

Р.В. Яковець  
Д.В. Проняєв

Буковинський державний  
медичний університет  
Чернівці, Україна

Надійшла: 20.09.2025

Прийнята: 13.10.2025

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2025.3.186-190>

УДК 611.94.013

## ЕМБРІОГЕНЕЗ УТВОРІВ ГРУДНИННО-КЛЮЧИЧНО-СОСКОПОДІБНОЇ ДІЛЯНКИ

Yakovets R.V. ✉, Proniaiev D.V.  ✉ Embryogenesis of formations of the sternoclavicular-mastoid region. Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine.

**ABSTRACT. Introduction.** During the embryonic period of morphogenesis, the primary laying and rudimentary differentiation processes of the structures of the sternoclavicular-mastoid region occur: muscles, vessels and nerves. Violation of the processes of laying muscle elements leads to the occurrence of congenital defects, including: agenesis or abnormality in the attachment of the sternoclavicular-mastoid muscle, congenital torticollis, change in the number of abdomens. **Purpose** of the study: to establish the features of embryonic development and formation of components of the sternoclavicular-mastoid region during the embryonic period of human ontogenesis. **Methods.** The study was conducted on preparations of 30 embryos. Histological study of the sternoclavicular-mastoid region of human embryos was performed by making and studying under a microscope a series of consecutive sections. A series of histological sections 5-10 µm thick were made from paraffin blocks on a rotary microtome. Histological sections were performed in one of three mutually perpendicular planes (frontal, sagittal, horizontal), which made it possible to accurately determine the structure of different parts of the sternoclavicular-mastoid region. The preparations were stained with hematoxylin and eosin. **Results.** At the end of the 4th week of intrauterine development, vascular networks gradually form on the ventral surface of the rudiment of the rhomboid brain, which subsequently give rise to long neuronal arteries - the precursors of the main artery. Parallel to the first aortic arch, a trigeminal artery is formed, anastomoses with the previous ones. In the process of growth and differentiation of the structures of the neck, the trigeminal artery gradually integrates into the system of the internal carotid artery. At the beginning of the 5th week of intrauterine development, the division of the distal part of the internal carotid artery into cranial and caudal branches is noted. The cranial branch forms the olfactory artery, which supplies blood to the forebrain, in particular to the anterior artery of the choroid plexus, the anterior and middle cerebral arteries and the anterior communicating artery. The caudal branch forms the posterior communicating and posterior cerebral arteries, providing blood supply to the posterior structures of the brain. Our own studies of embryonic serial sections have shown that the topographic location of the ventral aortic sac and the third aortic arch correlates with the localization of the mesenchymal rudiments of the sternoclavicular-mastoid muscle. This suggests that early vascular structures play the role of anatomical landmarks for the growth of the accessory nerve and the formation of the future neurovascular bundle of the neck. **Conclusions:** 1. Study demonstrated that the development and differentiation of the structures of the sternoclavicular-mastoid region and the trapezius muscle occurs in parallel with the formation of the ventral aortic sac and the internal carotid artery, which primarily emphasizes the close relationship between the processes of development of the muscle elements of the sternoclavicular-mastoid region and angiogenesis. 2. The location of the first and third aortic arches has a close correlation and relationship with the localization of mesenchymal condensations of the sternoclavicular-mastoid muscle and the trapezius muscle, as well as with the formation of the fibers of the accessory nerve, which indicates the role of early rudiments of large vessels as anatomical landmarks for the formation of the neurovascular bundle of the neck. The internal carotid artery is formed by the interaction of the aortic sac, the third aortic arch, and the dorsal aorta. 3. Progressive elongation and increase in the volume of the sternocleidomastoid muscle and trapezius muscle correlates with the growth of the internal carotid artery and the formation of its branches, which indicates the integrative development of the structures of the neurovascular bundle of the neck.

**Key words:** sternocleidomastoid muscle, jugular veins, carotid arteries, neck, embryo, embryogenesis, morphogenesis.

Yakovets RV, Proniaiev DV. [Embryogenesis of formations of the sternoclavicular-mastoid region]. Morphologia. 2025;19(3):186-90. Ukrainian.

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2025.3.186-190>

 Proniaiev D.V. 0000-0001-8096-4640

✉ [proniaiev@bsmu.edu.ua](mailto:proniaiev@bsmu.edu.ua); [ruslanyakovec@gmail.com](mailto:ruslanyakovec@gmail.com)

© Dnipro State Medical University, «Morphologia»

### Вступ

Виявлення особливостей морфогенезу структур груднинно-ключично-соскоподібної ділянки впродовж ембріонального періоду онтоге-

незу є надзвичайно важливим завданням, що постає перед вченим-морфологом. З анатомічної та фізіологічної точки зору дана ділянка включає в себе інтегральні гемодинамічні та нервові

утвори, які у людини представлені у вигляді судинно-нервового пучка шиї, що включає в себе три основні структури: загальну сонну артерію, внутрішню яремну вену та блукаючий нерв [1-2].

Впродовж ембріонального періоду морфогенезу відбувається первинна закладка та зачаткові диференційні процеси структур груднинно-ключично-соскоподібної ділянки: м'язів, судин та нервів. Порушення процесів закладки м'язових елементів призводить до виникнення природжених вад, серед яких: агенезія чи аномальність у прикріпленні груднинно-ключично-соскоподібного м'яза (ГКСМ), природжена кривошия, зміна у кількості черевців. Природжені вади судинно-нервового пучка шиї проявляють себе в патологічних варіантах розвитку судин, їх аплазії, дуплікації, аневризмах, патологічних шунтах. Присутність таких аномалій значно ускладнює діагностику проблеми та хірургічні втручання в ділянці шиї. Додатково, дані аномалії призводять до порушення нормальних гемодинамічних умов ЦНС, компресії нервових структур та застійними гемодинамічними процесами в судинах [3-5].

**Мета** дослідження: встановити особливості ембріонального розвитку та становлення компонентів груднинно-ключично-соскоподібної ділянки впродовж зародкового періоду онтогенезу людини.

#### **Матеріали та методи**

Дослідження проведено на препаратах 30 зародків, безпосередньо в комунальній медичній установі «Чернівецьке патологоанатомічне бюро» згідно договору про співпрацю. Дослідження виконані з дотриманням основних положень Ухвали Першого національного конгресу з біоетики «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах» (2001 р.), ICH GCP (1996 р.), Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997 р.) та про охорону хребетних тварин, що використовують в експериментах та інших наукових цілях (від 18.03.1986 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964-2008 рр.), директиви ЄС №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. 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 [6].

Гістологічне дослідження груднинно-ключично-соскоподібної ділянки зародків людини виконували за допомогою виготовлення та вивчення під мікроскопом серій послідовних зрізів. Фіксовані в забуференому нейтральному формаліні фрагменти органно-комплексів груднинно-ключично-соскоподібної ділянки промивали проточною водою впродовж однієї доби. Також

обробляли 5 % розчином сірчаноокислого натрію. Зневоднення препаратів здійснювали проведенням їх через батарею етилового спирту зростаючої концентрації (від 30° до абсолютного спирту включно). Заливали препарати у парафін. Проміжне середовище – хлороформ. Із парафінових блоків на ротаційному мікротомах виготовляли серії гістологічних зрізів завтовшки 5-10 мкм. Гістологічні зрізи проводили в одній із трьох взаємно перпендикулярних площин (фронтальній, сагітальній, горизонтальній), що давало змогу точно визначити будову різних частин груднинно-ключично-соскоподібної ділянки. Препарати забарвлювали гематоксиліном і еозиним. Після забарвлювання зрізи поміщали у бальзамуюче середовище та покривали покривними скельцями [7].

#### **Результати**

У ембріонів 4-го та 5-го тижнів внутрішньотробоного розвитку (ВУР), в ділянці другої глоткової дуги щільні мезенхімальні конденсації що розташовуються на дистальній частині волокон додаткового нерва являють собою мезенхімальні зачатки ГКСМ та трапецієподібного м'яза. Впродовж цього етапу розвитку дані ділянки розташовуються латерально по відношенню до потиличної кістки та хребців шийного відділу, що обумовлено активним зростанням та постійними процесами ремоделювання структур ділянок голови та шиї. Саме впродовж даного періоду ембріонального росту відбувається закладка топографоанатомічних співвідношень ГКСМ, трапецієподібного м'яза із кістковими елементами.

Протягом 6-го тижня ВУР, нами виявлено, що ГКСМ та трапецієподібний м'яз являють собою більш ущільнені ділянки мезенхіми, що симетрично розташовуються по обидва боки від ділянки зачатка нижнього чутливого нервового вузла блукаючого нерва. Спостерігається поступове розмежування м'язових зачатків обох м'язів у напрямку від центральної осі ембріона назовні та дистально.

Волокна додаткового нерва, що пролягають латерально від зазначеного вузла, активно інкорпуються в ділянки мезенхімальних конденсацій, визначаючи ранню іннервацію та напрямок подальшого росту майбутніх м'язових структур. Така взаємодія нервової та мезенхімальної тканини свідчить про координацію нейрогенезу й міогенезу в шийній області.

Протягом 7-го та 8-го тижнів ВУР спостерігається більш чітке відмежування ГКСМ та трапецієподібного м'яза. Останні починають простягатися та видовжуватися у задньому напрямку, при цьому, верхні їх відділи оточені фасціальними структурами, формуючи первинні топографічні фасціальні відношення структур ділянки шиї та голови.

Проте в нижній половині обидва м'язи відзначаються масами недиференційованої м'язової

тканини що розташовується попереду та дозадую відносно до центральної осі ембріона. Конденсації мезенхімальної тканини, які відзначені як ділянки зачатка заднього черевця двочеревцевого м'яза, розташовуються між другим глотковим хрящем (хрящем Рейхерта) та ділянкою зачатка ГКСМ. В даній ділянці обидві конденсації зачатків м'язів не мають взаємодій та зазнають окремого розвитку.

Динаміка росту трапецієподібного м'яза у цей період характеризується поступовим розширенням його дистальної межі: якщо на 7-му тижні вона сягає рівня V шийного хребця, то вже на 8-му тижні доходить до рівня VII грудного хребця. Паралельно із цим ГКСМ зазнає вираженого видовження та стовщення, його волокна набувають більш чіткого просторового напрямку – з передньо-присередньої орієнтацією у бік зачаткових кісткових структур ключиці та ручки груднини (рис. 1).

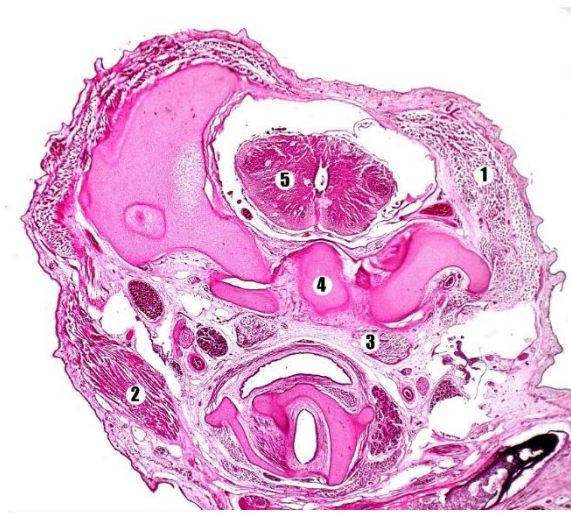


Рис. 1. Горизонтальний зріз зародка людини 40,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД). Забарвлення гематоксиліном і еозином. Мікрофотографія.  $\times 56$ . 1 – трапецієподібний м'яз; 2 – груднинно-ключично-соскоподібний м'яз; 3 – глибокі м'язи шиї; 4 – тіло шийного хребця; 5 – спинний мозок.

Таким чином, на даному етапі відбувається не лише морфологічне оформлення майбутніх м'язів, але й формування їх топографо-анатомічних зв'язків із кістковими і фасціальними компонентами ділянки шиї та грудної клітки.

Упродовж 4-го тижня ВУР, на гістологічних препаратах чітко видимий єдиний короткий, вентрально розташований аортальний стовбур, що видовжується з проксимальної частини серця, що розвивається. Далі, присутня біфуркація останнього на два аортальних кореня, нижче рівня глотки та віддають гілки для кожної зябрової дуги. Дозаду, гілки цих коренів з'єднуються в єдиний дорзальний аортальний корінь. На ранніх етапах формування та закладки ГКСМ, даний ао-

ртальний корінь виступає анатомічним орієнтиром для розташування додаткового нерва та сенсорного вузла блукаючого нерва.

Наприкінці 4-го тижня ВУР відбувається поступове формування судинних мереж на вентральній поверхні зачатка ромбоподібного мозку, що згодом дають початок довгим нейрональним артеріям – попередникам основної артерії. Паралельно від першої аортальної дуги формується трійчаста артерія, що анастомозує із попередніми. У процесі росту та диференціації структур шийної трійчатої артерії поступово інтегрується в систему внутрішньої сонної артерії.

На початку 5-го тижня ВУР відзначається поділ дистальної частини внутрішньої сонної артерії на краніальну та каудальну гілки. Краніальна гілка формує нюхову артерію, яка постачає кров до переднього мозку, зокрема до передньої артерії судинного сплетення, передньої і середньої мозкових артерій та передньої сполучної артерії. Каудальна гілка формує задню сполучну та задню мозкову артерії, забезпечуючи кровопостачання задніх структур мозку.

Одночасно виникають тимчасові з'єднання між внутрішньою сонною артерією та первинними нейрональними артеріями, включно з першою шийно-міжсегментною артерією, під'язиковою та вушною артеріями, які доповнюють функцію трійчатої артерії на ранніх етапах розвитку (24-29-й дні ВУР). До 32-го дня розвитку регресія тимчасових артерій та трійчатої артерії призводить до остаточного формування системи внутрішньої сонної артерії, що забезпечує сталий кровотік до головного мозку та структур шиї, включно з зачатками ГКСМ та трапецієподібного м'яза.

Власні дослідження ембріональних серійних зрізів показали, що топографічне розташування вентрального аортального мішка та третьої аортальної дуги корелює з локалізацією мезенхімальних зачатків ГКСМ. Це дозволяє припустити, що ранні судинні структури відіграють роль анатомічних орієнтирів для росту додаткового нерва та формування майбутнього судинно-нервового пучка шиї.

Таким чином, формування внутрішньої сонної артерії тісно пов'язане з диференціацією м'язових і нервових структур у ділянці ГКСМ, що підкреслює інтегрований характер розвитку судинно-нервового та процесів міогенезу в ділянці шиї ембріона.

#### Висновки

1. Отже, наше дослідження продемонструвало, що розвиток та диференціація структур ГКСМ і трапецієподібного м'яза відбувається паралельно з формуванням вентрального аортального мішка та внутрішньої сонної артерії, що в першу чергу підкреслює тісний взаємозв'язок процесів розвитку м'язових елементів груднинно-ключично-соскоподібної ділянки та ангиогенезу.

2. Розташування першої та третьої аортальних дуг має тісну кореляцію та взаємозв'язок із локалізацією мезенхімальних конденсацій ГКСМ та трапецієподібного м'яза, а також із формуванням волокон додаткового нерва, що вказує на роль ранніх зачатків крупних судин як анатомічних орієнтирів для формування судинно-нервового пучка ділянки ший. Внутрішня сонна артерія утворюється за рахунок взаємодії аортального мішка, третьої аортальної дуги та дорзальної аорти.

3. Прогресивне видовження та збільшення об'єму ГКСМ та трапецієподібного м'яза корелює з ростом внутрішньої сонної артерії та формуванням її гілок, що свідчить про інтеграційність розвитку структур судинно-нервового пучка ший.

#### Перспективи подальших досліджень

Вважаємо за доцільне дослідити анатомічні особливості утворів груднинно-ключично-соскоподібної ділянки у передплодовому та плодовому періодах онтогенезу людини.

#### Інформація про конфлікт інтересів

Потенційних або явних конфліктів інтересів, що пов'язані з цим рукописом, на момент публікації не існує та не передбачається.

#### Джерела фінансування

Дослідження виконані в рамках науково-дослідної теми «Морфофункціональні особливості розвитку органів та систем в межах топографо-анатомічних ділянок в онтогенезі людини» (номер державної реєстрації 0125U002137).

### Літературні джерела References

1. Cho KH, Morimoto I, Yamamoto M, Hanada S, Murakami G, Rodríguez-Vázquez JF, Abe S. Fetal development of the human trapezius and sternocleidomastoid muscles. *Anat Cell Biol*. 2020;53(4):405-10. doi: 10.5115/acb.20.202.

2. Tomás J, Castillo C, Villarroel G, Giner Á, Felipe N. Effect of the forward head syndrome in the development of temporomandibular disorders. *Rev Cient Odontol (Lima)*. 2023;10(4):e133. doi: 10.21142/2523-2754-1004-2022-133.

3. Sakthivel S, Dhakshnamoorthy N, Narayanan GS. Accessory Head of Sternocleidomastoid Muscle in Indian Cadavers: A Report of Three Cases. *Cureus*. 2024;16(6):e63547. doi: 10.7759/cureus.63547.

4. Pelland L, Gilchrist IA, Mesfar W, Lommen J, Moglo K. Predictive Contribution of the Superficial Neck Muscles to Short-Latency Rate of Force

Development of the Head and Neck. *Int J Sports Physiol Perform*. 2023;18(10):1179-88. doi: 10.1123/ijsp.2023-0070.

5. Dawson T 2nd, Iwanaga J, Zou B, Anbalagan M, Dumont AS, Loukas M, Rowan BG, Tubbs RS. Transcription factor support for the dual embryological origin of the sternocleidomastoid and trapezius muscles. *Clin Anat*. 2024;37(1):147-52. doi: 10.1002/ca.24124.

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. Rutland CS, Pérez W. Virtual anatomy, histology and embryology in research and education. *Anat Histol Embryol*. 2023;52(1):3-5. doi: 10.1111/ahe.12891.

#### Яковець Р.В., Проняєв Д.В. Ембріогенез утворів груднинно-ключично-соскоподібної ділянки.

**РЕФЕРАТ. Вступ.** Впродовж ембріонального періоду морфогенезу відбувається первинна закладка та зачаткові диференційні процеси структур груднинно-ключично-соскоподібної ділянки: м'язів, судин та нервів. Порушення процесів закладки м'язових елементів призводить до виникнення природжених вад, серед яких: агенезія чи аномальність у прикріпленні груднинно-ключично-соскоподібного м'яза, природжена кривошия, зміна у кількості черевців. **Мета** дослідження: встановити особливості ембріонального розвитку та становлення компонентів груднинно-ключично-соскоподібної ділянки впродовж зародкового періоду онтогенезу людини. **Методи.** Дослідження проведено на препаратах 30 зародків. Гістологічне дослідження груднинно-ключично-соскоподібної ділянки зародків людини виконували за допомогою виготовлення та вивчення під мікроскопом серій послідовних зрізів. Із парафінових блоків на ротаційному мікротомі виготовляли серії гістологічних зрізів завтовшки 5-10 мкм. Гістологічні зрізи проводили в одній із трьох взаємно перпендикулярних площин (фронтальній, сагітальній, горизонтальній), що давало змогу точно визначити будову різних частин груднинно-ключично-соскоподібної ділянки. Препарати забарвлювали гематоксиліном і еозинном. **Результати.** Наприкінці 4-го тижня внутрішньоутробного розвитку відбувається поступове формування судинних мереж на вентральній поверхні зачатка ромбоподібного мозку, що згодом дають початок довгим нейрональним артеріям – попередникам основної артерії. Паралельно від першої аортальної дуги формується трійчаста артерія, що анастомозує із попередніми. У процесі росту

та диференціації структур шиї трійчата артерія поступово інтегрується в систему внутрішньої сонної артерії. На початку 5-го тижня внутрішньоутробного розвитку відзначається поділ дистальної частини внутрішньої сонної артерії на краніальну та каудальну гілки. Краніальна гілка формує нюхову артерію, яка постачає кров до переднього мозку, зокрема до передньої артерії судинного сплетення, передньої і середньої мозкових артерій та передньої сполучної артерії. Каудальна гілка формує задню сполучну та задню мозкову артерії, забезпечуючи кровопостачання задніх структур мозку. Власні дослідження ембріональних серійних зрізів показали, що топографічне розташування вентрального аортального мішка та третьої аортальної дуги корелює з локалізацією мезенхімальних зачатків груднинно-ключично-соскоподібного м'яза. Це дозволяє припустити, що ранні судинні структури відіграють роль анатомічних орієнтирів для росту додаткового нерва та формування майбутнього судинно-нервового пучка шиї. **Висновки:** 1. Отже, наше дослідження продемонструвало, що розвиток та диференціація структур груднинно-ключично-соскоподібної ділянки і трапецієподібного м'яза відбувається паралельно з формуванням вентрального аортального мішка та внутрішньої сонної артерії, що в першу чергу підкреслює тісний взаємозв'язок процесів розвитку м'язових елементів груднинно-ключично-соскоподібної ділянки та ангиогенезу. 2. Розташування першої та третьої аортальних дуг має тісну кореляцію та взаємозв'язок із локалізацією мезенхімальних конденсацій груднинно-ключично-соскоподібного м'яза та трапецієподібного м'яза, а також із формуванням волокон додаткового нерва, що вказує на роль ранніх зачатків крупних судин як анатомічних орієнтирів для формування судинно-нервового пучка ділянки шиї. Внутрішня сонна артерія утворюється за рахунок взаємодії аортального мішка, третьої аортальної дуги та дорзальної аорти. 3. Прогресивне видовження та збільшення об'єму груднинно-ключично-соскоподібного м'яза та трапецієподібного м'яза корелює з ростом внутрішньої сонної артерії та формуванням її гілок, що свідчить про інтеграційність розвитку структур судинно-нервового пучка шиї.

**Ключові слова:** груднинно-ключично-соскоподібний м'яз, яремні вени, сонні артерії, шия, зародок, ембріогенез, морфогенез.