

УДК 611.12.013-053.13

DOI: 10.24061/1727-0847.17.2.2018.9

Г.П. Ротар, В.В. Кривецький, О.Ф. Марчук, Ф.Д. Марчук*Кафедра анатомії людини ім. М.Г. Туркевича (зав. – проф. В.В. Кривецький), ВДНЗ України
“Буковинський державний медичний університет”, м. Чернівці*

ЕМБРІОГЕНЕЗ СЕРЦЯ У ЗАРОДКОВОМУ ТА ПЕРЕДПЛОДОВОМУ ПЕРІОДАХ ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ

Резюме. У проведеному дослідженні вивченні особливості розвитку в зародковому та ранньому передплодовому періодах онтогенезу людини. Встановлено терміни закладки структур, із яких поступово формуються передсердя та шлуночки серця, міжпередсердна та міжшлуночкова перегородки органа. Прослідковано процес утворення клапанів серця. Відзначено, що у передплідів 7-го тижня внутрішньоутробного розвитку будова серця нагадує дефінітивну форму. У продовж 4-го тижня внутрішньоутробного розвитку на верхній стінці єдиного передсердя по серединній лінії з'являється заглибина, на нижній поверхні якої з'являється серпоподібної форми випин це зачаток первинної міжпередсердної перегородки. У 5-ти тижневих зародків вільний край первинної примітивної перегородки росте каудально в напрямку передсердно-шлуночкового каналу, таким чином поступово розмежовуючи праве і ліве передсердя. У передплідів 7-8 тижнів внутрішньоутробного розвитку (передпліди 18,0-30,0мм ТКД) серце займає положення від горизонтального до вертикального, що зумовлено інтенсивним та нерівномірним розвитком суміжних органів та структур, особливо печінки. У передплідів цієї вікової групи довжина серця коливається від $1,5 \pm 0,05$ мм до $2,1 \pm 0,05$ мм, а ширина на рівні основи серця становить $480,0 \pm 10,0$ мкм – $590,0 \pm 5,0$ мкм. Товщина стінки лівого шлуночка переважає товщину стінки правого шлуночка на $30,0 \pm 2,0$ мкм, а товщина стінок правого і лівого передсердь майже однакова.

Ключові слова: ембріогенез; серце; зародки; передпліди; онтогенез.

Закладка серця розпочинається наприкінці 3-го, а закінчується його формування до 10-го тижня внутрішньоутробного розвитку [1]. Природжені вади серця становлять 30% серед усіх вад розвитку у дітей, посідаючи третє місце після патології опорно-рухового апарату та центральної нервової системи, виявляються у 0,7-1,7% новонароджених дітей [2, 3]. Однією з причин перинатальної та ранньої неонатальної смертності є природжені вади, частота яких в Україні становить 20,3 на 1000 новонароджених, які

потребують хірургічної корекції, виявляються в 3% новонароджених [4, 5]. Розвиток неонатальної медицини і фетальної хірургії потребує підвищених вимог до знань з анатомії і топографії внутрішніх органів людини в пренатальному періоді онтогенезу [6, 7].

Мета дослідження: встановити особливості розвитку серця в зародковому та ранньому передплодовому періодах онтогенезу людини.

Матеріал і методи. Дослідження проведено на 19 зародках та перед-плодах людини 4,0 – 41,0мм тім'яно-куприкової довжини методами мікроскопії, гістотопографії, виготовлення реко-

нструкційних моделі, морфометрії та статистичної обробки. Матеріал для гістологічного дослідження готувався таким чином: свіжі препарати зародків і передплідів людини фіксувалися в 6-8% розчині нейтрального формаліну впродовж 2 тижнів. Після фіксації об'єкт упродовж 1-2 діб промивали в проточній воді, а потім занурювали на добу в 35% етиловий спирт, після чого тотально зафарбовували гематоксиліном і еозіном упродовж 1-3 діб (залежно від розмірів об'єкта). Зневоднення препаратів виконували шляхом їх обробки в етиловому спирті зростаючої концентрації (від 30% до абсолютного), а потім препарати заливали в парафін. Серії гістологічних зрізів виготовляли з парафінових блоків в одній із трьох площин тіла зародка і передплідів – сагітальній, фронтальній і горизонтальній. Дослідження проведені відпо- відно до методичних рекомендацій “Дотримання етичних та законодавчих норм і вимог при виконанні наукових морфологічних досліджень” та з дотриманням основних положень Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення науково-медичних досліджень за

© Ротар Г.П., Кривецький В.В., Марчук О.Ф., Марчук Ф.Д., 2018

участю людини (1964-2000 рр.) та наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р.

Результати дослідження та їх обговорення.

У зародків людини серце розвивається з парного зачатка. У головній ділянці з мезенхіми, розміщеної між ендодермою та вісцеральним листком бокових пластинок мезодерми, утворюються дві трубочки, що знаходяться вентрально відносно головної кишки. Далі серце трубчастої форми росте у довжину швидше, ніж оточуючі його структури і набуває S-подібної форми.

У 4-тижневих зародків у межах серцевої трубки з'являється ряд звужень і розширень. На 5-му тижні розвитку зазначені розширення започатковують формування окремих частин різних камер серця. Нижня частина серцевої трубки представлена венозним синусом, який має форму спрямованих дещо латерально двох рогів: лівого і правого, у які впадають загальні кардинальні вени. Краніальніше венозної пазухи розміщене примітивне передсердя та шлуночок відповідно, які розмежовані ззовні передсердно-шлуночковою борозною. Вирізняються в серцевій трубці також послідовно: серцевий конус, артеріальний стовбур та серцевий мішок. Примітивне передсердя в подальшому розвитку дає початок частинам обох передсердь. Між іншим, примітивний шлуночок спонукає початок розвитку більшій частині дефінітивного лівого шлуночка, у той час як каудальна частина цибулини серця формує більшу частину правого шлуночка. Краніальна частина цибулини серця дає початок також артеріальному стовбуру, який бере участь у формуванні дистальних ділянок як лівого, так і правого шлуночків. Артеріальний стовбур згодом поділяється на висхідну аорту і легеневий стовбур, які з'єднані верхніми частинами з аортальним розширенням – аортальним мішком. Аортальний мішок з'єднується спочатку з першою аортальною дугою, а наприкінці 5-го тижня – з іншими чотирма артеріальними дугами. Упродовж наступних трьох тижнів венозна система зародка зазнає вираженої трансформації, внаслідок чого вся венозна кров, крім серця, вливається в правий синусний ріг. У цей період розміри лівого синусного рога значно зменшуються, відбувається перетворення його в незначний венозний мішок, який розміщений на задній поверхні серця.

У подальшому він дає початок коронарному синусу та незначній косій вені лівого передсердя. Права частина венозного синуса, завдяки швидкому росту серця в цілому, поступово трансформується в задню праву стінку зростаючого передсердя, зміщуючи початкову праву половину при-

митивної передсердної стінки вентрально і вправо. Частина передсердя, що утворилося із трансформованої венозної пазухи, називається *sinus venarum*, тоді як початкова права частина примітивного передсердя утворює праве вушко передсердя.

Упродовж 4-го тижня внутрішньоутробного розвитку на верхній стінці єдиного передсердя по серединній лінії з'являється заглибина, на нижній поверхні якої з'являється серпоподібної форми випин це зачаток первинної міжпередсердної перегородки. У 5-ти тижневих зародків вільний край первинної примітивної перегородки росте каудально в напрямку передсердно-шлуночкового каналу, таким чином поступово розмежовуючи праве і ліве передсердя (рис.1).

Невеличка за розміром щілина між передсердями називається первинним отвором. Паралельно із розвитком примітивної первинної перегородки в межах верхньої стінки правого передсердя з'являється серпоподібної форми гребень, розміщений поряд із примітивною перегородкою це зачаток вторинної міжпередсердної перегородки. Товщина зазначеного гребеня значно переважає товщину примітивної перегородки, внаслідок їх зрощення розвивається дефінітивна міжпередсердна перегородка, в якій залишається овальної форми отвір *foramen ovale*.

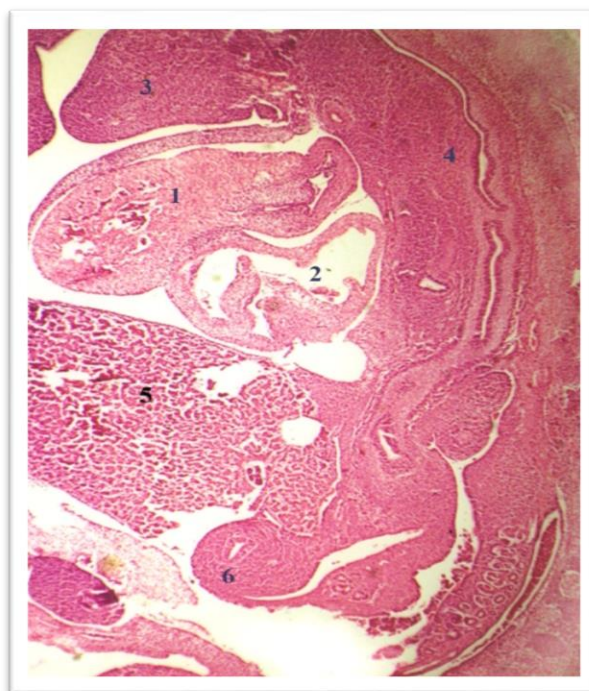


Рис.1. Сакітальний зріз зародка людини 6,0 мм ТКД (5 тиждень). Гематоксилін-еозин. Мікрофото. Об.8, Ок. 7. 1 – закладка лівого шлуночка серця; 2 – закладка лівого передсердя серця; 3 – закладка язика; 4 – закладка стравоходу; 5 – закладка печінки; 6 – закладка дванадцятипалої кишки

Ліве передсердя, як і праве, на досліджуваній стадії розвитку також зазнає певних змін. На початку 4-го тижня внутрішньоутробного розвитку в лівому передсерді започатковується закладка легеневих вен, які ростуть в напрямку легень, де вони анастомозують з венами, що розвиваються з мезодерми, яка вкриває зачатки бронхів. Водночас легеневі вени беруть участь у формуванні задньої стінки примітивного передсердя, яка представляє гладеньку частину дефінітивного лівого передсердя. Інша частина лівого передсердя зміщується до переду і вліво і згодом трансформується в ліве вушко. Правий шлуночок серця, в основному, розвивається з більшої нижньої частини цибулини серця та правої стінки серцевого конуса. Дефінітивний лівий шлуночок розвивається, як правило, з примітивного шлуночка і лівої стінки серцевого конуса.

Одночасно з появою первинної перегородки навколо передсердно-шлуночкового каналу виявляється чотири потовщення в товщі ендокарда: ліва, права, верхня і нижня ендокардіальні подушки (рис.2).

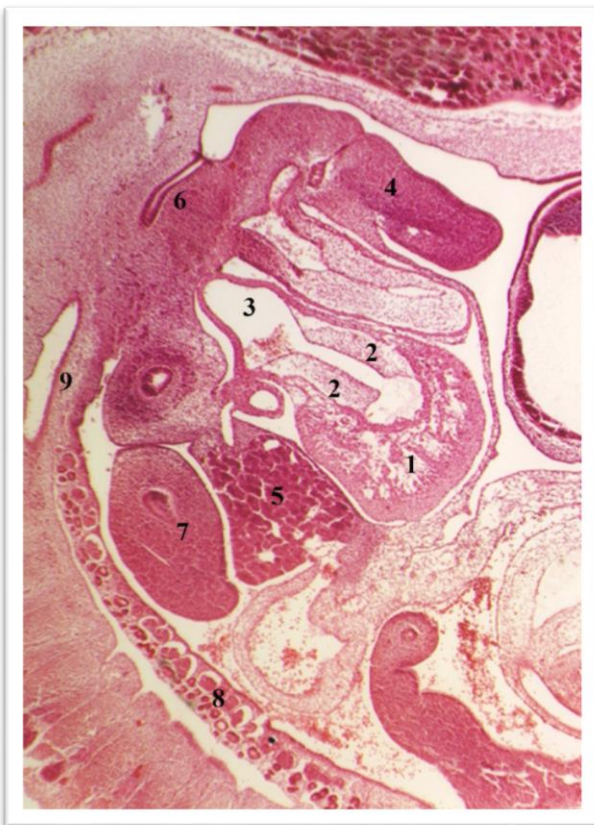


Рис. 2. Сажітальний зріз зародка людини 11,0 мм ТКД (6 тиждень). Гематоксилін-еозин. Мікрофото. Об. 8, Ок. 7. 1 – закладка серця; 2 – ендокардіальні подушки; 3 – закладка лівого передсердя; 4 – закладка язика; 5 – закладка печінки; 6 – закладка стравоходу; 7 – закладка дванадцятипалої кишки; 8 – мезонефрос; 9 – аорта

Наприкінці 6-го тижня верхня і нижня ендокардіальні подушки зростаються, формуючи проміжну перегородку, яка розділяє єдиний шлуночковий канал на правий і на лівий передсердно-шлуночкові канали. Передсердно-шлуночкові канали інтенсивно розвиваються упродовж 6-го 8-го тижнів внутрішньоутробного розвитку.

Першопочатково як лівий, так і правий передсердно-шлуночкові клапани представлені двома стулками: передньою і задньою. Упродовж третього місяця внутрішньоутробного розвитку з'являється перегородкова стулка правого передсердно-шлуночкового клапана. На початку 5-го тижня внутрішньоутробного розвитку нижня частина цибулино-шлуночкової борозни починає випинатися в просвіт примітивного шлуночка, частково розмежовуючи його на праву і ліву частини. Наприкінці 7-го тижня внутрішньоутробного розвитку відбувається зростання м'язової мішлуночкової перегородки з потоншеною проміжною перегородкою, після чого наступає повне розмежування лівого і правого шлуночків (рис. 3).

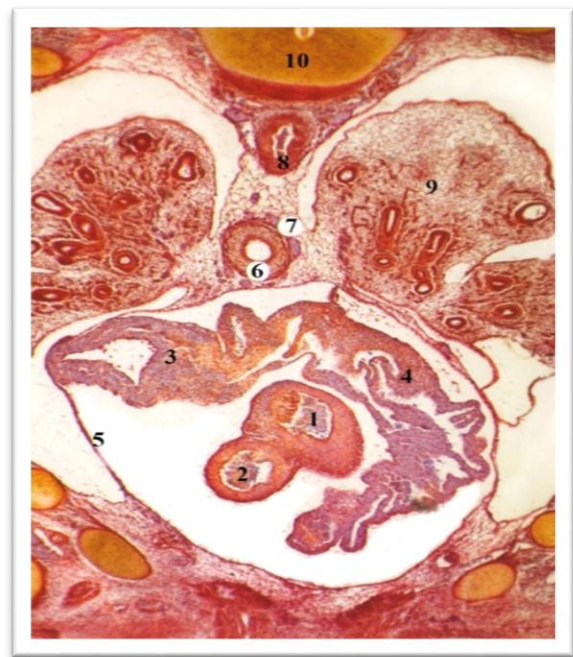


Рис. 3. Горизонтальний зріз передплода людини 29,0 мм ТКД (8 тиждень). Гематоксилін-еозин. Мікрофото. Об. 8, Ок. 7. 1 – лівий шлуночок; 2 – правий шлуночок; 3 – ліве передсердя; 4 – праве передсердя; 5 – перикард; 6 – стравохід; 7 – блукаючий нерв; 8 – аорта; 9 – легені; 10 – грудний хребець

У передплодів 7-8 тижнів внутрішньоутробного розвитку (передплоти 18,0-30,0мм ТКД) серце займає положення від горизонтального до вертикального, що зумовлено інтенсивним та нерівномірним розвитком суміжних органів та структур, особливо печінки. У передплодів цієї вікової групи довжина серця коливається від $1,5 \pm 0,05$ мм до

2,1±0,05мм, а ширина на рівні основи серця становить 480,0±10,0мкм – 590,0±5,0мкм. Товщина стінки лівого шлуночка переважає товщину стінки правого шлуночка на 30,0±2,0мкм, а товщина стінок правого і лівого передсердь майже однакова.

Висновки. 1. На початку передплодового періоду розвитку (передплоти 33,0-40,0 ТКД) основні структури серця: передсердно-шлуночкові клапани, аортальний клапан, та клапани легеневого стовбура, м'ясисті перекладки, соскоподібні

м'язи, сухожилкові струни є сформованими. 2. Виконане дослідження доповнює існуючі відомості про ембріогенез серця, висвітлює його складну структурну організацію, що є важливим для з'ясування передумов виникнення деяких природжених вад органа.

Перспективи подальших досліджень. Результати проведеного дослідження є основою для вивчення морфогенезу серця наприкінці передплодового та плодового періодів онтогенезу людини.

Список використаної літератури

1. Феденюк ЛЯ. Сучасні особливості закладки та морфологічна характеристика клапанів серця в пренатальному періоді онтогенезу людини. *Клінічна та експериментальна патологія*. 2014; 3 (49): 184-188.
2. Квашевич ВА. Врожденные пороки сердца: структура, особенности течения гемодинамически значимых пороков. *14.00.00 Медицинские и фармацевтические науки*. 2013; 4: 67-70.
3. Мутафьян ОА. *Детская кардиология. Руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. 504.
4. Ахтемійчук ЮТ. Актуальність наукових досліджень у галузі перинатальної анатомії. *Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина*. 2012; 1 (3): 15-17.
5. Шунько ЄЄ. Впровадження концепції подальшого розвитку перинатальної допомоги в Україні. *Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина*. 2011; 1: 10-16.
6. Лященко ДН. Анатомия и топография полых вен в раннем плодном периоде онтогенеза человека. *Фундаментальные исследования*. 2011; 5: 95-98.
7. Ахтемійчук ЮТ. Перинатальна анатомія як напрям наукових досліджень. *Анатомо-хірургічні аспекти дитячої гастроентерології: матер. 2-го наук. симпозиуму*. Чернівці; 2010. 5-7.

References

1. Fedeniuk LYa. Suchasni osoblyvosti zakladky ta morfolohichna kharakterystyka klapaniv sertsia v prenatalnomu periodi ontogenezu liudyny [Modern features of the bookmarks and morphological characteristics of the valves in the prenatal period of human ontogenesis]. *Klinichna ta eksperymentalna patolohiia*. 2014; 3 (49): 184-8. (in Ukrainian).
2. Kvashevich VA, Loskutova SA, Belousova TV, Andryushina IV. Vrozhdennye poroki serdtsa: struktura, osobennosti techeniya gemodinimicheski znachimyykh porokov [Congenital Heart Diseases: Structure, Features Of Course Of Haemodynamically Significant Defect]. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2013; 4: 67-70. (in Russian).
3. Mutaf'yan OA. *Detskaya kardiologiya [Pediatric Cardiology]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. 504 p. (in Russian).
4. Akhtemiychuk YuT. Aktualnist naukovykh doslidzhen u haluzi perynatalnoi anatomii [Topicality Of The Scientific Research In The Field Of Perinatal Anatomy]. *Neonatology, Surgery and Perinatal Medicine*. 2012; 1(3): 15-7. (in Ukrainian).
5. Shun'ko EE. Vprovadzhennia kontseptsii podalshoho rozvytku perynatalnoi dopomohy v Ukraini [Concept Introduction Of The Further Development Of The Perinatal Help In Ukraine]. *Neonatology, Surgery and Perinatal Medicine*. 2011; 1: 10-16. (in Ukrainian).
6. Lyashchenko DN. Anatomiya i topografiya polykh ven v rannem plodnom periode ontogeneza cheloveka [Anatomy And Topography Of Cava Veins In The Early Fetal Period Of The Human Ontogenesis]. *Fundamental research*. 2011; 5: 95-8 (in Russian).
7. Akhtemiychuk YuT. Perynatalna anatomiiia yak napriam naukovykh doslidzhen [Perinatal anatomy as a direction of scientific research]. In: Akhtemiychuk YuT, editor. *Proceedings of the 2nd Scientific Symposium Anatomico-khirurhichni aspekty dytyachoyi gastroenterolohiyi; 2010 May 21; Chernivtsi. Chernivtsi: Bukovynskyi derzhavnyi medychnyi universytet; 2010. p. 5-7. (in Ukrainian).*

ЭМБРИОГЕНЕЗ СЕРДЦА В ЗАРОДЫШЕВОМ И ПРЕДПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА.

Резюме. В проведенном исследовании изучены особенности развития сердца в зародышевом и раннем

предплодном периодах онтогенеза человека. Установлены сроки закладки структур, из которых постепенно формируются предсердия и желудочки сердца, межпредсердная и межжелудочковая перегородки органа. Прослежен процесс образования клапанов сердца. Отмечено, что у предплодов 7-й недели внутриутробного развития строение сердца напоминает дефинитивной форму. В течение 4-й недели внутриутробного развития на верхней стенке единого предсердия по срединной линии появляется углубление, на нижней поверхности которой появляется серповидной формы выпячивание это зачаток первичной межпредсердной перегородки. В 5-ти недельных зародышей свободный край первичной примитивной перегородки растет каудально в направлении передсерно-желудочкового канала, таким образом постепенно разграничивая правое и левое предсердие. В предплодов 7-8 недели внутриутробного развития (предплоды 18,0-30,0мм ТКД) сердце занимает положение от горизонтального до вертикального, что обусловлено интенсивным и неравномерным развитием смежных органов и структур, особенно печени. В предплодов данной возрастной группы длина сердца колеблется от $1,5 \pm 0,05$ мм до $2,1 \pm 0,05$ мм, а ширина на уровне основания сердца составляет $480,0 \pm 10,0$ мкм - $590,0 \pm 5,0$ мкм. Толщина стенки левого желудочка преобладает над толщиной стенки правого желудочка на $30,0 \pm 2,0$ мкм, а толщина стенок правого и левого предсердий почти одинакова.

Ключевые слова: эмбриогенез; сердце; зародыши; предплоды; онтогенез.

HEART EMBRYOGENESIS DURING EMBRYONIC AND PREFETAL PERIODS OF HUMAN ONTOGENESIS

Abstract: the study investigated the peculiarities of heart development in the embryonic and early pre-fetal periods of human ontogenesis. The terms of laying the structures from which the atria and ventricles of the heart, the inter-atrial and inter-ventricular septa of the organ develop. The process of the formation of the heart valves is followed. In pre-fetuses of the 7th week of intrauterine development the structure of the heart resembles a definitive form. During the 4th week of intrauterine development on the upper wall the only atrium in the median line a concavity appears, on the lower surface of which a crescentic protrusion is seen. It is the rudiment of the primary atrial septum. In the 5-week embryos a free edge of the primary primitive septum grows caudally in the direction of the atrioventricular canal, thus gradually separating the right and left atrium. In embryos 7-8 weeks of intrauterine development (embryos 18.0 - 30.0mm PCL), the heart takes the position from horizontal to vertical, due to intense and uneven growth of the adjacent organs and structures, especially the liver. In embryos of this age group, the length of the heart ranges from 1.5 ± 0.05 mm to 2.1 ± 0.05 mm, and the width at the base of the heart is – 480.0 ± 10.0 µm 590.0 ± 5.0 µm The thickness of the wall of the left ventricle dominates over the thickness of the wall of the right ventricle on $30,0 \pm 2,0$ µm, and the thickness of the walls of the right and left atrium is almost the same.

Key words: embryogenesis, heart, embryos, ontogenesis, human.

Відомості про автора:

Ротар Габрієла Петрівна – асистент кафедри анатомії людини ім. М. Г Туркевича, ВДНЗ України “Буковинський державний медичний університет”, м. Чернівці;

Кривецький Віктор Васильович – д.мед.н., проф., зав. кафедри анатомії людини ім. М. Г Туркевича, ВДНЗ України “Буковинський державний медичний університет”, м. Чернівці;

Марчук Федір Димитрович – доцент кафедри анатомії людини ім. М. Г Туркевича, ВДНЗ України “Буковинський державний медичний університет”, м. Чернівці;

Марчук Олег Федорович – асистент кафедри травматології, ортопедії та нейрохірургії, ВДНЗ України “Буковинський державний медичний університет”, м. Чернівці.

Information about author:

Rotar Habriyela Petrivna – graduate student, of the M.H. Turkevich Human Anatomy Department, of the HSEE of Ukraine “Bukovinian State Medical University”, Chernivtsi City, Ukraine.

Kryvetskyi Viktor Vasylovych – Doktor of Medical Sciences, Professor, chief of the M.H. Turkevich Human Anatomy Department, of the HSEE of Ukraine “Bukovinian State Medical University”, Chernivtsi City, Ukraine.

Marchuk Fedir Dmytrovych – Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor, of the M.H. Turkevich Human Anatomy Department, of the HSEE of Ukraine “Bukovinian State Medical University”, Chernivtsi City, Ukraine.

Marchuk Oleg Fedorovych – assistant of the department of Traumatology, Orthopedics, and Neurosurgery of the HSEE of Ukraine “Bukovinian State Medical University”, Chernivtsi City, Ukraine.

Надійшла 12.03.2018 р.

Рецензент – проф. Слободян О.М. (Чернівці)