньої кінцівки лежать у шарі мезенхімальної тканини, що відповідає зачаткам підшкірної жирової клітковини, у той час як глибокі вени розташовані та оточені ущільненими масивами мезенхіми, похідними структурами якої будуть м'язи ділянки плеча та передпліччя.

Задля повноцінного виявлення топографо-анатомічних особливостей структур досліджуваних трикутників, нами простежено розвиток м'язів, що утворюють кордони останніх. Так, протягом 6-го тижня ВУР, щільні ділянки мезенхімальної тканини формують навколошийні преміобластні маси з частковим об'єднанням із структурами міотомів на рівні третього – п'ятого сегментів. Саме даний преміобластний навколошийний пласт мезенхімальної тканини являє собою закладку під'язикової групи м'язів шиї, до яких відноситься лопатково-під'язиковий м'яз.

Наприкінці 6-го тижня ВУР, відзначається диференціація м'язових елементів, при цьому підпід'язиковий преміобластний масив виявляється більш розвиненим, ніж інші м'язові закладки шиї. На ранньому етапі він має безперервний зв'язок угорі з преміобластними масами язика, а внизу – із зачатками діафрагми, утворюючи єдиний язиково-

підпід'язиково-діафрагмальний тяж. Невдовзі цей масив набуває вигляду чіткого тяжа прем'язової тканини, що з обох боків тягнеться від основи язика дорсально та латерально в напрямку до кінчиків перших ребер. Вже на цьому етапі він отримує іннервацію від шийної петлі, яка формується з вентральних корінців шийних спинномозкових нервів. Далі м'язова закладка відокремлюється від язикового комплексу, і над ділянкою серця обидва латеральні масиви зближуються між собою.

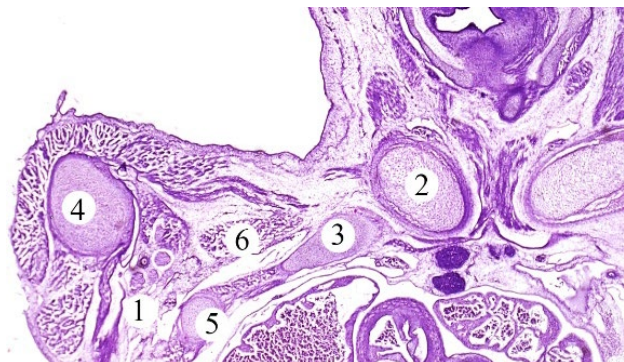


Рис. Фронтальний зріз зародка людини 40,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД). Забарвлення гематоксиліном і еозином. Мікрофотографія. Зб.: об. 8, ок. 7:

1 – плечове сплетення; 2 – зачаток ключиці; 3 – зачаток першого ребра; 4 – голівка плечової кістки; 5 – зачаток другого ребра.

Інші, латерально розташовані м'язові масиви, спочатку майже трапляються на середній лінії, проте, спускаючись, вони значно розходяться через розташування серця та займають латеральне положення в шії. Коли серце починає опускатися у грудну порожнину, обидва масиви наближаються один до одного зверху вниз, і до 7-го тижня ВУР починається чітка диференціація підпід'язикових м'язів.

Спочатку зачаток підпід'язикових м'язів поділяється на глибокий і поверхневий шари. Глибокий шар зазнає диференціації та формує

груднинно-під'язиковий, щито-під'язиковий та груднинно-щитоподібний м'язи. Поверхневий шар закладає лопатково-під'язиковий м'яз. До кінця 7-го тижня ВУР зближення цих масивів майже завершено, і вже можна чітко розрізнити окремі м'язові одиниці підпід'язикової групи.

Драбинчасті м'язи розвиваються з преміобластної тканини, яка, ймовірно, походить з навколохребтової мезенхімальної тканини, що лежить вентрально від нижніх шийних міотомів і є окремою від масивів підпід'язикових м'язів.

Висновки. 1. Формування структур ключично-грудного та лопатково-ключичного трикутників у ембріональному періоді відбувається у вигляді преміобластних масивів, що виникають із мезодерми та частково з вентральних міотомів. Підпід'язикові м'язи проходять диференціацію на глибокий і поверхневий шари, поступово набуваючи дорослої форми та топографічного розташування до кінця другого місяця розвитку. Драбинчасті м'язи закладаються окремо з навколохребтової мезенхіми і вже до 50-ї доби ембріонального розвитку мають характерні прикріплення до шийних хребців і ребер.

2. Судинна система формується паралельно з м'язовими структурами. Венозний відтік верхньої кінцівки спочатку представлений хаотичним капілярним сплетенням, яке поступово диференціюється в поверхневу систему *vena basilica* та *vena cephalica*, а також у глибокі сплетення навколо артеріальних стовбурів. Підключична артерія та її гілки визначають напрямок розташування вен і нервових пучків, забезпечуючи формування основної топографічної схеми трикутників.

3. Джерела іннервації закладаються поряд із м'язовими масивами: шийна петля і гілки плечового сплетення встановлюють відносини, що зберігаються в постнатальному періоді. Взаємне розташування м'язів, судин і нервів створює впорядковану топографію трикутників, яка є основою для прогнозування варіантної анатомії та має значення для клінічних і хірургічних досліджень.

Перспективи подальших досліджень. Вважаємо за доцільне дослідити особливості морфогенезу та топографії структур ключично-грудного та лопатково-ключичного трикутників у плодів.

References

1. Roth DM, Bayona F, Baddam P, Graf D. Craniofacial Development: Neural Crest in Molecular Embryology. *Head Neck Pathol.* 2021 Mar;15(1):1-15. DOI: 10.1007/s12105-021-01301-z.
2. Tsyhykalo OV, Popova IS, Skrynchuk OY, Dutka-Svarychevska TD, Fedoniuk LY. Peculiarities of morphogenesis and topography of infrahyoid triangles in human preterm and fetuses. *Wiad Lek.* 2021;74(1):102-6.
3. Martínez-Sanz E, Barrio-Asensio C, Maldonado E, Catón J, Arráez-Aybar LA, de Moraes LOC, et al. Morphogenesis and functional aspects of the muscular layer of the middle deep cervical fascia in humans. *Tissue Cell.* 2025 Apr;93:102681. DOI: 10.1016/j.tice.2024.102681.
4. Mazurek A, Wysiadecki G, Wójcik B, Dubrowski A, Skrzat J, Walocha J. Unusual anatomical variants of infrahyoid muscles - a case report. *Folia Morphol (Warsz).* 2025;84(1):267-75. DOI: 10.5603/fm.100840.
5. Malkidou N, Papadopoulos V, Fiska A. Anatomical variations of the infrahyoid muscles and ansa cervicalis: a systematic review and an updated classification system for the omohyoid muscle. *Anat Cell Biol.* 2025 Sep 30;58(3):322-33. DOI: 10.5115/acb.24.307.
6. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013;310(20):2191-4. DOI: 10.1001/jama.2013.281053.
7. Mazzarini M, Falchi M, Bani D, Migliaccio AR. Evolution and new frontiers of histology in bio-medical research. *Microsc Res*

Оригінальні дослідження

Tech. 2021 Feb;84(2):217-37. DOI: 10.1002/jemt.23579.

Відомості про авторів

Проняєв Дмитро Володимирович – д-р мед наук, професор, професор кафедри анатомії людини ім. М.Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна.

Шумік Юрій Валерійович – аспірант кафедри анатомії людини ім. М.Г. Туркевича Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці, Україна.

Information about the authors

Proniaiev Dmytro Volodymyrovych – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Human Anatomy named after M.G. Turkevych, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

Shumik Yuriy Valeriyovych – Postgraduate Student of the Department of Human Anatomy named after M.G. Turkevych, Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.



Дата першого надходження рукопису до видання: 27.10.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 12.11.2025

Дата публікації: 30.12.2025