

Object and research methods. The microvessels of the urinary bladder of three groups of laboratory sexually mature male Vietnamese pigs were studied using morphological and morphometric methods on semithin sections: 5 intact animals were included in the first group, 11 pigs with postoperative elevated pressure in the hepatic portal vein in the second, and 6 animals with hypertension in the portal vein system combined with multiorgan failure in the third. 30 days after the start of the experiment, the pigs were euthanized by bleeding under thiopental-sodium anesthesia.

On semithin sections of the urinary bladder, the outer and inner diameters and the thickness of the walls of microvessels were measured: arterioles, precapillary arterioles, hemocapillaries, postcapillary venules, and venules. A statistical analysis of the obtained quantitative values was performed.

Research results and their discussion. It was found that removal of the left and right lateral lobes of the liver in male Vietnamese pigs is complicated by postresection portal hypertension and pronounced structural reorganization of the vessels of the hemomicrocirculatory bed of the urinary bladder, which is characterized by pronounced narrowing of the lumens and thickening of the walls of the arterial (arterioles, precapillary arterioles), exchange (hemocapillaries) parts of the microhemocirculatory bed, significant dilation of venous vessels (extracapillary venules and venules) and thinning of their walls, overflowing them with venous blood with stasis, sludge, thrombosis, diapedetic hemorrhages, ischemia, apoptosis, atrophy, dystrophy, necrobiosis of epithelial cells of the mucous membrane, myocytes, endothelial cells of vessels, stromal structures, foci of cellular infiltration and sclerosis.

The severity of morphological changes in the microvessels of the urinary bladder prevails in the development of multiple organ failure.

Key words: urinary bladder, microvessels, postoperative hypertension in the hepatic portal vein system.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Hnatjuk M. S.: <https://orcid.org/0000-0002-4110-5568>^{ADEF}

Dovguy B. I.: <https://orcid.org/0009-0007-2917-5727>^{ABC}

Tatarchuk L. V.: <https://orcid.org/0000-0002-4678-4205>^{BCF}

Stets N. Ja.: <https://orcid.org/0000-0003-2799-0895>^{ABDF}

Jasinovskiy O. B.: <https://orcid.org/0000-0003-1573-4480>^{ABD}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest. / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Hnatjuk Mykhaylo Stepanovych / Гнатюк Михайло Степанович

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine / Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

Ukraine, 46001, Ternopil, 1 Maidan Voli str. / Адреса: Україна, 46001, м. Тернопіль, вул. Майдан Воли 1

Tel.: +380674765285 / Тел.: +380674765285

E-mail: hnatjuk@tdmu.edu.ua

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 03.10.2024 / Стаття надійшла 03.10.2024 року

Accepted 28.02.2025 / Стаття прийнята до друку 28.02.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-1-176-411-418

UDC 611.149.8.013.018-053.31/.053.9

Zabrodska O. S.

FEATURES OF THE STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE UMBILICAL VEIN IN THE POSTNATAL PERIOD OF ONTOGENESIS

Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine)

oliazab1998@gmail.com

After birth, the umbilical vein undergoes obliteration. It transforms into the round ligament of the liver, which is an important anatomical structure in the adult organism. These processes change the key role in the transition of the newborn from intrauterine existence through the placenta and umbilical cord to independent life outside the mother's body.

The aim of the study – to establish the features of the structural organization of the umbilical vein in mature and old age.

The study analyzed 18 objects, including 6 objects of the first period of mature age, 7 of the second period of mature age and 5 objects of old age. To obtain reliable results of the study, a set of morphological methods was used, in particular, microscopic analysis, preparation of histological sections.

The study revealed a high content of elastic and collagen fibers, as well as intense cellular activity, which contributes to the preservation of the structural cell and functional stability of the venous wall. The results of the study

indicate a complex multilayered organization of the venous wall of the umbilical vein, which includes a significant number of elastic and collagen fibers that provide its elasticity and mechanical strength. Pericytes, localized in the middle layer of the umbilical vein wall, play an important role in maintaining the structural stability of the venous wall and promote its adaptation to changes in hemodynamics.

Thus, in the second mature period of ontogenesis, the umbilical vein turns into an inactive structural element, existing in the form of a fibrous cord. In the first and second periods of mature age, the wall of the umbilical vein is characterized by a high content of smooth muscle cells, pericytes and collagen fibers, while the number of elastic fibers decreases. In old age, the wall of the umbilical vein shows pronounced structural changes, characterized by a significant predominance of fibroblasts and collagen fibers, and the number of elastic fibers is significantly reduced.

Key words: liver, umbilical vein, anatomy, ontogenesis, human.

Connection of the publication with planned research works.

The work is a fragment of the planned comprehensive SRW "Patterns of age-sex structure and topographic-anatomical transformations of organs and structures of the body at the pre- and postnatal stages of ontogenesis. Features of perinatal anatomy and embryotopography", state registration number 0120U101571.

Introduction.

The umbilical vein is an important anatomical and physiological component of the circulation during embryonic development. Its main function during intrauterine development is to transport oxygenated blood from the placenta to the fetus [1]. After birth, the umbilical vein undergoes significant changes, transforming into the round ligament of the liver. However, even after closure, remnants of the umbilical vein may retain anatomical and functional significance in the mature organism, particularly in cases of pathological conditions such as portal hypertension or venous anomalies. The study of the umbilical vein in the mature period of ontogenesis is necessary taking into account its potential participation in pathological processes, as well as in order to clarify the mechanisms of structural adaptation of the venous wall [2, 3]. A deep understanding of the cytoarchitecture of the umbilical vein allows us to identify key moments of its regeneration, dynamics and pathological changes, which is important for the development of new diagnostic and therapeutic approaches in clinical practice. In addition, the study of the microanatomy of the umbilical vein in the postnatal period to understand physiological age-related changes [4]. The study of the cytoarchitecture of the umbilical vein after birth is a relatively new area of morphological science. Previously, scientists mainly focused on its functional role during embryonic development and postnatal transformation into the round ligament of the liver [5]. However, modern research reveals that residual structures of the umbilical vein may perform an adaptive role in the mature organism.

Microscopic studies show that the venous wall of the umbilical vein in the mature period of ontogenesis has a significant reserve of elastic fibers, providing its mechanical resistance [6]. In particular, the high content of type III collagen and intercellular contacts of endothelial cells ensure the integrity of the vascular barrier.

The aim of the study.

To establish the features of the structural organization of the umbilical vein in mature and old age.

Object and research methods.

For the research, 6 objects of mature age of the first period, 7 objects of mature age of the second period, 5 objects of old age were used. A set of morphological

research methods was used: microscopic, preparation of histological sections, morphometry which were conducted according to generally accepted methods [7].

All studies were conducted in compliance with the main provisions of the GCP (1996), the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine (dated 04.04.1997), the Helsinki Declaration of the World Medical Association on Ethical Principles for Conducting Scientific Medical Research Involving Human Subjects (1964-2013), orders of the Ministry of Health of Ukraine No. 690 of 23.09.2009, No. 616 of 03.08.2012 and in accordance with the methodological recommendations and the "Procedure for the removal of biological objects from the deceased, whose bodies are subject to forensic medical examination and pathological examination (2018).

Research results and their discussion.

In the first mature period of the postnatal period, the umbilical vein, which during intrauterine development played an important role in transporting oxygenated blood from the placenta to the fetus, undergoes significant morphological and histological changes. After birth and cutting of the umbilical cord, its functional activity ceases and it gradually transforms into a fibrous cord [8-9]. The umbilical vein ceases to function as a blood vessel.

Microscopic examination of histological preparations of the upper segment of the umbilical vein in the first period of adulthood established that there is no clear demarcation of the membrane, the lumen of the vessel is irregular in shape and narrowed. The oxyphilic endothelial layer is expressed in the inner membrane without clear differentiation between endotheliocytes. The endothelial layer degrades and gradually disappears. The formation of hyaline-like material is noted in the place of the former endothelium. In the middle layer, muscle cells are located circularly, in their spaces, predominantly eosinophilic collagen fibers are found (**fig. 1**). Smooth muscle cells undergo atrophy. They are replaced by connective tissue elements, in particular, collagen and elastic fibers. The outer shell is preserved, but undergoes degradation. In this layer, the number of collagen fibers increases, creating the basis for the final formation of the fibrous cord of the round ligament of the liver.

The outer shell is formed by loose connective tissue, edema of the intercellular substance is often detected. It is weakly saturated with cells of the fibroblastic series. Activated fibroblasts have an oxyphilic cytoplasm, an ellipsoid nucleus, in the karyoplasm of which euchromatin predominates, as a result of which the nuclei are stained weakly basophilic. Many fibrocytes are detected, the population of these definitive forms indicates a decrease in synthetic actions in the tissue. Edema of the

ground substance of loose unformed connective tissue is observed, as a result, the adventitia is stained weakly oxyphilic [10]. Fibrous structures are destructured, their partial fragmentation is noted.

In the second mature period of the postnatal period, the umbilical vein is completely transformed into the round ligament of the liver, which performs only a structural function. Microscopically, in the second period of mature age, the umbilical vein of the upper segment does not have a clear structural organization. The inner shell is represented by endothelium with a sub-endothelial layer, which are minimally represented and are almost not observed under microscopy. The endothelium is almost completely replaced by collagen fibers throughout the entire length of the vessel. In the middle shell, fibrous components predominate over smooth myocytes, due to which this layer is intensely oxyphilic, which indicates the prevalence of collagen fibers (fig. 2). There are residual elastic fibers that partially degrade [11, 12]. The blood supply to the outer shell increases, after which it can be included in the support of adjacent tissues.

In old age of the postnatal period, the umbilical vein, which has turned into the round ligament of the liver, demonstrates more pronounced age-related changes characteristic of the processes of tissue degeneration and remodeling. Studies of the upper segment of the umbilical vein in old age have shown that the lumen of the vessel is of an irregular configuration. The wall is represented by three membranes, but each of them shows signs of alterations (fig. 3). The structure of the umbilical vein is represented by dense fibrous connective tissue, consisting mainly of collagen fibers (type I) with a minimum content of elastic fibers.

The endothelium and endothelial layer are homogeneous, often their demarcation is not observed. The middle layer is formed by two layers: circular and longitudinal. In the muscular layer, smooth myocytes are found singly. In the middle layer, collagen fibers predominate, which are stained oxyphilic. Local areas of edema of the ground substance are revealed. In general, partial fragmentation, hydration and formation of dense bundles of collagen fibers are observed. In the spaces between the collagen fibers, there are thin elastic fibers with a tortuous course. Loose, unformed connective tissue of the adventitia with signs of destruction [13]. The fibers are often fragmented, edematous, and there are areas of fraying. Edema of the ground substance is noted with the formation of typical clear areas. Single cells of the fibroblastic series are observed. Single fat cells appear, which are a sign of age-related involution [14]. Signs of vascularization appear – small capillaries supporting the surrounding tissues – tissue remodeling, which is an adaptive mechanism for supporting metabolism in connection.

Morphometric analysis revealed a significant thickness of the medial layer and variability in the distribution of elastic fibers, which may indicate a high adaptability of the umbilical vein to the conditions of a mature organism [15, 16]. Electron microscopy confirmed the presence of numerous intercellular contacts that maintain the integrity of the endothelial layer. Due to the aging process, the umbilical vein becomes structurally less elastic and more fragile, which may be of clinical significance, for example, during surgical interventions.

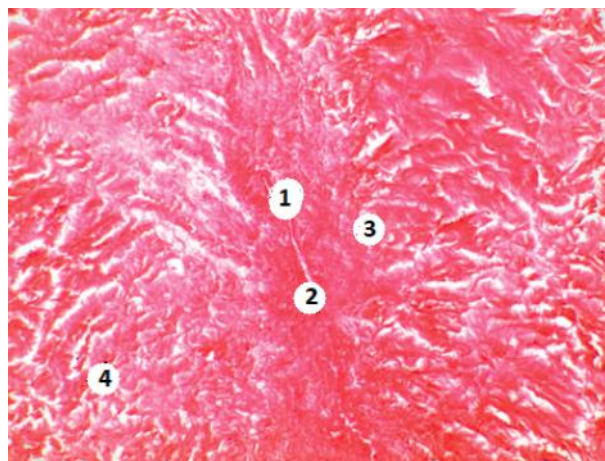


Figure 1 – Cross-section of the upper segment of the umbilical vein in the first mature period. Microphotography. Hematoxylin and eosin staining. Magnification: x40. Designations: 1 – vessel lumen, 2 – internal shell, 3 – middle shell, 4 – external shell.

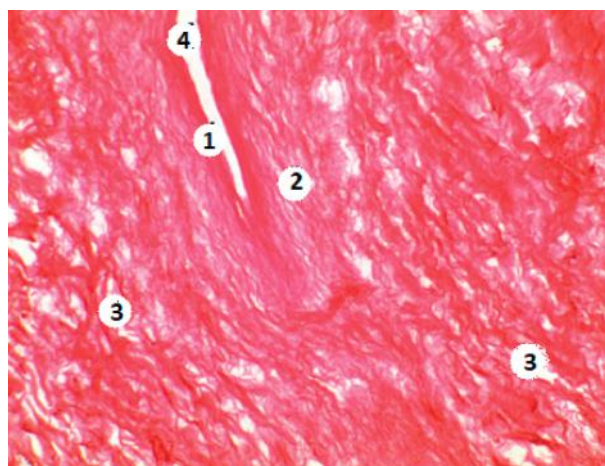


Figure 2 – Cross-section of the upper segment of the umbilical vein in the second mature period. Hematoxylin and eosin staining. Microphotography. Magnification: x40. Designations: 1 – internal sheath, 2 – middle sheath, 3 – external sheath, 4 – lumen.

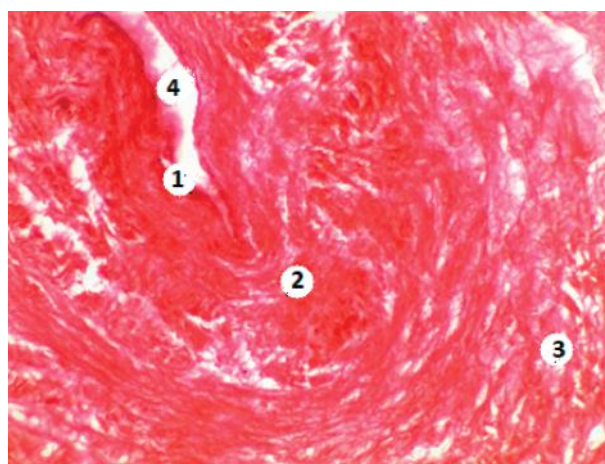


Figure 3 – Cross-section of the upper segment of the umbilical vein in old age. Microphotography. Hematoxylin and eosin staining. Magnification: x100. Designations: 1 – internal sheath, 2 – middle sheath, 3 – external sheath, 4 – lumen.

The results of the study highlight the importance of the umbilical vein as a structural element of the venous system, which may play a key role in the development of

pathological processes such as thrombosis or portal hypertension.

In the first mature period, the umbilical vein as a vascular structure is completely obliterated and only under certain conditions is the lumen partially preserved. The wall consists of fibroblasts synthesizing collagen, densely filling the space, replacing the lumen of the vein. A minimal amount of elastic fibers remains to support the structure and smooth muscle cells. Single macrophages and fibrocytes are detected, the first of which complete participation in immune processes, and the latter are responsible for tissue remodeling and compaction [17]. In the first mature period, fat cells (adipocytes) appear and spread both in the wall and in the lumen of the umbilical vein in connection with the onset of involutinal changes.

In the second mature period, the umbilical vein is characterized by all the features of the cellular composition of an obliterated vein: fibroblasts and fibrocytes continue to actively synthesize collagen, contributing to the thickening of the wall. The main component replacing the lumen remains collagen fibers of type I and III; elastic fibers and smooth myocytes are in small quantities. Macrophages and lymphocytes are single, randomly located. Myofibroblasts provide Calcium deposits begin to appear as a result of degenerative processes.

In old age, the wall of the umbilical vein is characterized by a small number of myofibroblasts, elastic fibers, macrophages and lymphocytes [18]. Unlike the mature period, in the senile period only type I collagen fibers are found, densely located among themselves with a

predominance of coarse fibrous connective tissue, and type III collagen fibers are completely absent. Fat cells actively spread.

Conclusions.

Consequently, the microscopic features of the umbilical vein in the mature period of ontogenesis are characterized by a complex cytological and tissue organization, which contributes to the maintenance of its functions. The structural organization of the venous wall, including a high concentration of elastic fibers and functionally active cells, indicates the adaptive potential of the umbilical vein to the conditions of a mature organism. Endothelial cells and pericytes provide a barrier function, and the medial layer plays a key role in maintaining hemodynamic stability. In old age, complete disorganization and degradation of the umbilical vein elements is observed. In the first and second periods of mature age, the wall of the umbilical vein contains a large number of smooth myocytes, pericytes and collagen fibers, the number of elastic fibers decreases. In old age, the wall of the umbilical vein is characterized by a significant number of fibroblasts and collagen fibers, and single elastic fibers are noted. Most of the lumen is occupied by conglomerates of fat cells and calcium deposits. The peculiarity of the structural organization of the umbilical vein allows for its further recanalization.

Prospects for further research.

The obtained results are promising for further research of pathological changes in the umbilical vein in adulthood and their impact on systemic circulation.

DOI 10.29254/2077-4214-2025-1-176-411-418

УДК 611.149.8.013.018-053.31/.053.9

Забродська О. С.

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПУПКОВОЇ ВЕНИ В ПОСТНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ

Буковинський державний медичний університет (м. Чернівці, Україна)

oliazab1998@gmail.com

Після народження пупкова вена зазнає облітерації. Вона перетворюється на круглу зв'язку печінки, що є важливою анатомічною структурою у дорослому організмі. Ці процеси змінюють ключову роль у переході новонародженого від внутрішньоутробного існування через плаценту та пуповину до самостійного життя поза тілом матері.

Мета дослідження – встановити особливості структурної організації пупкової вени в зрілому і старечому віці.

У дослідженні було проаналізовано 18 об'єктів, з яких 6 об'єктів першого періоду зрілого віку, 7 – другого періоду зрілого віку та 5 об'єктів старечого віку. Для отримання достовірних результатів дослідження використано комплекс морфологічних методів, зокрема мікроскопічний аналіз, виготовлення гістологічних зрізів, що були проведені за загальноприйнятими методиками

У дослідженні встановлено високий вміст еластичних і колагенових волокон, а також інтенсивну клітинну активність, що сприяє збереженню структурної клітини та функціональній стабільності венозної стінки. Результати дослідження свідчать про складну багатояруву організацію венозної стінки пупкової вени, яка включає значну кількість еластичних і колагенових волокон, що забезпечують її пружність та механічну міцність. Перицити, які локалізовані в середньому шарі стінки пупкової вени, відіграють важливу роль у збереженні структурної стабільності венозної стінки та сприяють її адаптації до змін гемодинаміки.

Отже, у другому зрілому періоді онтогенезу пупкова вена перетворюється на неактивний структурний елемент, який існує у вигляді фіброзного тяжа. У першому та другому періодах зрілого віку стінка пупкової вени характеризується високим вмістом гладком'язових клітин, перицитів і колагенових волокон, тоді як кількість еластичних волокон зменшується. У старечому віці стінка пупкової вени відзначає виражені структурні зміни, що характеризуються значною перевагою фібробластів та колагенових волокон, а кількість еластичних волокон істотно зменшується.

Ключові слова: печінка, пупкова вена, анатомія, онтогенез, людина.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота є фрагментом планової комплексної НДР «Закономірності статево-вікової будови та топографоанатомічних перетворень органів і структур організму на пре- та постнатальному етапах онтогенезу. Особливості перинатальної анатомії та ембріотопографії», номер державної реєстрації 0120U101571.

Вступ.

Пупкова вена є важливим анатомічним та фізіологічним компонентом кровообігу впродовж ембріонального розвитку. Її основна функція під час внутрішньоутробного розвитку полягає у транспортуванні збагаченої киснем крові від плаценти до плоду [1]. Після народження пупкова вена зазнає значних змін, перетворюючись на круглу зв'язку печінки. Однак, навіть після закриття, залишки пупкової вени можуть зберігати анатомічне та функціональне значення у зрілому організмі, зокрема у випадках патологічних станів, таких як портальна гіпертензія або венозні аномалії. Вивчення пупкової вени у зрілому періоді онтогенезу є необхідним з огляду на її потенційну участь у патологічних процесах, а також з метою уточнення механізмів структурної адаптації венозної стінки [2, 3]. Глибоке розуміння цитоархітекtonіки пупкової вени дозволяє ідентифікувати ключові моменти її регенерації, динаміки та патологічних змін, що має значення для розробки нових діагностичних та терапевтичних підходів у клінічній практиці. Окрім цього, вивчення мікроанатомії пупкової вени в постнатальному періоді для розуміння фізіологічних вікових змін [4]. Дослідження цитоархітекtonіки пупкової вени після народження є відносно новою сферою морфологічної науки. Раніше науковці переважно зосереджувались на її функціональній ролі під час ембріонального розвитку та постнатальній трансформації в круглу зв'язку печінки [5]. Проте, сучасні дослідження виявляють, що залишкові структури пупкової вени можуть виконувати адаптаційну роль у зрілому організмі.

Мікроскопічні дослідження показують, що венозна стінка пупкової вени в зрілому періоді онтогенезу має значний запас еластичних волокон, які забезпечують її механічну стійкість [6]. Зокрема, високий вміст колагену типу III та міжклітинні контакти ендотеліальних клітин забезпечують цілісність судинного бар'єра.

Мета дослідження.

Встановити особливості структурної організації пупкової вени в зрілому і старечому віці.

Об'єкт і методи дослідження.

Для дослідження використано 6 об'єктів зрілого віку першого періоду, 7 об'єктів зрілого віку другого періоду, 5 об'єктів старечого віку. Використаний комплекс морфологічних методів дослідження: мікроскопічне, виготовлення гістологічних зрізів, морфометрія, що були проведені за загальноприйнятими методами [7].

Усі дослідження проведено з дотриманням основних положень GCP (1996), Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964-2013), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009, № 616

від 03.08.2012 та згідно методичних рекомендацій і «Порядку вилучення біологічних об'єктів від померлих, тіла яких підлягають судово-медичній експертизі і патологоанатомічному дослідженню, для наукових цілей (2018 р.)».

Результати дослідження та їх обговорення.

У першому зрілому періоді постнатального періоду пупкова вена, яка під час внутрішньоутробного розвитку виконувала важливу роль у транспортуванні оксигенованої крові від плаценти до плоду, зазнає суттєвих морфологічних та гістологічних змін. Після народження та перерізання пуповини її функціональна активність припиняється, і вона поступово трансформується у фіброзний тяж [8, 9]. Пупкова вена перестає функціонувати як кровоносна судина.

Мікроскопічні дослідження гістологічних препаратів верхнього сегменту пупкової вени в першому періоді зрілого віку встановили, що чіткого розмежування на оболонки не спостерігається, просвіт судини неправильної форми, звужений. У внутрішній оболонці виражений оксифільний ендотеліальний шар без чіткої диференціації між ендотеліоцитами. Ендотеліальний шар деградує та поступово зникає. Відзначається утворення гіаліноподібного матеріалу в місці колишнього ендотелію. У середній оболонці м'язові клітини залягають циркулярно, у їх проміжках виявляються переважно еозинофільні колагенові волокна (рис. 1). Гладком'язові клітини піддаються атрофії. Відбувається їх заміщення сполучнотканинними елементами, зокрема колагеновими та еластичними волокнами. Зовнішня оболонка зберігається, але зазнає деградації. У цьому шарі збільшується кількість колагенових волокон, які створюють основу для остаточного формування фіброзного тяжу круглої зв'язки печінки.

Зовнішня оболонка утворена пухкою сполучною тканиною, часто виявляється набряк міжклітинної речовини. Вона слабо насичена клітинами фібробластичного ряду. Активовані фібробласти мають оксифільну цитоплазму, еліпсоподібне ядро, у каріоплазмі якого переважає еухроматин, як результат, ядра забарвлюються слабо базифільно. Виявляється багато фіброцитів, популяція даних дефінітивних форм вказує на зниження синтетичних процесів у тканині. Спостерігається набряк основної речовини пухкої неоформленої сполучної тканини як наслідок адвентичної забарвлюється слабо оксифільно [10]. Волокнисті структури деструктуризовані, відзначається їх часткова фрагментація.

У другому зрілому періоді постнатального періоду пупкова вена повністю перетворюється в круглу зв'язку печінки, яка виконує лише структурну функцію. Мікроскопічно в другому періоді зрілого віку пупкова вена верхнього сегменту не має чіткої структурної організації. Внутрішня оболонка представлена ендотелієм із підендотеліальним шаром, які мінімально представлені і при мікроскопії майже не відзначаються. Ендотелій майже повністю заміщується колагеновими волокнами на всьому протязі судини. Поодинокі клітини епітелію мають плеоморфні ядра та інтенсивно забарвлену оксифільну цитоплазму. У середній оболонці переважають волокнисті компоненти над гладкими міоцитами, у зв'язку з чим даний шар інтенсивно оксифільний, що вказує на превалювання колагенових волокон (рис. 2). Відзна-

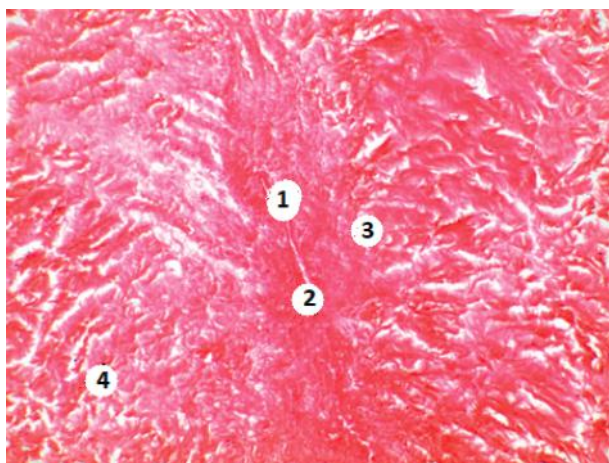


Рисунок 1 – Поперечний зріз верхнього сегменту пупкової вени в першому зрілому періоді. Мікрофотографія. Забарвлення гематоксилін-еозин. Збільшення: х40. Позначення: 1 – просвіт судини, 2 – внутрішня оболонка, 3 – середня оболонка, 4 – зовнішня оболонка.

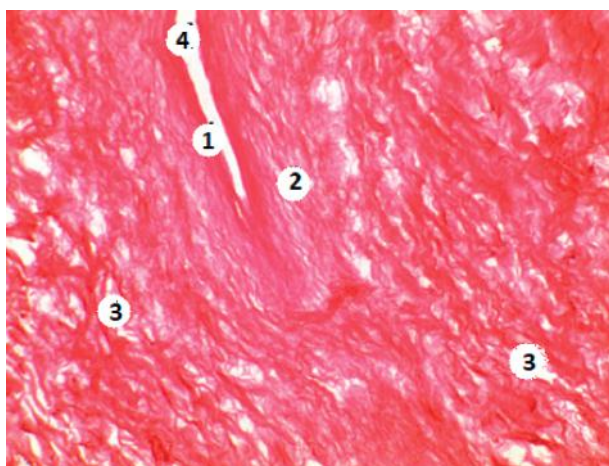


Рисунок 2 – Поперечний зріз верхнього сегменту пупкової вени в другому зрілому періоді. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Мікрофотографія. Збільшення: х40. Позначення: 1 – внутрішня оболонка, 2 – середня оболонка, 3 – зовнішня оболонка, 4 – просвіт.

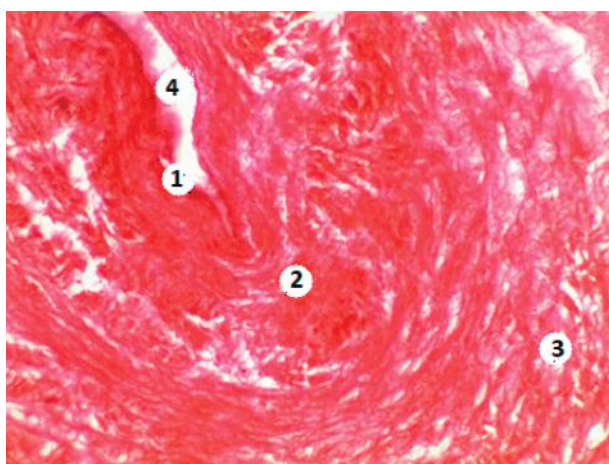


Рисунок 3 – Поперечний зріз верхнього сегменту пупкової вени в старечому віці. Мікрофотографія. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Збільшення: х100. Позначення: 1 – внутрішня оболонка, 2 – середня оболонка, 3 – зовнішня оболонка, 4 – просвіт.

чається повна атрофія гладком'язових клітин [11, 12]. Присутні залишкові еластичні волокна, які частково деградують. Збільшується кровопостачання зовніш-

ньої оболонки, після чого вона може бути включена у підтримку сусідніх тканин.

У старечому віці постнатального періоду пупкова вена, яка перетворилась на круглу зв'язку печінки демонструє більш виражені вікові зміни, характерні для процесів дегенерації та ремоделювання тканин. Дослідження верхнього сегменту пупкової вени в старечому віці показали, що просвіт судини неправильної конфігурації. Стінка представлена трьома оболонками, проте у кожній з них виявляються ознаки альтерацій (рис. 3). Структура пупкової вени представлена щільною волокнистою сполучною тканиною, що складається переважно з колагенових волокон (тип I) з мінімальним вмістом еластичних волокон.

Ендотелій та підендотеліальний шар гомогенний, часто у ньому не спостерігається їх розмежування. Середня оболонка сформована двома шарами: циркулярним і поздовжнім. У м'язовій оболонці гладкі міоцити виявляються поодинокі. У середній оболонці домінують колагенові волокна, які забарвлюються оксифільно. Виявляються локальні ділянки набряку основної речовини. Загалом відзначається часткова фрагментація, гідратація та формування щільних пучків колагенових волокон. У проміжках між колагеновими волокнами розташовуються тонкі еластичні волокна, які мають звивистий хід. Пухка неоформлена сполучна тканина адвентиції із ознаками деструкції [13]. Волокна часто фрагментовані, набряклі, наявні ділянки розволокнення. Відзначається набряк основної речовини із формуванням типових просвітлених ділянок. Спостерігаються поодинокі клітин фібробластичного ряду. З'являються поодинокі жирові клітини, що є ознакою вікової інволюції [14]. З'являються ознаки васкуляризації – дрібні капіляри, що підтримують навколишні тканини – ремоделювання тканини, яка є адаптивним механізмом для підтримки метаболізму у зв'язку.

Морфометричний аналіз виявив значну товщину медіального шару та варіабельність у розподілі еластичних волокон, що може свідчити про високу адаптивну здатність пупкової вени до умов зрілого організму [15, 16]. Електронна мікроскопія підтвердила наявність численних міжклітинних контактів, які підтримують цілісність ендотеліального шару. У зв'язку з процесами старіння пупкова вена стає структурно менш еластичною та більш крихкою, що може мати клінічне значення, наприклад, під час хірургічних втручань. Результати дослідження підкреслюють важливість пупкової вени як структурного елемента венозної системи, який може відігравати ключову роль у розвитку патологічних процесів, таких як тромбоз або портальна гіпертензія.

У першому зрілому періоді пупкова вена як судинна структура повністю облітерована і лише при певних умовах частково зберігається просвіт. Стінка складається з фібробластів, які синтезують колагенові, які щільно заповнюють простір, заміщуючи просвіт вени. Залишається мізерна кількість еластичних волокон для підтримки структури та гладеньких міоцитів. Визначаються поодинокі макрофаги та фіброцити, перші з яких завершують участь в імунних процесах, а останні відповідають за ремоделювання та ущільнення тканини [17]. У першому зрілому періоді з'являються і поширюються жирові клітини (адипоцити) як в стінці так і в просвіті пупкової вени у зв'язку із початком інволютивних змін.

У другому зрілому періоді для пупкової вени характерні всі особливості клітинного складу облітерованої вени: фібробласти і фіброцити продовжують активно синтезувати колаген, сприяючи ущільненню стінки. Основним компонентом, який заміщує просвіт залишаються колагенові волокна I та III типу; еластичних волокон та гладеньких міоцитів невелика кількість. Макрофаги та лімфоцити – поодинокі, хаотично розміщені. Міофібробласти забезпечують Починають з'являться депозити кальцію внаслідок дегенеративних процесів.

У старечому віці стінка пупкової вени характеризується невеликою кількістю міофібробластів, еластичних волокон, макрофагів та лімфоцитів [18]. На відміну від зрілого періоду, в старечому зустрічаються лише колагенові волокна I типу, які щільно розташовані між собою з переважанням грубоволокнистої сполучної тканини і повністю відсутні колагенові волокна III типу. Активно поширюються жирові клітини.

Висновки.

Отже, мікроскопічні особливості пупкової вени у зрілому періоді онтогенезу характеризується складною цитологічною та тканинною організацією, що сприяє підтримці її функцій. Структурна організація

венозної стінки, зокрема висока концентрація еластичних волокон та функціонально активних клітин, свідчить про адаптивний потенціал пупкової вени до умов зрілого організму. Ендотеліальні клітини та перицити забезпечують бар'єрну функцію, а медіальний шар відіграє ключову роль у підтриманні гемодинамічної стабільності. У старечому віці відзначається повна дезорганізація та деградація елементів пупкової вени. У першому та другому періоді зрілого віку стінка пупкової вени містить велику кількість гладких міоцитів, перицитів та колагенових волокон, зменшується кількість еластичних волокон. У старечому віці стінка пупкової вени характеризується значною кількістю фібробластів та колагенових волокон, відзначаються поодинокі еластичні волокна. Більшу частину просвіту займають конгломерати жирових клітин та відкладення кальцію. Особливість структурної організації пупкової вени дозволяє виконати подальшу її реканалізацію.

Перспективи подальших досліджень.

Отримані результати є перспективними для подальших досліджень патологічних змін пупкової вени у зрілому віці та їх впливу на системний кровообіг.

References / Література

- Ni W, Zou Z, Jiang P, Wang S. Sevoflurane alleviates inflammation, apoptosis and permeability damage of human umbilical vein endothelial cells induced by lipopolysaccharide by inhibiting endoplasmic reticulum stress via upregulating ROR α . Prostaglandins Other Lipid Mediat. 2024;172:106821. DOI: [10.1016/j.prostaglandins.2024.106821](https://doi.org/10.1016/j.prostaglandins.2024.106821).
- Achiron R, Kassif E, Kivilevitch Z. Fetal intrahepatic Umbilical-Porto-Systemic venous shunts (IHUPSVS): In-utero anatomic classification. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol. 2022;276:179-184. DOI: [10.1016/j.ejogrb.2022.07.022](https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2022.07.022).
- Opheim GL, Moe Holme A, Blomhoff Holm M, Melbye Michelsen T, Muneer Zahid S, Paasche Roland MC, et al. The impact of umbilical vein blood flow and glucose concentration on blood flow distribution to the fetal liver and systemic organs in healthy pregnancies. FASEB J. 2020;34(9):12481-12491. DOI: [10.1096/fj.202000766R](https://doi.org/10.1096/fj.202000766R).
- Karmegaraj B. Normal Fetal Umbilical, Portal, and Hepatic Venous System: Four-dimensional STIC Rendering. Radiology. 2021;299(1):51. DOI: [10.1148/radiol.2021203300](https://doi.org/10.1148/radiol.2021203300).
- Zhu R, Hu X, Xu W, Wu Z, Zhu Y, Ren Y, et al. LncRNA MALAT1 inhibits hypoxia/reoxygenation-induced human umbilical vein endothelial cell injury via targeting the microRNA-320a/RAC1 axis. Biol Chem. 2020;401(3):349-360. DOI: [10.1515/hsz-2019-0316](https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0316).
- Carcopino C, Rossi E, Mebarki M, El Hamaoui D, Gaussem P, Larghero J, et al. Understanding the Angiogenic Characteristics of Clinical-Grade Mesenchymal Stromal Cells Isolated from Human Umbilical Cord. Stem Cell Rev Rep. 2024;20(5):1353-1356. DOI: [10.1007/s12015-024-10712-8](https://doi.org/10.1007/s12015-024-10712-8).
- Laurino A, Franceschini A, Pesce L, Cinci L, Montalbano A, Mazzamuto G, et al. A Guide to Perform 3D Histology of Biological Tissues with Fluorescence Microscopy. Int J Mol Sci. 2023;24(7):6747. DOI: [10.3390/ijms24076747](https://doi.org/10.3390/ijms24076747).
- Slobodian OM, Zabrodska OS. Stanovlennya topohrafiyi pupkovoyi veny u peredplodiv. Klinichna anatomiya ta operativna khirurgiya. 2021;20(2):35-41. DOI: [10.24061/1727-0847.20.2.2021.16](https://doi.org/10.24061/1727-0847.20.2.2021.16). [in Ukrainian].
- Huang Y, Liang B, Chen X. Exosomal circular RNA circ_0074673 regulates the proliferation, migration, and angiogenesis of human umbilical vein endothelial cells via the microRNA-1200/MEOX2 axis. Bioengineered. 2021;12(1):6782-6792. DOI: [10.1080/21655979.2021.1967077](https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1967077).
- Sun AY, Lai JJ, Du HL. Modification of Proliferation and Morphology in Human Umbilical Vein Endothelial Cells via in vitro High-Frequency, Low-Energy, Linear-Focused, Continuous Ultrasound Stimulation. Biomed Environ Sci. 2020;33(9):727-730. DOI: [10.3967/bes2020.096](https://doi.org/10.3967/bes2020.096).
- Putra M, Peek EEH, Devore GR, Hobbins JC. Umbilical Vein Flows and Cardiac Size, Shape, and Ventricular Contractility in Fetuses With Estimated Weight Less-Than 10th Centile. J Ultrasound Med. 2024;43(11):2069-2084. DOI: [10.1002/jum.16536](https://doi.org/10.1002/jum.16536).
- Tong P, Zhang J, Liu S, An J, Jing G, Ma L, et al. miRNA-142-3p aggravates hydrogen peroxide-induced human umbilical vein endothelial cell premature senescence by targeting SIRT1. Biosci Rep. 2024;44(5):BSR20231511. DOI: [10.1042/BSR20231511](https://doi.org/10.1042/BSR20231511).
- Allen MK, Minto O. Four-Vessel Umbilical Cord: Supernumerary Right Umbilical Vein With No Associated Congenital Anomalies. Cureus. 2024;16(8):e67283. DOI: [10.7759/cureus.67283](https://doi.org/10.7759/cureus.67283).
- Engür-Oztürk S, Kaya-Tilki E, Cantürk Z, Dikmen M. Enhanced angiogenesis of human umbilical vein endothelial cells via THP-1-derived M2c-like macrophages and treatment with proteasome inhibitors 'bortezomib and ixazomib'. APMIS. 2024;132(8):594-607. DOI: [10.1111/apm.13426](https://doi.org/10.1111/apm.13426).
- Liu J, Dong J, Pei X. Apoptotic Extracellular Vesicles Derived from Human Umbilical Vein Endothelial Cells Promote Skin Repair by Enhancing Angiogenesis: From Death to Regeneration. Int J Nanomedicine. 2024;19:415-428. DOI: [10.2147/IJN.S441453](https://doi.org/10.2147/IJN.S441453).
- Liu B, Song F, Zhou X, Wu C, Huang H, Wu W, et al. NEDD4L is a promoter for angiogenesis and cell proliferation in human umbilical vein endothelial cells. J Cell Mol Med. 2024;28(8):1-11. DOI: [10.1111/jcmm.18233](https://doi.org/10.1111/jcmm.18233).
- Jiang W, Zhong J, Ouyang Z, Shen J, Qiu Y, Zeng Y. Spatial Constraints of Rectangular Hydrogel Microgrooves Regulate the Morphology and Arrangement of Human Umbilical Vein Endothelial Cells. Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2024;55(1):87-94. DOI: [10.12182/20240160402](https://doi.org/10.12182/20240160402).
- Pinto TS, Feltran GDS, Fernandes CJDC, de Camargo Andrade AF, Coque AC, Silva SL, et al. Epigenetic changes in shear-stressed endothelial cells. Cell Biol Int. 2024;48(5):665-681. DOI: [10.1002/cbin.12138](https://doi.org/10.1002/cbin.12138).

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПУПКОВОЇ ВЕНИ В ПОСТНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ

Забродська О. С.

Резюме. Пупкова вена є одним із ключових компонентів фетального кровообігу. Вона забезпечує плід киснем та поживними речовинами, що є необхідними для його розвитку. Зміни, які відбуваються з цією веною після народження, мають важливе значення для адаптації новонародженого до позаутробного життя.

Мета дослідження. Встановити особливості структурної організації пупкової вени в зрілому і старечому віці.

Об'єкт і методи дослідження. Для дослідження використано 6 об'єктів зрілого віку першого періоду, 7 об'єктів зрілого віку другого періоду, 5 об'єктів старечого віку. Використаний комплекс морфологічних методів дослідження: мікроскопічне, виготовлення гістологічних зрізів, морфометрія, що були проведені за загальноприйнятими методиками.

Результати. В ході дослідження було виявлено значний вміст еластичних і колагенових волокон, а також високий рівень клітинної активності, що забезпечує функціональну цілісність венозної стінки. Дослідження показало, що венозна стінка пупкової вени має складну багатошарову організацію, до складу якої входять еластичні та колагенові волокна, що забезпечують її механічну міцність та еластичність. Ендотеліоцити формують внутрішній шар, відповідаючи за бар'єрну функцію та регуляцію обміну речовин. Періцити, розташовані у медіальному шарі, забезпечують структурну стабільність та сприяють адаптації вени до гемодинамічних змін. Мікроскопічно в другому періоду зрілого віку пупкова вена верхнього сегменту не має чіткої структурної організації. У старечому віці постнатального періоду пупкова вена, яка перетворилась на круглу зв'язку печінки демонструє більш виражені вікові зміни, характерні для процесів дегенерації та ремоделювання тканин.

Висновки. Отже, пупкова вена у зрілому та старечому віці зазнає повної інволюції і стає неактивним структурним елементом, що зберігається у вигляді фіброзного тяжа без виконання жодної функції, характерної для кровоносних судин. В першому та другому періоді зрілого віку стінка пупкової вени містить велику кількість гладких міоцитів, періцитів та колагенових волокон, зменшується кількість еластичних волокон. В старечому віці стінка пупкової вени характеризується значною кількістю фібробластів та колагенових волокон, відзначаються поодинокі еластичні волокна. Більшу частину просвіту займають конгломерати жирових клітин та відкладення кальцію. Особливість структурної організації пупкової вени дозволяє виконати подальшу її реканалізацію.

Ключові слова: печінка, пупкова вена, анатомія, онтогенез, людина.

FEATURES OF THE STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE UMBILICAL VEIN IN THE POSTNATAL PERIOD OF ONTOGENESIS

Zabrodska O. S.

Abstract. The umbilical vein is one of the key components of fetal circulation. It provides the fetus with oxygen and nutrients necessary for its development. The changes that occur in this vein after birth are important for the adaptation of the newborn to extrauterine life.

The aim of the study. To establish the features of the structural organization of the umbilical vein in adulthood and old age.

Object and research methods. The study used 6 mature age subjects of the first period, 7 mature age subjects of the second period, and 5 senile age subjects. A complex of morphological research methods was used: microscopic, preparation of histological sections, morphometry, which were conducted according to generally accepted methods

Results. During the study, a significant content of elastic and collagen fibers, as well as a high level of cellular activity, which ensures the functional integrity of the venous wall, was revealed. The study showed that the venous wall of the umbilical vein has a complex multi-layered organization, which includes elastic and collagen fibers, which ensure its mechanical strength and elasticity. Endotheliocytes form the inner layer, responsible for the barrier function and regulation of metabolism. Pericytes located in the medial layer provide structural stability and contribute to the adaptation of the vein to hemodynamic changes. Microscopically, in the second period of adulthood, the umbilical vein of the upper segment does not have a clear structural organization. In the senile age of the postnatal period, the umbilical vein, which has turned into a round ligament of the liver, shows more pronounced age-related changes characteristic of the processes of tissue degeneration and remodeling.

Conclusions. Therefore, the umbilical vein in the second mature period of ontogenesis is an inactive structural element that is preserved in the form of a fibrous cord without performing any function characteristic of blood vessels. In the first and second period of adulthood, the wall of the umbilical vein contains a large number of smooth myocytes, pericytes and collagen fibers, the number of elastic fibers decreases. In old age, the wall of the umbilical vein is characterized by a significant number of fibroblasts and collagen fibers, individual elastic fibers are noted. Most of the lumen is occupied by fat cell conglomerates and calcium deposits. The peculiarity of the structural organization of the umbilical vein allows for further its recanalization.

Key words: liver, umbilical vein, anatomy, ontogenesis, human.

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Zabrodska O. S.: 0000-0001-9880-2113 ^{ABCDEF}

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Zabrodska Olha Serhiivna / Забродська Ольга Сергіївна

Bukovinian State Medical University / Буковинський державний медичний університет

Ukraine, 58000, Chernivtsi, 2 Teatralna square / Адреса: Україна, 58000, м. Чернівці, Театральна площа 2

Tel.: 0963118520, 0990885871 / Тел.: 0963118520, 0990885871

E-mail: oliazab1998@gmail.com

A – Work concept and design, **B** – Data collection and analysis, **C** – Responsibility for statistical analysis, **D** – Writing the article, **E** – Critical review, **F** – Final approval of the article / **A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статистичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Received 12.10.2024 / Стаття надійшла 12.10.2024 року
Accepted 06.03.2025 / Стаття прийнята до друку 06.03.2025 року