

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису**

ЗАБРОДСЬКА ОЛЬГА СЕРГІЇВНА

УДК 611.149.8.013.018-053

ДИСЕРТАЦІЯ

**ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ АНАТОМІЇ ПУПКОВОЇ ВЕНИ ТА ЇЇ
СПОЛУЧЕНЬ**

**22 «Охорона здоров'я»
222 «Медицина»**

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

 О.С. Забродська

Науковий керівник: Слободян Олександр Миколайович,
доктор медичних наук, професор

Чернівці – 2025

АНОТАЦІЯ

Забродська О.С. Вікові особливості анатомії пупкової вени та її сполучень. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 222 «Медицина». – Буковинський державний медичний університет Міністерства охорони здоров'я України, Чернівці, 2025.

Буковинський державний медичний університет Міністерства охорони здоров'я України, Чернівці, 2025.

З метою з'ясування особливостей хронологічної послідовності розвитку та становлення структурної організації і синтопії пупкової вени у різні періоди онтогенезу людини досліджено 81 об'єкт: 51 зародок, передплід, плід людини, 5 новонароджених, 3 об'єкти грудного віку, 7 об'єктів першого періоду зрілого віку, 10 – другого періоду зрілого віку та 5 об'єктів старечого віку обох статей, без зовнішніх ознак анатомічних відхилень або аномалій та без явних макроскопічних відхилень від нормальної анатомії. У дослідженні поєднані сучасні морфологічні методи дослідження з наступною оцінкою вірогідності одержаних результатів (макроскопічне та мікроскопічне дослідження, рентгенографія, виготовлення топографоанатомічних зрізів, морфометрія та статистичний аналіз).

Встановлено, що у зародків людини 6,0-7,0 мм тім'яно-куприкової довжини виявляються судини плацентарного кола кровообігу – пупкові артерії і вени; в результаті облітерації правої пупкової вени може бути наявна тільки одна – ліва пупкова вена, діаметром 18 ± 2 мкм. Пупкова вена в процесі пренатального періоду розвитку зазнає змін у діаметрі та товщині стінки: спочатку (зародки 9,0-10,0 мм тім'яно-куприкової довжини) вона є найширшою судиною, діаметр якої становить 300 ± 10 мкм, і за товщиною стінки (35 ± 5 мкм) перевершує інші судини зародка; пізніше (передплоди 35,0-38,0 мм тім'яно-куприкової довжини) пупкова вена за розмірами

дорівнює аорті – показники діаметрів цих судин коливаються від 345 ± 5 мкм до 352 ± 8 мкм, а товщини їх стінки дорівнюють 73 ± 5 мкм; і задовго до того, як настає облітерація судин пуповини, пупкова вена стає вже тоншою за аорту.

З 4-го по 10 місяці плодового періоду розвитку людини морфометричні параметри пупкової вени поступово збільшуються: її довжина з $13,99 \pm 1,01$ мм до $24,85 \pm 0,33$ мм і діаметр – з $3,31 \pm 0,09$ мм до $6,77 \pm 0,22$ мм. Встановлено, що до 7-го місяця внутрішньоутробного розвитку діаметр пупкової вени зростає інтенсивно і відносно рівномірно, в той час, як діаметр ворітної печінкової вени збільшується незначно, проте інтенсивно зростає діаметр венозної протоки. У плодів 7-8 місяців ріст венозної протоки сповільнюється. Починаючи з 8-го місяця внутрішньоутробного життя і до періоду новонародженості відбувається сповільнене зростання діаметра пупкової вени, проте інтенсивний ріст діаметра ворітної печінкової вени; діаметр венозної протоки практично не збільшується, що свідчить про перебудову судинної системи плода та його підготовку до постнатального життя.

Після народження відбувається інтенсивне збільшення морфометричних параметрів пупкової вени, передусім у грудному віці: її довжина зростає з $32,18 \pm 1,97$ мм до $47,8 \pm 0,91$ мм і діаметр – з $8,16 \pm 0,34$ мм до $8,93 \pm 0,32$ мм. У зрілому та старечому віці внаслідок регресивних змін відзначається поступове зменшення діаметра (до $3,8 \pm 0,4$ мм) пупкової вени, значне її подовження (до $+130,0$ мм) і перетворення на щільний волокнистий тяж – круглу зв'язку печінки.

У передплодів людини $14,0$ - $16,0$ мм тім'яно-куприкової довжини стінка пупкової вени досить тонка та гістологічно неструктурована. У ранніх плодів ($170,0$ - $220,0$ мм тім'яно-п'яткової довжини) найбільш сформованою є внутрішня оболонка тонкої стінки пупкової вени, в якій виявляються поодинокі гладкі міоцити. Впродовж плодового періоду збільшується кількість гладких міоцитів, макрофагів, лейкоцитів та лімфоцитів і до кінця

цього періоду розвитку в стінці пупкової вени чітко розрізняються всі оболонки, при цьому в середній оболонці, крім чисельних гладких міоцитів, спостерігається поява спочатку колагенових, а пізніше (плоди 300,0-320,0 мм тім'яно-п'яtkової довжини) – еластичних волокон. У новонароджених і дітей грудного віку відбувається волокниста трансформація зовнішньої оболонки пупкової вени, що характеризується збільшенням колагенових волокон, зменшенням еластичних волокон і капілярної сітки. Впродовж зрілого віку в стінці пупкової вени спостерігається поступове зменшення еластичних волокон. У людей старечого віку в стінці пупкової вени наявні в значній кількості фібробласти і колагенові волокна, і поодинокі еластичні волокна; більшу частину просвіту займають конгломерати жирових клітин та відкладення кальцію, виявляється повна реорганізація та дезорганізація елементів вени.

У плодовому періоді онтогенезу людини в печінку вступають гілки двох венозних судин – пупкової вени і ворітної печінкової вени, які, переважно, зливаються в правому куті воріт органа. Від пупкової вени відходять гілки до сегментів лівої судинно-секреторної частки (I, II, III та IV сегментів). Ворітна печінкова вена після злиття з пупковою веною печінки продовжується вправо та розгалужується в сегментах правої судинно-секреторної частки (V, VI, VII і VIII сегментів).

У більшості досліджених плодів (68,63 %, 35 препаратів плодів) та 4 мертвоновонароджених ворітна печінкова вена безпосередньо зливається з пупковою веною, що зумовлює формування у дітей грудного віку та людей зрілого віку варіанта дихотомічного галуження ворітної печінкової вени на ліву та праву гілки. Наслідком з'єднання ворітної печінкової вени з пупковою веною, за допомогою короткого анастомозу, є трифуркаційний варіант поділу ворітної печінкової вени (19,61 %, 10 препаратів плодів; та одного мертвоновонародженого). В 11,76 % досліджених плодів (6 випадків) виявлено довгий анастомоз між ворітною веною печінки та пупковою веною,

що може пояснити відходження висхідної вени від лівої гілки ворітної печінкової вени на етапах постнатального періоду онтогенезу людини.

Венозна протока (Аранція) у 84,31 % плодів (43 спостереження) є безпосереднім продовженням дозadu сагітального відділу пупкової вени та самотійно впадає у нижню порожнисту вену (6,98 %, 3 випадки), разом із лівою печінковою веною – 32,56 % (14 випадків) і загальним стовбуром разом із лівою та середньою печінковими венами – 60,46 % (26 препаратів). У 15,69 % плодів (8 випадків) венозна протока відходила від поперечного відділу пупкової вени.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше за допомогою сучасних та класичних морфологічних методів проведено комплексне дослідження типової і варіантної анатомії пупкової вени та її з'єднань у пре- та постнатальному періодах онтогенезу. Встановлено особливості гістогенезу, будови і структурної перебудови пупкової вени впродовж онтогенезу людини.

Уперше визначено і систематизовано морфометричні показники пупкової вени у різні періоди онтогенезу людини, що дає можливість простежити її онтогенетичні перетворення у процесі індивідуального розвитку. Уточнено вікові межі морфометричних параметрів пупкової вени, що дозволяє визначити критичні періоди її розвитку у перинатальному періоді та ранньому дитинстві. Виявлено закономірності редукції та трансформації пупкової вени після народження на круглу зв'язку печінки з поступовим зменшенням її розмірів. Запропоновано топографо-анатомічні орієнтири, які можуть бути використані у при ультразвуковому дослідженні, у неонатології, та у судово-медичній експертизі. Вперше охарактеризовано анатомічну мінливість пупкової вени у межах однієї вікової групи, що може свідчити про адаптивні можливості цієї структури.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані морфометричні дані (довжина, зовнішній діаметр) пупкової вени у різні

вікові періоди можуть бути використані як показники норми для порівняння під час ультразвукового дослідження органів черевної порожнини у новонароджених та дітей раннього віку. Результати дослідження можуть бути застосовані у неонатальній та дитячій хірургії, а саме: при катетеризації пупкової вени, для визначення оптимального діаметра катетера та глибини введення. Встановлені закономірності редукції пупкової вени мають значення для судово-медичної експертизи, особливо при визначенні віку плода або новонародженого за анатомічними характеристиками судини. Дані про індивідуальну варіабельність морфометричних показників дозволяють більш гнучко підходити до діагностики патологій розвитку пупкової вени, уникати хибнопозитивних діагнозів, пов'язаних із її варіантною анатомією. Одержані результати можуть пояснити особливості функціональної анатомії пупкової вени при деяких уроджених станах (в перинатології та дитячій хірургії), а також при захворюваннях печінки в гастроентерологічній практиці.

Ключові слова: пупкова вена, печінка, судини, пренатальний онтогенез, кровоносні судини, онтогенез, пренатальний розвиток людини, топографія, морфометрія, морфологія, анатомічна мінливість, біологічні об'єкти, плід, людина.

ANNOTATION

Zabrodska O.S. Age-related features of the umbilical vein anatomy and its connections. – Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty 222 Medicine – Bukovinian State Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Chernivtsi, 2025.

Bukovinian State Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Chernivtsi, 2025.

In the aim to establish the features of the chronological sequence of development and formation of the structural organization and syntopy of the umbilical vein in different periods of human ontogenesis, 81 objects were studied: 51 human embryo, prefetus, fetuses, 5 newborns, 3 infants, 7 first-stage adults, 10 second-stage adults, and 5 elderly individuals of both sexes, with no external signs of anatomical deviations or anomalies and no obvious macroscopic deviations from normal anatomy. The study combines modern morphological research methods with subsequent assessment of the reliability of the results obtained (macroscopic and microscopic examination, radiography, production of topographic and anatomical sections, morphometry and statistical analysis).

It has been established that in human embryos of 6.0-7.0 mm parieto-coccygeal length, vessels of the placental circulation are detected - umbilical arteries and veins; as a result of obliteration of the right umbilical vein, only one - the left umbilical vein, with a diameter of 18 ± 2 microns, may be present. The umbilical vein undergoes changes in diameter and wall thickness during the prenatal period of development: initially (embryos 9.0-10.0 mm parieto-coccygeal length) it is the widest vessel, with a diameter of 300 ± 10 μm , and in terms of wall thickness (35 ± 5 μm) it surpasses other vessels of the embryo; later (pre-fetuses 35.0-38.0 mm parieto-coccygeal length) the umbilical vein is equal in size to the aorta – the diameters of these vessels range from 345 ± 5 μm to 352 ± 8 μm , and the thickness of their walls is 73 ± 5 μm ; and long before the umbilical cord vessels obliterate, the umbilical vein becomes thinner than the aorta.

From the 4th to the 10th month of fetal development, the morphometric parameters of the umbilical vein gradually increase: its length from 13.99 ± 1.01 mm to 24.85 ± 0.33 mm and diameter from 3.31 ± 0.09 mm to 6.77 ± 0.22 mm. It has been established that by the 7th month of intrauterine development, the diameter of the umbilical vein increases intensively and relatively evenly, while the diameter of the hepatic portal vein increases slightly, but the diameter of the ductus venosus increases intensively. In fetuses of 7-8 months, the growth of the ductus venosus

slows down. Starting from the 8th month of intrauterine life and until the neonatal period, there is a slow increase in the diameter of the umbilical vein, but an intensive increase in the diameter of the hepatic portal vein; The diameter of the ductus venosus practically does not increase, which indicates the restructuring of the fetal vascular system and its preparation for postnatal life.

After birth, there is an intensive increase in the morphometric parameters of the umbilical vein, especially in infancy: its length increases from 32.18 ± 1.97 mm to 47.8 ± 0.91 mm and its diameter from 8.16 ± 0.34 mm to 8.93 ± 0.32 mm. In adulthood and old age, due to regressive changes, there is a gradual decrease in the diameter (to 3.8 ± 0.4 mm) of the umbilical vein, its significant elongation (to $+130.0$ mm) and transformation into a dense fibrous cord – the round ligament of the liver.

In human pre-fetuses of 14.0-16.0 mm parieto-coccygeal length, the wall of the umbilical vein is quite thin and histologically unstructured. In early fetuses (170.0-220.0 mm parietal-calcaneal length), the most developed is the inner membrane of the thin wall of the umbilical vein, in which single smooth myocytes are found. During the fetal period, the number of smooth myocytes, macrophages, leukocytes and lymphocytes increases, and by the end of this period of development, all layers are clearly distinguished in the wall of the umbilical vein, while in the middle layer, in addition to numerous smooth myocytes, the appearance of collagen fibers is observed first, and later (fetuses 300.0-320.0 mm parietal-calcaneal length) – elastic fibers. In newborns and infants, a fibrous transformation of the outer membrane of the umbilical vein occurs, which is characterized by an increase in collagen fibers, a decrease in elastic fibers and a capillary network. During adulthood, a gradual decrease in elastic fibers is observed in the wall of the umbilical vein. In elderly people, the wall of the umbilical vein contains a significant number of fibroblasts and collagen fibers, and single elastic fibers; most of the lumen is occupied by conglomerates of fat cells

and calcium deposits, and complete disorganization and disorganization of the elements of the vein are revealed.

In the fetal period of human ontogenesis, branches of two venous vessels enter the liver – the umbilical vein and the portal hepatic vein, which mainly merge in the right corner of the organ's gate. Branches depart from the umbilical vein to the segments of the left vascular-secretory lobe (I, II, III and IV segments). The portal hepatic vein, after merging with the umbilical vein of the liver, continues to the right and branches into the segments of the right vascular-secretory lobe (V, VI, VII and VIII segments).

In the majority of the studied fetuses (68.63%, 35 fetal preparations) and 4 stillborn newborns, the portal hepatic vein directly merges with the umbilical vein, which causes the formation of a variant of dichotomous branching of the portal hepatic vein into left and right branches in infants and adults. The consequence of the connection of the hepatic portal vein with the umbilical vein, using a short anastomosis, is a trifurcation variant of the division of the hepatic portal vein (19.61%, 10 fetal preparations; and one stillborn). In 11.76% of the studied fetuses (6 cases), a long anastomosis between the hepatic portal vein and the umbilical vein was found, which may explain the departure of the ascending vein from the left branch of the hepatic portal vein at the stages of the postnatal period of human ontogenesis.

The ductus venosus (Arantii) in 84.31% of fetuses (43 observations) is a direct continuation of the posterior sagittal section of the umbilical vein and independently flows into the inferior vena cava (6.98%, 3 cases), together with the left hepatic vein – 32.56% (14 cases) and the common trunk together with the left and middle hepatic veins - 60.46% (26 preparations). In 15.69% of fetuses (8 cases) the ductus venosus departed from the transverse section of the umbilical vein.

Scientific novelty of the obtained results. For the first time, a comprehensive study of the typical and variant anatomy of the umbilical vein and its connections

in the pre- and postnatal periods of ontogenesis was conducted using modern and classical morphological methods. The features of the histogenesis, structure and structural reorganization of the umbilical vein during human ontogenesis were established.

For the first time, the morphometric indicators of the umbilical vein in different periods of human ontogenesis were determined and systematized, which makes it possible to trace its ontogenetic transformations in the process of individual development. The age limits of the morphometric parameters of the umbilical vein were specified, which allows us to determine the critical periods of its development in the perinatal period and early childhood. The patterns of reduction and transformation of the umbilical vein after birth into the round ligament of the liver with a gradual decrease in its size were revealed. Topographical and anatomical landmarks are proposed that can be used in ultrasound examination, neonatology, and forensic examination. For the first time, the anatomical variability of the umbilical vein within one age group is characterized, which may indicate the adaptive capabilities of this structure.

Practical significance of the obtained results. The obtained morphometric data (length, external diameter) of the umbilical vein at different age periods can be used as indicators of the norm for comparison during ultrasound examination of the abdominal organs in newborns and young children. The results of the study can be applied in neonatal and pediatric surgery, namely: during umbilical vein catheterization, to determine the optimal catheter diameter and insertion depth. The established patterns of umbilical vein reduction are important for forensic medical examination, especially when determining the age of the fetus or newborn based on the anatomical characteristics of the vessel. Data on the individual variability of morphometric indicators allow a more flexible approach to the diagnosis of pathologies of the development of the umbilical vein, to avoid false positive diagnoses associated with its variant anatomy. The obtained results can explain the features of the functional anatomy of the umbilical vein in some congenital

conditions (in perinatology and pediatric surgery), as well as in liver diseases in gastroenterological practice.

Key words: umbilical vein, liver, vessels, prenatal ontogenesis, blood vessels, ontogenesis, prenatal human development, topography, morphometry, morphology, anatomical variability, biological objects, fetus, human.

Список праць, у яких опубліковані основні результати дисертації:

1. Слободян ОМ, **Забродська ОС**. Становлення топографії пупкової вени у передплідів. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2021;20(2):35-41. DOI: 10.24061/1727-0847.20.2.2021.16. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання статті).*

2. **Забродська ОС**, Слободян ОМ. Особливості фетальної топографії пупкової вени. Клінічна та експериментальна патологія. 2024;4(90):51-6. DOI: 10.24061/1727-4338.XXIII.4.90.2024.07. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання статті).*

3. **Забродська ОС**. Особливості мікроанатомії пупкової вени в фетальному та ранньому неонатальному періодах онтогенезу. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2024;23(4):82-9. DOI: 10.24061/1727-0847.23.4.2024.72. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання статті).*

4. **Забродська ОС**. Особливості структурної організації пупкової вени в постнатальному періоді онтогенезу. Вісник проблем біології і медицини. 2025;1(176):411-8. DOI: 10.29254/2077-4214-2025-1-176-411-418. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання статті).*

Наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. **Zabrodska OS**, Slobodian OM, Protsak TV. Anatomical and functional changes in the structure of the liver in accordance with ontogenetic features. В зб.:

матер. науково-практичної конференції з міжнародною участю «Природничі читання». 2021. Червень 24-26; Братислава; с. 9-10. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

6. **Zabrodska OS**, Slobodian OM. Age aspects of studying the anatomical structures of the umbilical vein. В зб.: матер. п'ятої всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Теорія та практика сучасної морфології». 2021. Жовтень 20-22; Дніпро; с. 40-1. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

7. **Zabrodska OS**. Anatomical aspects of the umbilical vein study. В зб.: матер. 103-ї підсумкової науково-практичної конференції з міжнародною участю професорсько-викладацького персоналу Буковинського державного медичного університету. 2022. Лютий 07, 09, 14; Чернівці; с. 20-1. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

8. Slobodian OM, **Zabrodska OS**. Features of the topography of umbilical vein. В зб.: матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвячена 100-річчю від дня народження професорки Вікторії Антонівни Малішевської «Прикладні питання сучасної морфології»; 2022. Березень 23-24; Чернівці; с. 75-6. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

Список праць, які додатково відображають наукові результати дисертації:

9. Слободян OM, **Забродська ОС**, Процак ТВ, Цуркан ІМ. Сучасні відомості про розвиток і становлення топографії пупкової вени. Вісник проблем біології і медицини. 2021;4(162):66-9. DOI: 10.29254/2077-4214-2021-4-162-66-69. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання статті).*

10. Слободян ОМ, **Забродська ОС**, Вацик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація. БДМУ, 2024. 112 с. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання монографії).*

11. **Zabrodska OS**, Slobodian OM. Features of ontogenetic transformations of the umbilical vein and its combinations. В зб.: матер. сьомої всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Теорія та практика сучасної морфології». 2023. Листопад 1-3; Дніпро; с. 31-2. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

12. **Zabrodska OS**. Features of anatomical formation of the umbilical vein in prefetuses. В зб.: матер. 104-ї підсумкової науково-практичної конференції з міжнародною участю професорсько-викладацького персоналу Буковинського державного медичного університету. 2023. Лютий 06, 08, 13; Чернівці; с. 19-20. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

13. **Zabrodska OS**, Slobodian OM. Umbilical vein: topographical features. В зб.: матер. Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Актуальні питання морфології» присвяченої 100-річчю від дня народження професора Лева Михайловича Личковського. 2024. Травень 17; Львів; с. 97-9. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

14. **Zabrodska OS**, Rak RO. Modern data about morphogenesis of umbilical vein. В зб.: матер. Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Тканинні реакції в нормі, експерименті та клініці» присвячена 100-річчю професора К. С. Кабака. 2024. Червень 13-14; Київ; с. 88-9. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОЗВИТОК ТА СТАНОВЛЕННЯ ТОПОГРАФІЇ ПУПКОВОЇ ВЕНИ ТА ЇЇ СПОЛУЧЕНЬ В ОНТОГЕНЕЗІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	24
1.1. Морфогенез припупкових вен	24
1.2. Розвиток та становлення топографії пупкової вени та її практичне значення	25
1.3. Анатомічні особливості ворітної системи печінки	33
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	50
2.1. Матеріал дослідження	50
2.2. Методи дослідження	52
2.2.1. Метод макроскопічного дослідження	53
2.2.2. Метод мікроскопічного дослідження	57
2.2.3. Метод рентгенологічного дослідження	57
2.2.4. Виготовлення топографо-анатомічних зрізів	58
2.2.5. Метод морфометрії	58
2.2.6. Метод статистичної обробки даних	59
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ПРЕНАТАЛЬНОГО РОЗВИТКУ І МАКРО-МІКРОАНАТОМІЇ ПУПКОВОЇ ВЕНИ ЛЮДИНИ	60
3.1. Особливості формування венозної системи печінки у зародків і передплідів людини	60
3.2. Особливості морфогенезу пупкової вени у другому триместрі внутрішньоутробного розвитку	65
3.3. Фетальна анатомія і особливості топографії пупкової вени у третьому триместрі внутрішньоутробного розвитку	86
РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПУПКОВОЇ ВЕНИ В ПОСТНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ	96
4.1. Морфологічні особливості пупкової вени в ранньому неонатальному періоді та грудному віці	96

4.2. Структурні перетворення пупкової вени в першому періоді зрілого віку	104
4.3. Особливості будови та структурної організації пупкової вени в другому періоді зрілого віку	112
4.4. Зміни структурної організації пупкової вени в старечому віці	118
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	130
ВИСНОВКИ	153
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	156
ДОДАТКИ	181

ВСТУП

Обґрунтування обраної теми дослідження.

В ембріогенезі людини відбувається різночасне дозрівання функціональних систем залежно від їхнього значення не тільки для виживання плода, але й для подальшого розвитку на етапах онтогенезу. Причому, формування деяких із цих систем відбувається за участю організму матері. Однією з перших функціональних систем, яка утворюється в зародка та починає функціонувати вже на 3-му тижні внутрішньоутробного розвитку, є система кровообігу. Як відомо [1-3], спочатку утворюється жовткова система, що функціонує дуже короткий час та змінюється плацентарним кровообігом, який зберігається до кінця пренатального періоду онтогенезу людини. Формування судинної сітки у фетальній частині плаценти відбувається одночасно з елементами, що забезпечують матково-плацентарний кровотік.

Особливостями кровообігу плода є те, що поживні речовини потрапляють у ворітну систему печінки з плаценти. При цьому плацентарна кров, багата на поживні речовини, надходить у печінку через пупкову вену і змішується з кров'ю ворітної системи. Деякі автори [4, 5] повідомляють, що на 6-му тижні внутрішньоутробного розвитку плацентарна кров все більшою мірою починає надходити до печінки по лівій пупковій вені. Закономірності редукції та інволюції пупкової вени є важливими для розуміння вікової морфології печінки та суміжних анатомічних структур [6-8]. У відділеннях інтенсивної терапії новонароджених широко використовується пупковий венозний катетер [9-12], для безпечного введення якого слід враховувати не тільки індивідуальні анатомо-фізіологічні особливості новонародженого, а й морфометричні характеристики пупкової вени, які суттєво варіюють [13-16]. Зазначимо, що наукові товариства, такі як Асоціація інфузійних медсестер

(INS) або Американська кардіологічна асоціація (AHA), включають серед своїх практичних рекомендацій вибір пупкового катетера для невідкладної допомоги неонатальному пацієнту в критичному стані. Для виявлення змін, пов'язаних з анатомічними варіаціями пупкової вени у новонароджених, які можуть обмежувати адекватне розміщення кінчика катетера вони рекомендують проводити ультразвуковий контроль [17, 18]. Попри широке клінічне використання катетеризації пупкової вени, її морфометричні параметри та вікова морфологія дотепер залишаються недостатньо вивченими [19].

Щорічна смертність від тяжких уроджених та набутих захворювань печінки в світі становить 4 % [20]. Передумови можливого виникнення фетальної судинної недостатності та ряд відхилень від норми у будові та топографії венозної системи людини, зокрема обструкція пуповини, незарощення венозної протоки в постнатальному онтогенезі тощо, можуть бути зрозумілими лише після всебічного вивчення вікових особливостей розвитку, синтопії і змін структурної організації пупкової вени.

Тому, вважаємо актуальним і своєчасним проведення дослідження щодо особливостей хронологічної послідовності розвитку та онтогенетичних перетворень пупкової вени, яке повністю відповідає запитам теоретичної та практичної медицини, оскільки сприятиме більш точній інтерпретації даних діагностичної медичної пре- і постнатальної візуалізації, ранньому виявленню і, відповідно, профілактиці вроджених аномалій венозної системи печінки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно плану наукових досліджень закладу вищої освіти Буковинського державного медичного університету і є фрагментом планової комплексної ініціативної науково-дослідної роботи кафедр анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії, анатомії людини імені М.Г. Туркевича «Закономірності статево-вікової будови та

топографоанатомічних перетворень органів і структур організму на пре- та постнатальному етапах онтогенезу. Особливості перинатальної анатомії та ембріотопографії» (№ держреєстрації 0120U101571). Авторка виконувала фрагмент, присвячений дослідженню вікових особливостей анатомії пупкової вени та її сполучень. Тема дисертаційної роботи затверджена Вченою радою Буковинського державного медичного університету МОЗ України 23 вересня 2021 р. (протокол № 2).

Мета дослідження: з'ясувати особливості хронологічної послідовності розвитку та становлення структурної організації і синтопії пупкової вени у різні періоди онтогенезу людини.

Завдання дослідження:

1. Дослідити формування судинного та секреторного компонентів печінки в пренатальному періоді онтогенезу людини.
2. З'ясувати топографо-анатомічні взаємовідношення пупкової вени з венозною протокою в плодів людини.
3. Виявити форми вікової та індивідуальної анатомічної мінливості пупкової вени у плодовому періоді людини.
4. Визначити типи з'єднань пупкової і ворітної печінкової вени у різні вікові періоди життя людини.
5. Встановити структурні перетворення пупкової вени в онтогенезі людини.
6. З урахуванням змін морфометричних параметрів пупкової вени в онтогенезі людини встановити періоди інтенсивного і сповільненого її розвитку.

Об'єкт дослідження: закономірності вікової морфології та діапазон анатомічної мінливості пупкової вени та її з'єднань.

Предмет дослідження: хронологічна послідовність часових перетворень пупкової вени та її з'єднань у зародків, передплодів, плодів, новонароджених, у дітей грудного віку, у людей зрілого та старечого віку.

Методи дослідження: 1) метод макроскопічного дослідження використано для визначення топографії пупкової вени, її довжини, діаметра та взаєморозташування із суміжними структурами, а також для встановлення її варіантної анатомії;

2) метод мікроскопічного дослідження – для з'ясування особливостей структурної організації і перебудови пупкової вени у пре- і постнатальному періодах онтогенезу людини;

3) метод рентгенографічного дослідження – для візуалізації анатомічних особливостей пупкової вени, оцінки її прохідності та можливих варіантів топографії;

4) виготовлення топографо-анатомічних зрізів – для визначення синтопії пупкової вени;

5) метод морфометрії – для встановлення морфометричних параметрів пупкової вени в пренатальному, ранньому і пізньому постнатальному періодах онтогенезу та визначення процесу ремоделювання судинної стінки з її подальшою інволюцією;

6) методи статистичної обробки даних – для виявлення взаємозв'язків параметрів пупкової вени з іншими параметрами (віком, масою, інволютивними змінами, розмірами дрібних гілок) (кореляційний аналіз) та створення математичних моделей (регресійний метод), діаграм і графіків з метою прогнозування вікової структурної організації в стінці пупкової вени.

Наукова новизна одержаних результатів.

Уперше за допомогою сучасних та класичних морфологічних методів проведено комплексне дослідження типової і варіантної анатомії пупкової вени та її з'єднань у пре- та постнатальному періодах онтогенезу. Встановлено особливості гістогенезу, будови і структурної перебудови пупкової вени впродовж онтогенезу людини.

Уперше визначено і систематизовано морфометричні показники пупкової вени у різні періоди онтогенезу людини, що дає можливість

простежити її онтогенетичні перетворення у процесі індивідуального розвитку. Уточнено вікові межі морфометричних параметрів пупкової вени, що дозволяє визначити критичні періоди її розвитку у перинатальному періоді та ранньому дитинстві. Виявлено закономірності редукції та трансформації пупкової вени після народження на круглу зв'язку печінки з поступовим зменшенням її розмірів. Запропоновано топографо-анатомічні орієнтири, які можуть бути використані при ультразвуковому дослідженні, у неонатології, та у судово-медичній експертизі. Вперше охарактеризовано анатомічну мінливість пупкової вени у межах однієї вікової групи, що може свідчити про адаптивні можливості цієї структури.

Практичне значення одержаних результатів.

Відповідно концепції Державної програми «Здорова дитина» на 2008-2017 рр., наказу МОЗ України № 52 від 02.02.2011 р. «Про затвердження Концепції подальшого розвитку перинатальної допомоги та плану реалізації заходів Концепції», у рамках Національного проєкту «Нове життя – нова якість охорони материнства та дитинства» та Державної програми переходу України з 01.01.2007 р. на міжнародну систему обліку і статистики (Наказ МОЗ України № 179 від 29.03.2006 р. «Про затвердження інструкції з визначення критеріїв перинатального періоду, живонародженості та мертвонародженості, порядку реєстрації живонароджених і мертвонароджених») результати дослідження можуть використовуватися в лабораторіях скринінгу морфологічного матеріалу для оцінки розвитку пупкової вени, ступеня її зрілості та прогнозування життєздатності, пренатальної діагностики відхилень від нормального розвитку та її корекції, а також з метою визначення терміну вагітності.

Отримані морфометричні дані (довжина, зовнішній діаметр) пупкової вени у різні вікові періоди можуть бути використані як показники норми для порівняння під час ультразвукового дослідження органів черевної порожнини у новонароджених та дітей раннього віку. Результати

дослідження можуть бути застосовані у неонатальній та дитячій хірургії, а саме: при катетеризації пупкової вени, для визначення оптимального діаметра катетера та глибини введення. Встановлені закономірності редукції пупкової вени мають значення для судово-медичної експертизи, особливо при визначенні віку плода або новонародженого за анатомічними характеристиками судини. Дані про індивідуальну варіабельність морфометричних показників дозволяють більш гнучко підходити до діагностики патологій розвитку пупкової вени, уникати хибнопозитивних діагнозів, пов'язаних із її варіантною анатомією. Одержані результати можуть пояснити особливості функціональної анатомії пупкової вени при деяких уроджених станах (в перинатології та дитячій хірургії), а також при захворюваннях печінки в гастроентерологічній практиці.

Отримані відомості про будову та морфогенез пупкової вени та її з'єднань є теоретичною основою для наступних експериментальних та порівняльно-анатомічних досліджень у клінічній та перинатальній анатомії. Особливості доступу до пупкової вени, реканалізації і введення катетера у її просвіт із урахуванням форм індивідуальної анатомічної мінливості висвітлені у монографії «Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація» (2024). Результати дослідження можуть бути використані під час видання посібників, атласів і монографій з ембріології, нормальної, клінічної анатомії, дитячої хірургії, судової медицини, загальної хірургії, анестезіології та гастроентерології.

Результати наукової роботи впроваджені в освітній процес та науково-дослідну роботу кафедр анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії Буковинського державного медичного університету МОЗ України; анатомії людини; оперативної хірургії та клінічної анатомії Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського; нормальної анатомії; оперативної хірургії з топографічною анатомією Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького; анатомії

людини Івано-Франківського національного медичного університету; анатомії з клінічною анатомією та оперативної хірургії Полтавського державного медичного університету; анатомії людини, клінічної анатомії та оперативної хірургії Дніпровського державного медичного університету МОЗ України; оперативної хірургії та клінічної анатомії Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова.

Особистий внесок здобувача.

Авторкою самостійно проаналізована доступна наукова література за темою дисертаційного дослідження. Сформульована ідея, визначена тема, складені план і робоча програма, відібраний матеріал для дослідження, виконані морфологічні дослідження. Особисто написані і проілюстровані всі розділи дисертації, проведена статистична обробка та аналіз одержаних результатів. Інтерпретація результатів, основні наукові положення і висновки сформульовані разом із науковим керівником. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, реалізовані ідеї здобувачки.

Апробація результатів дисертації.

Основні наукові положення дисертаційної роботи оприлюдненні на: науково-практичній конференції з міжнародною участю, присвяченій 100-річчю від дня народження професорки В.А. Малішевської «Прикладні питання сучасної морфології» (Чернівці, 23-24 березня 2022 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю, присвяченій пам'яті члена-кореспондента НАМН України, доктора медичних наук, професора Ю.Б. Чайковського «Тканинні реакції в нормі, експерименті та клініці» (Київ, 8-9 червня 2023 р.); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Природничі читання» (Братислава, Словачка Республіка, 24-26 червня 2021 р.); сьомій Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Теорія та практика сучасної морфології» (Дніпро, 1-3 листопада 2023 р.); науковій конференції з міжнародною участю «Актуальні питання морфології», присвяченої 100-

річчю від дня народження професора Лева Михайловича Личковського (Львів, 17 травня 2024 р.); 103-106 підсумкових наукових конференціях професорсько-викладацького персоналу Буковинського державного медичного університету (Чернівці, 2022-2025 рр.).

Публікації.

За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 14 наукових праць, зокрема 5 статей – у наукових фахових виданнях України, категорії «Б» (2 – одноосібні), 1 монографія, 8 публікацій – у матеріалах наукових форумів.

Структура та обсяг дисертації.

Матеріали дисертаційної роботи викладені на 193 сторінках друкованого тексту. Дисертація складається із анотацій, вступу, огляду літератури, матеріалу і методів дослідження, двох розділів власних досліджень, їх аналізу та узагальнення, висновків, списку використаної літератури, який налічує 181 джерело, додатків. Дисертаційна робота ілюстрована 64 рисунками та 10 таблицями. Бібліографічний опис джерел літератури та додатки викладено на 37 сторінках.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОЗВИТОК ТА СТАНОВЛЕННЯ ТОПОГРАФІЇ ПУПКОВОЇ ВЕНИ ТА ЇЇ СПОЛУЧЕНЬ В ОНТОГЕНЕЗІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Морфогенез припупкових вен

Припупкові вени товстостінні і мають подібну структуру до пупкової вени. Припупкові вени розташовуються навколо облітерованої пупкової вени і з'єднують ворітну печінкову вену або її ліву гілку з протоками верхніх і нижніх надчеревних вен в ділянці пупкового кільця [21]. Найпоширеніший дренаж припупкових вен – через епігастральні вени в зовнішні клубові вени. Разом вони утворюють додаткову ворітну систему, яка обмежена між оболонками серпоподібної зв'язки та сполучається з венами передньої черевної стінки. Ці складові утворюють висхідний ряд, а саме вени Burow, пупкову вену, нижню і верхню вени Sarrey. Основний канал нижніх вен Sarrey може бути залишком правої пупкової вени, оскільки він сполучається з оболонкою правого прямого м'яза живота і часто безпосередньо сполучається з ворітною системою печінки в правій частці печінки [22].

Верхня вена Sarrey дрениє верхню частину серпоподібної зв'язки і присередню частину діафрагми і впадає в периферійні ворітні гілки лівої частки печінки; вона також сполучається з гілками верхньої надчеревної або внутрішньої грудної вен. Нижня вена Sarrey [23] дрениє нижню частину серпоподібної зв'язки і входить у периферійні ворітні гілки лівої частки печінки; вона опускається по круглій печінковій зв'язці і сполучається з гілками нижніх надчеревних вен навколо пупка. Вена Burow [24] є третьою веною навколо серпоподібної зв'язки, але вона не входить безпосередньо в печінку. Однак вона закінчується в середній частині облітерованої пупкової

вени, хоча між нею та нижньою веною Saprey присутні невеликі сполучні гілки, а саме інтеркалярні (вставлені) вени.

Вагоме значення пупкова вена та припупкові вени [25] мають в клінічній медицині. Припупкові вени стають помітними та більш відкритими під час портальної гіпертензії, коли ворітна печінкова вена, дренуючи шлунково-кишковий тракт, наповнюється кров'ю, яка не може повністю потрапити в печінку. Якщо портальна гіпертензія добре виражена, припупкові вени утворюють каркас з наповнених кровоносних судин, що оточують пупок [26].

У літературі згадується [27] про чотири основні шляхи припупкових вен: тип 1 (63 %) представляє з'єднання припупкових вен із зовнішньою клубовою веною через нижню надчревну вену. У 2 типі (3,7 %) – припупкові вени з'єднуються з підшкірною веною через поверхневу надчревну вену [28]. У 3 типі (22,2 %) вена з'єднується з внутрішньою грудною веною через верхню надчревну вену. Тип 4 (11,1 %) є комбінацією типів 1 і 2.

1.2. Розвиток та становлення топографії пупкової вени та її практичне значення

У печінці плода розрізняють аферентну і еферентну венозні системи [29]. До аферентної системи належать пупкова вена, ворітна печінкова вена, ворітна пазуха і венозна протока. Еферентну частину складають печінкові вени. Обидві системи розташовані в каудальній (задній) і краніальній (передній) частинах печінки. Венозна протока вважається колектором між аферентною та еферентною частинами. У свою чергу, ліва ворітна печінкова вена є виокремленою ланкою між пуповинним і ворітним кровотоками.

Жовткова венозна система [30] досягає первинної печінки у вигляді двох парних вен (правої та лівої), розгалужується в печінкових синусоїдах, а потім зливається, пронизує поперечну перегородку (первинну діафрагму) і

впадає у венозну пазуху (первинний серцевий). Ці дві жовткові вени сполучаються через три передпечінкові анастомози [31] навколо дванадцятипалої кишки, що розвивається (краніально-вентральний, дорсальний і каудально-вентральний).

З часом відбувається селективна інволюція, захоплюючи каудальний відділ правої жовткової вени, краніальну частину лівої жовткової вени та каудально-вентральний анастомоз [32]. Дорсальний і краніально-вентральний анастомози зберігаються і дають початок головній і лівій ворітній печінковій вені. Спочатку парні пупкові вени простягаються латеральніше жовткових, а також пронизують поперечну перегородку і впадають у венозну пазуху [33]. Поступово з розвитком печінки пупкові вени фрагментуються і з'єднуються з печінковими синусоїдами. З часом також відбувається вибіркова інволюція правої пупкової вени та краніальної частини лівої пупкової вени.

Припупкові вени представлені парними судинами, які прямують по черевному стебельцю, а далі по бічних стінках тіла зародка і впадають у венозну пазуху [34]. Унаслідок цього відбувається зрощення між пупковою веною та судинною системою печінки. Пупкова вена обгорнена волокнистою тканиною, яка є спільним футляром для розгалуження печінкової артерії і жовчних проток. Пупкова вена здебільшого має прямолінійний напрямок і дуже рідко утворює дугу з лівобічною опуклістю. Наголошується, що пупкова вена конусоподібної форми, якої ширший кінець розміщується біля місця розгалуження. Довжина та зовнішній діаметр печінкової частини пупкової вени впродовж плодового періоду збільшується нерівномірно і найбільш інтенсивні зміни спостерігаються з 5-го до 7-го місяців і далі зовнішній діаметр поступово зменшується. На момент народження пупкова вена набуває циліндричної форми. Сьогодні немає достовірної інформації щодо закономірності змін зовнішнього діаметра пупкової вени тощо.

У нормі пупкова вена знаходиться в положенні «12 години за годинниковою стрілкою», обличчям до пупка плоду, її можна розпізнати за

тоншою стінкою та більшим просвітом порівняно з артеріями. Кров, що тече через пупкову вену, надходить до плоду через пупкове кільце і проходить через венозну протоку перед тим, як увійти в нижню порожнисту вену [35].

Залишок лівої пупкової вени [36] краніально роздвоюється, утворюючи два нових сполучення: одне з нижньою порожнистою веною через венозну протоку, що переносить збагачену киснем кров від плаценти безпосередньо до плоду; і інше з лівою ворітною печінковою веною, живлячи безпосередньо печінку. Після народження венозна протока і ліва пупкова вена піддаються інволюції та перетворюються на венозну зв'язку і круглу печінкову зв'язку відповідно.

N. Kumar [37] описує, що жовткова та пупкова вена впадають у системний венозну пазуху з кожного боку через загальний вхід – гепатокардіальний канал. Під час розширення в поперечну перегородку на 12 стадії Карнегі [38] зачаток печінки розвивається у вигляді двох дорсолатеральних часток або «крил» і однієї вентромедіальної частки з воріт печінки на перетині цих часток. Кожна дорсолатеральна частка охоплює жовткову вену під час проходження 13-ї стадії ембріогенезу Карнегі, а вентромедіальна частка – обидві пупкові вени під час 14 стадії, але обидві венозні системи залишаються лише тимчасово ідентифікованими в печінці. Домінування лівої пупкової вени та зміщення синопередсердного з'єднання вправо спричиняють *de novo* розвиток шунтів зліва направо між лівою пупковою веною в воротах печінки та правим гепатокардіальним каналом (венозною протокою) і правою жовтковою лінією й одноіменної вени (ворітної пазухи) відповідно. Після формування цих шунтів ворітні гілки розвиваються з внутрішньопечінкових частин ворітної печінкової вени справа та пупкової вени зліва [39]. Жовчний міхур є надійним маркером цієї середньої лінії судин печінки.

У своїх дослідженнях B. Nasser та інші [40] ідентифікували широке L-подібне венозне впадіння на кінці пупкової вени, що називається ворітною

пазухою. Вона з'єднувалась з правою та лівою частками печінки завдяки правій та лівій ворітними печінковими венами відповідно. Ворітна печінкова вена впадала в ворітну пазуху безпосередньо перед початком правої ворітної печінкової вени. Венозна протока, пряма судина, і бере початок від ворітної пазухи і різко піднімається краніально в напрямку діафрагми. Численні дрібні судини, що дренують печінку, сходяться в три магістральні печінкові вени, які відкриваються в піддіафрагмовий присінок.

За даними S. Kamupira [41], під час проходження пупкової вени через пупок у товстій стінці екстраабдомінального сегмента даної вени відбуваються структурні зміни, унаслідок чого компоненти інтраабдомінального сегмента набувають переважно поздовжнього напрямку та розташовуються у фіброзно-еластичній та фіброзно-м'язовій ділянках. Просвіт вени значною мірою облітерується через асиметричну проліферацію пухкої субендотеліальної сполучної тканини. Останній утворює нову внутрішню ділянку, всередині якої невеликий сегмент просвіту зберігається в ексцентричному положенні [42]. По такому залишковому просвіті тече кров до ворітної системи з припупкових і системних джерел та зберігається у верхній частині вени навіть у літньому віці. Подібний процес закриття просвіту спостерігається і у венозній протоці.

У ранньому дитинстві руйнується нижня третина вени, завдяки жировій інфільтрації, що призводить до її повного поділу на судинні фіброзно-еластичні тяжі, а в літньому віці – незначна деструкція відбувається в крайній частині стінки верхніх двох третин [43].

J. Dauvillée [44] доводить, що пупкова вена проходить у краніальному напрямку від точки входу в черевну порожнину плода, приєднуючись до L-подібної ворітної печінкової вени, місця злиття судин, яке є основним сегментом лівої ворітної печінкової вени. Від неї виходять три гілки: дві зліва – нижня і верхня гілки, і одна справа – присередня гілка. Потім ліва ворітна печінкова вена прямує різко вправо. Після появи венозної пазухи,

сполучення основного стовбура ворітна печінкова вена з лівою ворітною печінковою веною визначає точку, в якій дана судина стає правою ворітною печінковою веною, що дає початок її передній і задній гілкам.

Пупкова вена перед тим як ввійти в печінку біфуркаційно поділяється під гострим кутом на дві великі гілки: одна з яких є венозною протокою, оминаючи печінку та впадає в нижню порожнисту, а інша – в ліву гілку ворітної печінкової вени, попередньо утворюючи розширення – пупково-ворітний перехід або пупкове заглиблення. Найбільш широкий просвіт пупкова вена має в місці пупкового заглиблення, зовнішній діаметр якого становить до 7,0-10,0 мм [45].

Пупкова вена дорослої здорової людини облітерована [46]. Просвіт пупкової вени зберігається лише у верхній її частині, в ділянці пупкового заглиблення. Однак дану структуру можна розбуджувати на всьому протязі з метою виконання позаочеревинної черезпупкової портогепатографії [47] і черезпупкової манометрії для діагностики синдрому портальної гіпертензії, а також для інфузійної терапії як шлях доступу до ворітної печінкової вени.

Пупкова вена має три сегменти: верхній, нижній та середній, і кожен з них має ряд своїх особливостей. Верхній сегмент розміщується всередині щілини круглої печінкової зв'язки на її нутрощевій поверхні. Здебільшого ця частина не є облітерованою на всьому протязі (85-90 %) і навіть містить кров. Середній сегмент пупкової вени розташовується в ділянці від вільного краю печінки до місця розгалуження на окремі гілки, які радіально відходять та проникають в задню стінку піхви прямого м'яза живота і стають облітерованими. Нижній сегмент пупкової вени є найдовшим і може становити половину довжини всієї вени [48].

Мікроскопічно пупкова вена має загальний план будови вен зі середнім розвитком м'язового шару [49]. Внутрішня оболонка пупкової вени має добре виражений підендотеліальний шар, представлений пухкою волокнистою сполучною тканиною. Середня оболонка представлена

циркулярними гладком'язовими клітинами, між якими знаходиться велика кількість колагенових та еластичних волокон. Незважаючи на процес облітерації, просвіт пупкової вени зберігається на всьому протязі судини, але її облітерація виражена по різному [50].

Загальноприйнято вважається, що після народження пупкова вена облітерується. У нормі цьому процесу піддається саме права пупкова вена, а ліва за даними вітчизняної та світової літератури, не зазнає регресу. З'являється питання про подальше майбутнє лівої гілки пупкової вени. Тим не менше, нами не знайдено жодного джерела, яке б підтверджувало власне сам процес облітерації в даній структурі, а є лише припущення та теорії щодо облітерації. По-перше, брак сучасних наукових даних підштовхує замислитись чи це справді облітерація, чи це інший фізіологічний процес. По-друге, припускаючи дане явище, не знайдено жодної інформації про точний термін настання облітерації. По-третє, не знайдено наукових повідомлень, які б обґрунтували природу і закономірності облітерації в тому чи іншому випадку [50].

Так, одні автори вважають, що після народження та припинення плацентарного кровообігу починається поступова фіброзна інволюція пупкової вени та пупкових артерій [51]. Рух крові в цих судинах припиняється, звичайно, відразу після перев'язки пупкового канатика, але облітерація їх просвіту відбувається, ймовірно, через 3-5 тижнів, а окремі ділянки цих судин можуть зберігати просвіт ще довше. Зрештою, ці судини перетворюються на фіброзні тяжі [52].

Тривалий час вважалося, що прохідність пупкової вени зберігається лише у центральній частині, що сполучається з печінкою за допомогою так званого залишкового каналу – rest canal. Існування його підтримується кровотоком у зв'язку з наявністю анастомозів між венами передньої черевної стінки та пупкової вени [53, 54].

Інші дані вказують [55], що при середній довжині пупкової вени, яка дорівнює 19,0 см, необлітерована (прохідна) частина її дорівнює 8,5 см. Також, імовірно, що повна облітерація пупкової вени відбувається лише у ділянці пупкового кільця.

Після пересічення пуповини внутрішньочеревна частина пупкової вени скорочується по довжині, особливо середня оболонка, захоплюючи за собою внутрішню оболонку, тоді як зовнішня адвентиційна оболонка залишається прикріпленою до країв пупкового кільця [56]. Форма вени змінюється, проксимальна частина з порожнистої трубки перетворюється на один або кілька сполучнотканинних тяжів [57].

У дітей просвіт пупкової вени зберігається на всьому протязі, за винятком ділянки, яка становить 2,0-4,0 см, що прилягає до пупкового кільця, де настає повна облітерація. У дорослих дистальний кінець пупкової вени віддалений від пупкового кільця на 0,8-4,0 см вище, далі продовжується ділянка пупкової вени з відкритим повним просвітом, але в нормі не функціонує. Хоча, до глибокої старості прохідна частина зберігає судинну будову [58].

Інші джерела вказують, що пупкова вена починає облітерувати приблизно на 4-му тижні вагітності та повністю або частково облітерується на 7-му тижні [59].

Цікавим є факт, що різними авторами було запропоновано метод черезпупкової портогепатографії, оскільки була виявлена можливість прямого ходу інструментом в необлітеровану частину пупкової вени, яка розташовується екстраперитонеально і впадає в ліву гілку ворітної печінкової вени (98 %) або безпосередньо в основний стовбур ворітної печінкової вени (2 %) [60].

У методології внутрішньопортальних інфузій слід враховувати той факт, що в ділянці переходу пупкової вени у ворітну печінкову вену має місце потовщення стінки, яке значно звужує її просвіт [61]. У цій ділянці під

час введення катетера виявляється опір, який необхідно пройти, доклавши певного зусилля.

У плані оптимізації внутрішньопортальних інфузій вагомий інтерес представляє ступінь облітерації пупкової вени на різних її ділянках та у віковому аспекті [62, 63]. З цією метою ряд авторів проводили гістологічні дослідження зрізів пупкової вени на відстані 2,0 та 8,0 см від місця впадіння у ворітну печінкову вену [64].

У літньому та старечому віці [65] відбувається тотальна облітерація пупкової вени, і її катетеризація пов'язана із технічними труднощами і в деяких випадках може бути не можливою. Наприклад, вік старше 70 років є відносним протипоказанням для катетеризації пупкової вени внаслідок її тотальної облітерації та рубцевої трансформації [66, 67].

Також існують поодинокі дані щодо походження та механізми облітерації пупкової вени. Так, є теорія фіброзного перетворення залишку пупкової вени, спадіння її, утворюючи вузьку щілину (при цьому просвіт не повністю облітерований) та теорія тромбозу [68]. Вищезгадані явища важко вважати достовірними, оскільки досі немає достатньо переконливих фактів.

У літературі [69] повідомляється про випадки необлітерованої правої пупкової вени. При гістологічному дослідженні фетальна сторона пуповини мала дві артерії та дві вени, а плацентарна сторона мала дві артерії та одну вену. Даний випадок слід розглядати як аномальний хід ембріогенезу пупкової вени та її сполучень [70, 71].

За даними сучасних морфологічних досліджень [72, 73], структура пупкової вени змінюється впродовж внутрішньоутробного періоду, що впливає на її адаптаційні можливості. Проведені дослідження [74] вказують, на важливість стану пупкової вени для оцінки плацентарної перфузії, що є критичним показником стану плода. Крім того, доплерографія пупкової вени дозволяє виявити можливі порушення кровотоку та прогнозувати розвиток ускладнень вагітності [75, 76].

Катетеризація пупкової вени є важливою процедурою в неонатальній медицині, що використовується для надання швидкого судинного доступу у новонароджених. Вона дозволяє здійснювати інфузійну терапію, введення лікарських засобів та забори крові для лабораторних досліджень. Метод є альтернативою периферійному венозному доступу, особливо у випадках, коли периферійні вени тяжкодоступні або вимагають тривалого використання венозного катетера [77-80].

У сучасних дослідженнях обговорюються альтернативні методи катетеризації у неонатології, такі як периферійно введені центральні катетери, які можуть знижувати ризик інфекцій та ускладнень, пов'язаних із пупковими катетерами [81, 82]. Майбутні дослідження спрямовані на визначення оптимального підходу до антибіотикопрофілактики при катетеризації, а також розробку нових матеріалів катетерів з антибактеріальним покриттям для зменшення ризику септичних ускладнень.

Катетеризація пупкової вени є важливим методом інтенсивної терапії у новонароджених. Проте її застосування потребує чітких показань, дотримання стерильності та контролю правильного введення катетера для мінімізації ускладнень. Літературні джерела підкреслюють необхідність подальших досліджень щодо оптимізації процедури та зниження ризиків. Важливим є впровадження новітніх технологій та алгоритмів безпеки для підвищення ефективності та зниження ускладнень при катетеризації пупкової вени.

1.3. Анатомічні особливості венозної системи печінки

Прийнято вважати, що ворітна печінкова вена починається на рівні верхньої межі II-го поперекового хребця, іноді на рівні тіла I-го поперекового хребця та прямує парамедіально праворуч від хребтового стовпа, допереду від нижньої порожнистої вени і проходить вгору та дещо праворуч позаду шийки підшлункової залози та верхньої частини дванадцятипалої кишки.

За даними В.М. Layton [83], ворітна печінкова вена розташовується в товщі печінково-дванадцятипалокишкової зв'язки позаду печінкової артерії та спільної жовчної протоки разом із лімфатичними вузлами, іншими судинами та нервами.

Чимало науковців підтверджують своїми дослідженнями, що система ворітної печінкової вени відводить кров від шлунково-кишкового тракту (крім нижнього відділу прямої кишки), селезінки, підшлункової залози та жовчного міхура до печінки. Ворітна печінкова вена є основною потужною судиною цієї системи, що визначається результатом злиття селезінкової та верхньої брижової вени, і впадає безпосередньо в печінку, забезпечуючи приблизно 75 % її кровотоку. Саме верхня брижова вена, селезінкова вена разом із нижньою брижовою веною вважаються коренем воріт печінки. Печінкова артерія забезпечує решту печінкового кровотоку. Потрапляючи в печінку, ворітна печінкова вена розгалужується і досягає синусоїдів, при цьому кров, що відходить вниз, спрямовується до центральної вени на рівні печінкової часточки, потім до дрібних печінкових вен і нижньої порожнистої вени [84, 85].

З ембріологічної точки зору, ворітна печінкова вена формується з 4-го по 12-й тиждень вагітності, розвиваючись із жовткової вени в тісному зв'язку з пупковою веною. З часом відбувається селективна інволюція венозної мережі з дорсальним і краніально-вентральним жовтковими анастомозами, що дають початок розгалуженню ворітної печінкової вени на ліву та праву гілки [86].

У нормі ворітна печінкова вена розташовується позаду ампули і горизонтальної частини дванадцятипалої кишки, оскільки ембріологічно походить від дорсального анастомозу жовткової вени. Однак, вкрай рідко виявляються випадки, коли ворітна печінкова вена розташовується попереду дванадцятипалої вени, і тоді має тісний зв'язок з тонкою кишкою і

вважається тяжким патологічним станом, оскільки супроводжується вродженою кишковою непрохідністю та іншими аномаліями розвитку [87].

Основою ворітної печінкової вени є товстий стовбур, середня довжина якого може сягати до 8,0 см і більше. Початковий відділ стовбура ворітної печінкової вени розташований позаду голівки підшлункової залози у її вирізці, а у 23 % випадків стовбур проходить крізь товщу цієї залози і з усіх сторін оточений її паренхімою. У таких випадках запальні та пухлинні захворювання підшлункової залози можуть призводити до компресії ворітної печінкової вени з розвитком підпечінкової портальної гіпертензії [88, 89]. Далі, ворітна печінкова вена під гострим кутом перехрещується з нижньою порожнистою веною і проходить між листками печінково-дванадцятипалокишкової зв'язки в дорсальному відділі її позаду спільної жовчної протоки та власної печінкової артерії [90]. У воротах печінки стовбур ворітної печінкової вени поділяється зазвичай на дві гілки – товсту праву і тоншу ліву, які прямують у відповідні частки печінки.

Від місця, де ворітна печінкова вена отримала свій початок, вона просувається у краніально-латеральному напрямку, таким чином простягається за верхньою частиною дванадцятипалої кишки, де і входить у печінково-дванадцятипалокишкову зв'язку. А через простір, утворений листками, проходить до воріт печінки. Свою назву вона одержала через те, що входить у ворота печінки.

Ворітна печінкова вена, а точніше її протилежні закінчення мають безліч капілярів, їх навіть можна назвати цілою мережею капілярів. У деяких дослідженнях описується декілька капілярних мереж. Одна з таких проходить безпосередньо в органах, що лежать в очеревині. Саме від них ворітна печінкова вена забирає кров [91, 92]. Інша капілярна мережа присутня всередині печінки, там же вона і перетворюється на печінкові вени. Отже, можна зробити висновок, що ворітна печінкова вена являє собою потужну магістраль, всередині якої кров рухається від органів очеревини,

потрапляючи у печінку, де проходить кілька стадій очищення від різних токсичних речовин, медикаментів тощо. А потім по мережі печінкових вен і по нижній порожнистій вені прямує до серця, тим самим продовжує процес кровообігу.

Цікавими є дослідження Z. Liu [93] щодо визначення довжини ворітної печінкової вени залежно від статі. Так, описується, що довжина ворітної печінкової вени залежно від віку у чоловіків змінювалася від мінімального значення у групі першого зрілого віку до максимального значення у осіб літнього віку, тоді як у жінок такої закономірності не простежувалося [94]. У дослідженнях вищенаведених авторів, вказується на більший діаметр і довжину ворітної печінкової вени у чоловіків, ніж у жінок. Відповідно до цих даних, середній діаметр стовбура ворітної печінкової вени був $9,2 \pm 2,3$ мм. у чоловіків та $8,6 \pm 1,9$ мм – у жінок. У свою чергу, науковець зазначає, що у жінок середні довжина і діаметр ворітної печінкової вени становила $64,8 \pm 7,5$ мм і $11,3 \pm 2,2$ мм відповідно. У той час як у чоловіків середня довжина та діаметр ворітної печінкової вени були $67,0 \pm 10,3$ мм та $12,2 \pm 2,3$ мм відповідно [95].

Ворітна печінкова вена розвивається з жовткової вени (пупково-брижова вена), однієї з трьох основних венозних систем ембріона (разом з пупковою та кардинальною венами). На 5-му тижні внутрішньоутробного розвитку права та ліва жовткова вена утворюють розгалужене венозне сплетення навколо дванадцятипалої кишки, що складається з двох компонентів, які розташовуються вентрально по відношенню до дванадцятипалої кишки та одного компонента, який розташований дорсально до неї, а потім закінчується у венозній пазусі [96]. До 10-го тижня селективна інволюція частин цього венозного сплетення дає початок ворітної печінкової вени дорослого організму. Головний стовбур цієї судини відходить від лівої жовткової вени та дорсальних анастомозів, права ворітна печінкова вена – від правої жовткової вени, а ліва – від лівої жовткової вени та вентральних

анастомозів. Відхилення в розвитку і вибіркова інволюція цього венозного сплетення призводять до численних варіацій ворітної печінкової вени.

Типове розгалуження ворітної печінкової вени виявляється у 65 % осіб у загальній популяції [97]. За нормальної анатомії, як правило, селезінкова вена з'єднується з верхньою брижовою веною позаду від шийки підшлункової залози, утворюючи ворітну печінкову вену, яка піднімається вгору у межах печінково-дванадцятипалокишкової зв'язки, позаду від печінкової артерії, у напрямку до пупкової вени, де вона поділяється на праву і ліву ворітні печінкові вени [98].

За твердженнями Н. Зуо [99], частіше всього (86 %) стовбур ворітної печінкової вени розгалуджується на дві гілки (ліву і праву), що прямують до лівої та правої часток печінки (часточкові вени). Кут поділу ворітної печінкової вени на праву та ліву – різноманітний і становить від 45-115°. Можна стверджувати, що цей кут залежить від тілобудови людини. Наприклад, при брахіморфній будові – 85-105°, мезоморфній будові – 80-115°, доліхоморфній становить 45-100°. Додаткові притоки ворітної печінкової вени включають ліву та праву шлункові вени, міхурові вени та припупкові вени Suprey. Нижня брижова вена має більшу варіабельність, приєднуючись до селезінкової вени (40 %), верхньої брижової вени (40 %) або місця злиття (конфлюєнс) двох зазначених вен (20 %).

S. Shankar [100] наголошує, що поширені моделі варіантів будови включають трифуркацію основного стовбура ворітної печінкової вени, права задня сегментарна гілка, що відходить від ворітної печінкової вени і права передня сегментарна гілка, що відходить від лівої ворітної печінкової вени. Окремі сегментарні гілки, що виникають далеко від їх звичайної точки походження, також є поширеними варіантами. Науковець описує, що у випадку трифуркації ворітної печінкової вени, права парамедіанна гілка відходить від біфуркації основного стовбура ворітної печінкової вени і

розташовувалась в товщі паренхіми печінки, ніж при типовому її розгалуженні.

Інші варіанти розгалуження спостерігаються рідше, оскільки ліва ворітна печінкова вена виникає з правої передньої сегментарної гілки, і деякі серйозні морфологічні аномалії, такі як подвоєння ворітної печінкової вени і відсутність розгалуження її, дуже рідкісні [101]. Так, з лівої ворітної печінкової вени по ходу її основного стовбура зазвичай беруть початок лише сегментарні гілки. Хоча в трьох випадках (3,3 %) спостерігалось зміщення справа наліво початку ворітної печінкової вени правого парамедіанного сектора – на ліву ворітну печінкову вену. Ліва гілка поділяється на секторні вени в борозні пупкової вени [102]. Саме тут в межах лівого латерального сектора (так званий II сегмент) починається ворітна печінкова вена. Також в 13,3 % випадках, спостерігалось, що з внутрішньої сторони вени парамедіанного лівого сектора беруть початок 1-2 гілки ворітної печінкової вени, які прямують до IV сегмента, а в 86,7 % випадків – від 3 до 5 гілок [103].

Цікавим фактом є, що ворітна печінкова вена парамедіанного лівого сектора знаходиться в борозні пупкової вени і в 80 % випадках закінчується сліпо або кишениподібним розширенням. Спостереження авторів доводять, що за наявності такого закінчення ворітна печінкова вена, її гілки до III сегмента відходять до зовнішньої, а IV сегмента – до внутрішньої сторони ворітної печінкової вени [104].

Кількість сегментарних гілок і локалізація їх початку впливає на ширину глісонової ніжки сегмента. Відзначається закономірність: в III сегменті глісонова ніжка вузька, а в IV сегменті – широка.

Ряд авторів [105, 106] досліджували гілки ворітної печінкової вени залежно від особливих форм печінки. При довгастій формі печінки (часто спостерігається в новонароджених та дітей раннього грудного віку), передні сегментарні гілки III, IV, V та VI сегментів – множинні. У печінці трикутної

форми (характерна для дорослих осіб) передні сегментарні гілки ворітної печінкової вени III, IV, V та VI сегментів є довшими, чим задні гілки, і прямують від воріт печінки вперед до переднього та передньобічного краю печінки. При овальній формі печінки передні сегментарні гілки III, IV, V та VI сегментів були довгими, а передня гілка лівої частки III сегмента – короткі.

Глибина залягання сегментарних гілок [107] ворітної печінкової вени в правій частці печінки від її нутрощевої поверхні в дорослих становить 1,5-3,5 см, а в новонароджених 1,0-2,0 см. Деякі джерела свідчать, що за певними умовами у системі ворітної печінкової вени людини можливий двійний потік крові із вибіркоким зв'язком селезінки з лівою часткою печінки.

Існує декілька типів утворення печінкових вен та гілок ворітної печінкової вени. У літературі [108] виділяється три основних типи: магістральний, розсипний, змішаний. Магістральна форма включає розгалуження печінкових вен на 14 гілок та розгалуження ворітної печінкової вени на 2 магістральні гілки (ліву і праву). У даному випадку судина має довгий основний стовбур і в нього в 95 % випадках під гострим кутом впадають інші вени. Розсипна форма вміщує впадіння близько 40 печінкових вен та 49 дрібних гілок, які походять від ворітної печінкової вени. Більшість великих гілок зливаються між собою під гострим кутом і утворюють основний стовбур, який за розміром є набагато коротшим, ніж при вищезгаданій формі. Змішана форма характеризується наявністю 4 вен, на які поділились печінкові вени та 4 вен, які є гілками ворітної печінкової вени.

Цікаво, що магістральна будова судин здебільшого спостерігається в правій печінковій вені лише в 9 випадках, в лівій в 3 випадках, в середній – 2, у ворітній печінковій вені лише в 2 випадках [109].

Деякі автори [110, 111] виділяють середню частку печінки, для того, щоб описати так звану середню гілку ворітної печінкової вени, чи власну (або гілка у вигляді другого лівого чи правого стовбура, який прямує до

середньої частки). Саме тому для більш точного опису впадіння середньої гілки варто виділяти поняття середньої частки печінки.

Р. Kumar [112] із діагностичною та лікувальною метою, в своїх дослідженнях виділяє 5 типів розгалуження ворітної печінкової вени. 1-й тип: традиційне розгалуження – головний стовбур ворітної печінкової вени, що розгалужується на праву та ліву вени. Далі права розгалужується на передню гілку, що кровопостачає V і VIII сегменти печінки, і задню гілку, що постачає V і VII сегменти печінки. 2-й тип: трифуркаційне розгалуження – головний стовбур ворітної печінкової вени потроюється: відбувається розгалуження на ліву ворітну печінкову вену, праву передню, що кровопостачають V і VIII сегменти печінки, і праву задню ворітну печінкову вену, що живлять VI і VII сегменти печінки на тому самому передньо-задньому рівні. 3-й тип: раннє розгалуження – перша гілка ворітної печінкової вени, що відходить від її основного стовбура, є правою задньою сегментарною гілкою, що живить VI і VII сегменти печінки. За межами цієї гілки, ліва ворітна печінкова вена, що живить ліву частку печінки, і права передня вена, що живить V і VIII сегменти печінки поділяються на одному рівні. 4-й тип: окреме розгалуження сегмента VII – права ворітна печінкова вена розгалужується на дві судини – одну більшу, що кровопостачає V, VI і VIII сегменти печінки, і меншу судину, що кровопостачає лише VII сегмент печінки – позаду лівої ворітної печінкової вени, яка бере свій початок від основного стовбура ворітної печінкової вени. 5-й тип: окреме розгалуження сегмента VI – права ворітна печінкова вена розгалужується на дві судини – одна забезпечує кров'ю лише VI сегмент печінки, а інша гілка живить V, VII і VIII сегменти печінки, які відповідно проходять позаду лівої ворітної печінкової вени, що починається від її основного стовбура.

У літературі [113] також описується так званий Z-тип анатомії ворітної печінкової вени, у якому права задня ворітна печінкова вена є першою від її

головного стовбура, а ліва ворітна печінкова вена є кінцевою гілкою, що виникає після початку правої передньої ворітної печінкової вени.

У поодиноких джерелах описується про відсутність біфуркації ворітної печінкової вени. Це явище вважається рідкісним варіантом її анатомії. Хоча деякі автори вважають це аномалією основного стовбура ворітної печінкової вени. У даному випадку ворітна печінкова вена не поділяється на праву і ліву, натомість основний стовбур ворітної печінкової вени демонструє гілки, що розходяться до кожного відділу печінки. Це одне із перших досліджень, яке показує анатомічні характеристики та позиційні співвідношення між ворітною печінковою веною, печінковими венами та спільною жовчною протокою у кількох пацієнтів із відсутністю розгалуження ворітної печінкової вени [114].

Вважається, що відсутність типової біфуркації ворітної печінкової вени відображає невдале формування комунікації між каудальною частиною правої жовткової вени (майбутній основний стовбур ворітної печінкової вени) і лівою пупковою веною (майбутній вертикальний сегмент лівої ворітної печінкової вени). Ця комунікація зазвичай досягається впродовж 4-5-го тижня вагітності і стає горизонтальним сегментом лівої ворітної печінкової вени. У рідкісних випадках, коли цей зв'язок не вдається сформувати, з'являється інший венозний канал, який підтримує зв'язок між цими двома венами, що може призвести до формування зв'язку між ворітною печінковою веною та лівою пупковою веною через внутрішню частину печінки.

У дослідженнях В. Karmegaraj [115] було виявлено два типи пацієнтів, у яких ліва печінкова протока проходила або всередині печінки вздовж ворітної печінкової вени, або незалежно поза печінкою. Різницю в тенденції майбутньої топографії між ворітною печінковою веною і спільною жовчною протокою можна пояснити з ембріологічної точки зору. До 6-го тижня вагітності позапечінкова частина спільної жовчної протоки є чітко

вираженою трубчастою структурою, а жовчний епітелій, що оточує ворітну печінкову вену, росте вздовж вени до периферії часток. Уздовж осі майбутньої протоки, пластинка протоки утворює невеликі люмінальні сфери, які поступово з'єднуються між собою, подовжуючи протоку.

Атипові варіанти архітекτονіки ворітної печінкової вени трапляються у 20-35 % людей. Більшість цих варіантів формування ворітної печінкової вени пов'язані з видозміненим впадінням нижньої порожнистої вени. Класично вона впадає в селезінкову вену, але також вона може впадати у верхню брижову вену, або формувати конфлюєнс (впадіння) безпосередньо з ворітною печінковою веною [116].

Сучасній науці відомі випадки про аномальні види галуження ворітної печінкової вени. Мова йде про вроджені ворітні шунти. Це аномальні зв'язки між ворітною печінковою веною та іншими венозними системами (портосистемні шунти) або між ворітною печінковою веною і печінковою артерією (артеріопортальні шунти). Уроджені внутрішньопечінкові портосистемні шунти виявляються рідко, і їх патогенез залишається незрозумілим. Цікаво, що вони частіше трапляються в правій частці печінки [117, 118]. Автор [119] розрізняє чотири типи таких розгалужень: 1-й – найпоширеніший тип – одна велика судина з'єднує праву ворітну печінкову вену з нижньою порожнистою веною; 2-й – дистальний шунт, локалізований в одному сегменті печінки, з одним або кількома зв'язками між гілками ворітної печінкової вени та інших печінкових вен; 3-й – ворітна печінкова вена та печінкові вени поєднуються у вигляді аневризми; 4-й – множинні сполучення між периферійною частиною ворітної печінкової вени та печінковими венами в кількох сегментах печінки.

Цікаво, що різноманітні нестандартні варіації ворітної печінкової вени за межами типів описаних О. Гриненко та Е. Pechriggl [120, 121] спостерігалися у 8 % випадків, причому найпоширенішою була біфуркація правої ворітної печінкової вени на окремі верхню та нижню гілки, що

кровопостачають VI-VII та V-VI сегменти печінки відповідно. Відмічалось, що в той час як права ворітна печінкова вена демонструє значні анатомічні варіації, аномалії лівої ворітної печінкової вени виявляються рідше, хоча існують деякі варіанти, такі як окремий хід гілки ворітної печінкової вени до IV сегмента печінки від основного стовбура ворітної печінкової вени.

B. Sozen в своїх працях згадує, що J. Abernethy вперше описав випадок природженої відсутності ворітної печінкової вени з портокавальним шунтом, відповідальним за відведення портальної венозної крові [122]. Пізніше, так звані вади Abernethy стали загальноприйнятою назвою вроджених позапечінкових портосистемних шунтів, і їх можна розділити на дві основні категорії: повне шунтування з повною відсутністю внутрішньопечінкового портального венозного кровотоку – тип I; та часткове шунтування з деяким збереженням печінкового портального венозного кровотоку – тип II.

D. Sherer та T. Cotter [123, 124] описують неоднозначну анатомію ворітної печінкової вени. Варіантну анатомію ворітної печінкової вени виявлено за допомогою кінематографічного відтворення КТ-ангіографії черевної порожнини у 47-річного чоловіка. Незважаючи на те, що в літературі було описано чимало анатомічних варіантів ворітної печінкової вени, про цей тип раніше в жодному із джерел не повідомлялося. У цьому випадку верхня брижова вена, яка з'єднує селезінкову вену та нижню брижову вену вгорі, утворюючи ворітну печінкову вену, є звивистою. Основний стовбур ворітної печінкової вени є довгим і звивистим, входить у печінку через передню поверхню правої частки печінки, де продовжується у праву ворітну печінкову вену. Ліва ворітна печінкова вена зменшується за калібром, з вогнищевими стенозами та сполучними гілками до правої ворітної печінкової вени.

A. Odibo [125] описує цікавий випадок атипової топографії ворітної печінкової вени. Вона проходить по правій зовнішній поверхні печінки і поділяється на часткові гілки, які самі проходять по поверхні печінки, а потім

поділяються на сегментарні гілки, які заглиблюються в паренхіму печінки. Печінкові вени проходять поза печінкою і поділяються на сегментарні гілки, пронизуючи паренхіму зі зовнішньої поверхні. Даний випадок варто розцінювати як варіант незвичайного розвитку ворітної печінкової вени, печінкових вен та положення дванадцятипалої кишки.

У літературі наводяться три основні варіанти переходу основного стовбура ворітної печінкової вени у ворітну пазуху. Наприклад, в своїх працях L. Alfaro-Cruz [126] описує, що у 67,3 % випадків – основний стовбур ворітної печінкової вени відавав ліву гілку у вигляді Т-подібного анастомоза «кінець в бік». Так, у 12,5 % спостереженнях розгалуження ворітної печінкової вени у вигляді Х-подібного анастомоза «бік в бік», а 14,4 % випадки описують дві судини, які проходять паралельно короткому сполучному сегменту (Н-подібний анастомоз). У решті 5,7 % випадків класифікація в одну з цих трьох груп була неможлива через проміжний тип морфології.

Обізнаність про структуру розгалуження ворітної печінкової вени важлива для точної інтерпретації результатів візуалізації під час планування операції на печінці (щоб гарантувати, що портална перфузія до майбутнього залишку печінки не порушується), трансплантації печінки (щоб уможливити відповідний вибір трансплантата, щоб уникнути складного анастомозу, який може поставити під загрозу трансплантат або залишкову печінку у живого донора), а також черезшкірні інтервенційні маніпуляції [127, 128].

Ворітну пазуху описують як широке L-подібне венозне впадіння на кінці пупкової вени [129]. Деякі результати досліджень вказують, що ворітна пазуха венозних гілок не приймає, має циліндричну форму і її діаметр дещо перевищує діаметр лівої часткової гілки ворітної печінкової вени. Ворітна пазуха з'єднується з правою та лівою частками печінки і правою та лівою внутрішньопечінковими гілками ворітної печінкової вени відповідно [130].

В одному із проведених досліджень J. Zhai [131], описував топографію ворітної пазухи, вивчаючи печінкові вени. За його спостереженнями, середня печінкова вена розташовується на межі між медіальними сегментами правої та лівої часток і проходить над ворітною пазухою, крізь хвостату печінку.

У літературі трапляються дані, що ворітна пазуха в поперечній борозні печінки розміщена глибше лівої часткової гілки ворітної печінкової вени та власної печінкової артерії [132, 133].

Венозна протока – це фізіологічний шунт, який дозволяє збагаченій киснем крові в пупковій вені обходити печінку, що є необхідним для нормального кровообігу плода [134, 135].

До нині з історії медицини нам відома венозна протока як аранцієва, що сполучає пупкову вену із нижньою порожнистою веною. Однак, нашу увагу привернула праця E. Gremen [136], який наводить переконливі історичні факти щодо відкриття та вивчення представленої структури. На думку вченого, називати венозну протоку в честь Аранція є хибним рішенням, оскільки ще за 3 роки до написання його праці, його вчитель Андреас Везалій вперше детально описав венозну протоку. А отже, має право на існування відповідна назва – венозна протока Везалія (*ductus venosus Vesalii*).

P. Fickert [137] наводить анатомічну схему ділянки пупкової вени, ворітної пазухи та венозної протоки із зазначенням двох різних моделей. Перший: венозна протока розташовується на одній осі з пупковою веною (22 випадки). Другий: пупкова вена повертається перед ворітною пазухою, утворюючи поворот вправо (4 випадки).

H. Mori [138] стверджує, що у перші тижні життя венозна протока зазвичай ще прохідна. Дану структуру необхідно вважати саме протокою і не сприймати помилково за патологічний портосистемний шунт.

Двошарова стінка венозної протоки містить еластичні, колагенові та ритикулярні (аргірофільні) волокна [139]. Виявлено навколо перешийка

ворітної протоки судини судин (*vasa vasorum*) і нерви судин (*nervi vasorum*). Специфічною анатомічною ознакою перешийка протоки було скупчення гладком'язових клітин у вигляді «подушки» внутрішньої оболонки, які виступали в просвіт судини. Двошарова стінка ворітної пазухи (внутрішня інтимальна та зовнішня адвентиційна) є внутрішньою еластичною мембраною [140].

У стінках виявлено гладком'язові клітини, і не візуалізовано сформованої середньої оболонки на терміні 20-40 тижнів вагітності. Однак, на відміну від пупкової вени, у венозній протоці виявлено численні гладком'язові пучки, які мають циркулярний хід [141]. У цьому дослідженні товщина протоки була постійно більшою на вході, ніж на виході. Зовнішня оболонка була товстішою в місці з'єднання з венозної протоки і нижньої порожнистої вени порівняно з частиною, розташованою в паренхімі печінки. Товщина стінки ворітної пазухи та пупкової вени була значно вищою, ніж товщина венозної протоки [142, 143]. Кут між венозною протокою і лівими гілками ворітної печінкової вени, переважно, був гострим, що відображає загальну закономірність архітекτονіки судинних сплетень [144, 145].

Останні публікації показують, що розподіл крові через венозну протоку особливо чутливий до змін тиску в пупковій вені, в'язкості крові та активної регуляції діаметра всієї венозної протоки [146]. Середня частка пуповинної крові, шунтованої через протоку, знижується з 30 % до 20 % упродовж другої половини вагітності людини, що вказує на те, що в цей період печінка плода має вищий пріоритет, ніж шунтування через венозну протоку [147]. Крім того, венозна протока відіграє роль як лінія передачі пульсових хвиль, що утворюються в серці, до пупкової вени. На ці хвилі, що відображають роботу серця, суттєво впливають місцеві варіації імпедансу та податливості.

Венозна протока та пупкова вена дегенерують впродовж перинатального періоду [148, 149]. Після пологів венозна протока закривається внаслідок підвищення серцевого тиску та зниження рівня

циркулюючих простагландинів [150]. Отвір венозної протоки звужується та закривається при народженні через зниження кровотоку та тиску через шунт. Постійне закриття цього шунта починається через кілька днів після пологів і закінчується через 1-3 місяці та заміщується сполучною тканиною. При народженні залишок венозної протоки поступово перетворюється на венозну зв'язку.

Існують суперечливі дані з попередніх досліджень щодо структури венозної протоки, особливо щодо наявності м'яза-замикача на вході венозної протоки. Так відповідно до досліджень останніх років, у гирлі венозної протоки є виступ, багатий на еластин, але позбавлений будь-яких ознак наявності гладкої мускулатури, яка притаманна м'язу-замикачу [151]. Перешийок венозної протоки над входним отвором був звужений, що надавало просвіту судини вигляд пісочного годинника. Ендотеліальна поверхня венозної протоки вище рівня входного отвору має поздовжні гофри по всій довжині. Поздовжньо розташовані еластинові волокна також спостерігалися вздовж всієї венозної протоки. По всій довжині венозної протоки був присутній один шар поздовжньо розташованих гладком'язових клітин, у цьому шарі виднілися окремі нервові клітини. Імовірно, це може сприяти прискоренню потоку з ворітної пазухи у високошвидкісну систему венозної протоки. Велика кількість еластинових волокон у зовнішній оболонці венозної протоки може сприяти антеградному поширенню хвилі за рахунок еластичної віддачі [152]. Це дослідження демонструє відсутність анатомічної ролі гладком'язових клітин в існуванні м'яза-замикача на вході у венозну протоку. Проте поєднання ендотеліальних складок та іннервованих гладких м'язів підтверджує гіпотезу про те, що венозна протока є активно регульованою судиною зі здатністю швидко змінювати діаметр по всій довжині у відповідь на певні подразники [153].

За даними А. Souka [154], анатомічні дані у тварин свідчать про наявність м'яза-замикача на рівні протокового перешийка, а його м'язова

активність представляє фізіопатологічну основу перерозподілу крові. Визначення подібної м'язової активності у плода людини є досить суперечливим через відсутність анатомічних доказів такої структури та спостережень розширення діаметра венозної протоки. Подібні дослідження вказують на імовірну роль дилатації перешийка венозної протоки у плодів із затримкою внутрішньоутробного розвитку як компенсаторного механізму, але у випадку здорових плодів, інформація відсутня.

Венозна протока, яка відіграє ключову роль в адаптації печінкової циркуляції до постнатальної метаболічної функції, не була повністю вивчена, а час і механізм закриття залишаються неясними. У дослідженні з використанням кінеангіографії повідомлялось про функціональне закриття венозної протоки приблизно через 10 хвилин після народження [155, 156]. Використовуючи гепатоангіографію, в інших дослідженнях було продемонстровано подібне функціональне закриття впродовж одного тижня після народження у 153 новонароджених. За іншими науковими повідомленнями відомо [157, 158], що венозна протока функціонально закривається незабаром після народження, але анатомічно вона не закривається впродовж 15-20 днів. Інші результати також показують, що венозна протока має тенденцію закриватися пізніше у новонароджених із меншим терміном гестації або меншою вагою при народженні.

Підсумок

Отже, сучасні відомості про морфо-функціональні особливості пупкової вени суперечливі, не систематизовані та поодинокі. Маловивченими залишаються питання особливостей судинної стінки пупкової вени. Через відсутність детальних даних про облітерацію пупкової вени існує необхідність в подальших дослідженнях пупкової вени як в пренатальному, так і в постнатальному періодах онтогенезу. Подальші дослідження в цій галузі сприятимуть вдосконаленню методів діагностики та

терапії, що базуються на особливостях цієї судини. У перспективі дослідження спрямовані на покращення безпеки катетеризації.

Результати розділу висвітлено в наукових працях дисертантки [169, 170, 174-176].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Матеріал дослідження

Для виконання дисертаційного дослідження використано 81 об'єкт: 51 зародок, передплід, плід людини, 5 новонароджених, 3 об'єкти грудного віку, 7 об'єктів першого періоду зрілого віку, 10 – другого періоду зрілого віку та 5 об'єктів старечого віку обох статей, без зовнішніх ознак анатомічних відхилень або аномалій та без явних макроскопічних відхилень від нормальної анатомії. Дослідження проведено на плодах на базі Обласного Комунального Некомерційного Підприємства «Чернівецьке Обласне Патологоанатомічне Бюро», м. Чернівці, а також «Обласного бюро судово-медичної експертизи» Департаменту охорони здоров'я Чернівецької обласної державної адміністрації. Крім цього, в дослідженні були використані об'єкти плодів та деякі органокомплекси з фондів кафедри анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії Буковинського державного медичного університету МОЗ України.

Розподіл матеріалу за віком проводили відповідно класифікації періодів онтогенезу людини періодизації внутрішньоутробного розвитку з врахуванням «Інструкції з визначення критерії перинатального періоду, живонародженості та мертвонародженості, затвердженої наказом № 179 МОЗ України від 29.03.2006 р [159]. Дане дослідження проведено відповідно до методичних рекомендацій «Дотримання етичних та законодавчих норм і вимог при виконанні наукових морфологічних досліджень» [160].

Кількісний та віковий склад об'єктів дослідження висвітлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Віковий та кількісний склад об'єктів дослідження

Вік об'єктів	Тім'яно-п'яткова довжина, ТПД (мм)	Кількість досліджених об'єктів
Зародки, передплоди		
IV-VI тижні	4,0-13,0 мм тім'яно-куприкової довжини	4
VII-XII тижні	14,0-80,0 мм тім'яно-куприкової довжини	6
Плоди		
4 місяці	165,0 – 200,0	6
5 місяців	201,0 – 250,0	7
6 місяців	251,0 – 300,0	6
7 місяців	301,0 – 350,0	7
8 місяців	351,0 – 400,0	5
9 місяців	401,0 – 450,0	5
10 місяців	451,0 – 500,0	5
Новонароджені		
	500,0 мм і більше	5
	Грудний вік	3
Зрілий вік		
I період зрілого віку		7
II період зрілого віку		10
Старечий вік		
		5
ВСЬОГО:		81

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) [161], 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.). У ході роботи та перевірки даного дослідження Комісією з питань біомедичної етики Буковинського державного медичного університету (протокол № 7 від 20.03.2025 р.) не було виявлено жодних порушень морально-правових норм.

2.2. Методи дослідження

Поєднання класичних та сучасних методів дозволяє отримати комплексну інформацію про морфо-функціональні особливості пупкової вени. Загальноприйняті методи закладають основу фундаментальних знань про морфологію, особливо пупкової вени. В той же час, сучасні методи дослідження дозволяють більш прицільно дослідити пупкову вену як в пренатальному, так і в постнатальному періодах онтогенезу. У даному випадку було використано наступні методи:

1) метод макроскопічного дослідження використано для визначення топографії пупкової вени, її довжини, діаметра та взаєморозташування із прилеглими структурами, а також для встановлення її варіантної анатомії;

2) метод мікроскопічного дослідження – для з'ясування особливостей структурної організації стінки пупкової вени (внутрішньої, середньої та зовнішньої оболонок із додатковими шарами) та вікових її перетворень (ембріональних та постнатальних);

3) метод рентгенографічного дослідження – для візуалізації анатомічних особливостей пупкової вени, оцінки її прохідності та можливих варіантів впадіння. Цей метод допомагає визначити функціональний стан пупкової вени та використання її для виконання маніпуляцій, таких як катетеризація пупкової вени в новонароджених;

4) виготовлення топографо-анатомічних зрізів – дозволяє визначити топографо-анатомічні особливості пупкової вени з іншими структурами печінки;

5) метод морфометрії – для встановлення морфометричних параметрів пупкової вени в пренатальному, ранньому і пізньому постнатальному періодах онтогенезу, а саме для визначення процесу ремоделювання судинної стінки і з її подальшою інволюцією;

6) методи статистичної обробки даних – для виявлення взаємозв'язків між параметрами пупкової вени та з іншими параметрами (віком, вагою, інволютивними змінами, розмірами дрібних гілок) (кореляційний аналіз) та створенням математичних моделей (регресійний метод), діаграм і графіків з метою прогнозування структурної організації в стінці судини та настання облітерації в перспективі (візуалізація отриманих даних). Даний метод є доказовим та надійним і допомагає підвищити репрезентативність обґрунтування проблематики дослідження та висновків.

2.2.1. Метод макроскопічного дослідження

Для виконання макропрепарування було використано фіксовані та свіжі об'єкти плодів, новонароджених та об'єкти першого, другого періоду зрілого та старечого віку. Безпосередньо перед дослідженням виконано вимірювання тім'яно-п'яткової довжини (ТПД) плодів і новонароджених для встановлення віку. Всі антропометричні параметри проводили за допомогою штангенциркуля та сантиметрової стрічки. Спочатку об'єкти дослідження фіксували в 5 % розчині формаліну впродовж 7 днів, а після цього використовували формалін в концентрації 10 % на 30 діб. Для проведення дослідження використано ряд інструментів для препарування: скальпель, ножиці анатомічні, пінцет анатомічний та хірургічний, препарувальні голки, затискачі, зонд, розчин для фіксації (формалін 5 %) та розчин для промивання (фізіологічний розчин), дистильована вода для зволоження.

У плодів проводили катетеризація пупкової вени через пупкове кільце, встановили і зафіксували катетер за допомогою лігатур. Після виконаної катетеризації проводили серединну лапаротомію, перев'язували нижню

порожнисту вену вище діафрагмової поверхні печінки та в місці злиття клубових вен. Через катетер в пупкову вену вводили харчову желатину, яка забарвлена синьою тушшю. Фіксували плоди впродовж 2-х тижнів в 7-10 % розчині формаліну залежно від розмірів об'єктів. Після фіксації, перетинаючи всі зв'язки печінки, починали препарування пупкової вени та її гілок з нутрощевої поверхні печінки, звертаючи особливу увагу на взаємовідношення її з суміжними структурами, занотовували, фотографували та замальовували. Окремі органокомплекси фіксували в 7-10 % розчині формаліну. На свіжих органокомплексах новонароджених та грудного віку визначали довжину та діаметр пупкової вени, фотографували.

Якщо печінка об'єкта фіксована, то її попередньо промивали фізіологічним розчином чи дистильованою водою, для того, щоб позбутися залишків фіксуючого розчину. Перед дослідженням, визначали основні анатомічні орієнтири печінки: ділянку печінки, що з'єднується з діафрагмою, зв'язки печінки, розташування воріт печінки (гілки печінкової артерії, ворітної печінкової вени та жовчовивідні шляхи). Перед початком препарування ми забезпечили чітке уявлення про макроскопічні орієнтири печінки, основні судини та найважливіше – пупкову вену. Для цього в плодів та новонароджених було знайдено пупкову щілину (пізніше – щілина круглої зв'язки печінки) та виділяли пупкову вену, а в зрілому і старчому віці виділяли саме круглу зв'язку печінки, яка містить залишки пупкової вени (рудиментарна структура). У випадку коли печінка об'єкта була не фіксована, то ми обережно її відділяли за допомогою скальпеля або анатомічних ножиць для того, щоб попередити пошкодження важливих анатомічних структур. За допомогою скальпеля виконано серединний розріз передньої частини печінки для максимального збереження основних судин та доступу до них. Пупкова вена (кругла зв'язка печінки) добре візуалізується, якщо відгорнути частину печінки, яка примикає.

У печінці людини розрізняють 2 великі частки: праву частку та ліву, а також менші за розмірами сегменти в межах кожної частки. Праву частку печінки можна виділити за допомогою скальпеля, виконавши розріз між правою і лівою часткою. Важливо, обережно відсікти тканини без пошкодження кровоносних судин. Ліву частку виокремлювали від правої за допомогою скальпеля, при цьому враховували наявність основних судин, таких як печінкова артерія і ворітна печінкова вена, які проходять через ці частки. Для більш детального дослідження печінки її поділено на сегменти, які зберігають свою функціональну та анатомічну цілісність (схема Куіно) [162]. Необхідно зазначити, що ліва частка печінки має більш дрібну структуру порівняно з правою. При препаруванні важливо звернути увагу на характер кровопостачання кожної частки та сегментів. Печінкові артерії, ворітна печінкова вена і жовчні протоки зазвичай розгалужуються в межах кожної частки. Для кожної з цих ділянок було виділено ці структури, перевіряючи їх взаємозв'язок з іншими судинами. Задній сегмент (відповідає хвостатій частці печінки і межує позаду із нижньою порожнистою веною, що відрізняє його від інших VII сегментів) знаходиться на верхній частині печінки, поблизу воріт. Цей сегмент було виокремлено, рухаючись вздовж центральної вени. За допомогою скальпеля виділено тканину навколо сегмента, беручи до уваги судину та ворота печінки. Надалі нумерацію інших сегментів буде здійснено проти годинникової стрілки. Сегмент II (лівий бічний задній) розташований спереду та дещо зліва від лівої печінкової вени і серпоподібної зв'язки. Для його виділення, розсікли тканину вздовж переднього краю печінки, звертаючи увагу на ворота печінки і підчеревні судини. В свою чергу, сегмент III (лівий бічний передній) розташовується знизу від ворітної печінкової вени і його можна виділити шляхом відсікання тканини між сегментами II і IV. Тобто сегмент знаходиться зліва зверху, а сегмент III розміщений знизу. Сегмент IV знаходиться між сегментами III і V (між лівою та середньою печінковими венами) і відповідає квадратній частці

печінки. Для його виділення, виконано розріз тканини між цими сегментами, обережно враховуючи наявність дрібних судин, які проходять через цей сегмент. Сегмент V (правий присередній передній) розташований спереду правої частки (сегменти V-VIII формують праву частку печінки), і його можна виділити, орієнтуючись на судини печінки: він розташований нижче ворітної печінкової вени, простягається між правою печінковою та середньою печінковою венами. Сегмент VI (правий бічний присередній) знаходиться в задній частині правої частки, нижче ворітної печінкової вени та праворуч від правої печінкової вени. Сегмент VII (правий бічний задній) можна виділити, відпрепаровуючи паренхіму між сегментами V і VI. Він є антагоністом сегмента VI і розташовується вище ворітної печінкової вени. Кінцевою ділянкою є сегмент VIII – правий присередній задній, який є найбільшим у правій частці. Його можна виділити, орієнтуючись на судини, що проходять у цьому сегменті. Розташовується вище ворітної печінкової вени та між середньою і правою печінковими венами. Важливим моментом було виокремлення судин і тканин, які належать кожному сегменту. Оцінено стан судин (їх діаметр, наявність кальцифікацій або тромбів чи інших змін). Виділення центральної вени кожного сегмента дозволило оцінити кровообіг і функціональну організацію тканини. Пупкова вена зазвичай проходить через печінку, де вона розгалужується, і частина її судин забезпечує кровопостачання до печінкових сегментів. Для виділення пупкової вени, виконано надріз в ділянці, де вона входить у печінку. Пупкова вена має яскраво виражений колір, і часто її можна легко виявити через наявність великої кількості крові. Використовуючи пінцет і препарувальні голки для більш деталізації пупкової вени було виокремлено її від прилеглих тканин, такі як сполучна тканина і дрібні судини. Після того як пупкова вена була виділена, її збережено для подальшого дослідження.

Анатомічні особливості структур печінки, її судин, зокрема пупкової вени, а також їх просторове взаємовідношення між собою фотографували

фотоапаратом (NIKON Z6 III kit 24-120mm). Для фотографування анатомічних об'єктів використовували безтіньовий медичний портативний освітлювач, який було розроблено співробітниками на базі кафедри анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії Буковинського державного медичного університету МОЗ України [163].

2.2.2. Метод мікроскопічного дослідження

Для встановлення особливостей структурної організації стінки пупкової вени у всіх досліджуваних вікових періодах, ми вилучали основний стовбур пупкової вени на рівні входження її в праву пупкову щілину печінки, на рівні найширшого її відділу (майже у середній третині) та на рівні – розгалуження. Після чого дані три фрагмента пупкової вени фіксували у 5-7 % розчині формаліну з подальшим виготовленням серій гістологічних зрізів за стандартними методиками (забавлення гематоксилін і еозин; за ван Гізоном та за методом Ван Гізон-Вейгерт). Після цього виконували мікроскопію за допомогою мікроскопа МБС-10 та фотографували.

2.2.3. Метод рентгенологічного дослідження

Дослідження пупкової вени та її гілок проводили методом ін'єкції венозної системи рентгеноконтрастною сумішшю на основі свинцевого сурика або суміші, яка містить драгледоподібну основу (драгледоподібний крохмаль) і порошкоподібний контраст (сульфат барію) у співвідношенні 1:1. Дані суміші вводили через пупкову вену, перед цим фіксували у її просвіті катетер за допомогою лігатур, попередньо була перев'язана нижня порожниста вена біля краю діафрагмової поверхні печінки та у місці злиття клубових вен. Після фіксації об'єктів дослідження, виконували рентгенографію за допомогою апарата EDR-750B з метою встановлення особливостей скелетотопії, голотопії та рентгенанатомії венозних судин печінки [164-167].

2.2.4. Виготовлення топографо-анатомічних зрізів

Органокомплекси печінки об'єктів дослідження зберігали впродовж 1-1,5 місяця залежно від їх розмірів в спеціальному розчині (24 % хлористий цинк у 40 % формальдегіді), після чого за допомогою ампутаційного ножа у трьох площинах проводили зрізи завдовжки 5,0-10,0 мм. На кожному зрізі вивчали топографо-анатомічні взаємовідношення пупкової вени та її гілок із прилеглими структурами печінки. Отримані результати нотували і замальовували в протоколи дослідження. Надалі препарати занурювали у 10 % розчин формаліну для зберігання.

2.2.5. Метод морфометрії

При дослідженні пупкової вени морфометрія дозволяє оцінити: діаметр просвіту пупкової вени і деяких її гілок (визначається як максимальна відстань між протилежними стінками вени); товщину судинної стінки (вимірюється в різних ділянках вени для аналізу її однорідності); площу поперечного перерізу (використовується для порівняння ширина на різних рівнях; співвідношення компонентів судинної стінки (внутрішньої, середньої та зовнішньої оболонок із прилеглими її шарами); кут розгалуження при наявності анастомозів із системою ворітної печінкової вени.

У даному дослідженні нами було прийнято рішення визначити параметри наступних структур: довжина пупкової вени, її зовнішній діаметр, довжина ворітної пазухи, зовнішній діаметр ворітної пазухи, довжина венозної протоки, зовнішній діаметр початку венозної протоки, зовнішній діаметр венозної протоки в місці впадіння в нижню порожнисту вену. Вищевказані вимірювання здійснювались за допомогою штангенциркуля, ковзаючого циркуля та сантиметрової стрічки [168]. Метод морфометрії забезпечує кількісну оцінку особливостей пупкової вени, що є вкрай важливим для подальших її анатомічних, гістологічних та клінічних досліджень.

2.2.6. Метод статистичної обробки даних

Статистична обробка даних дозволила об'єктивно оцінити вікові морфометричні перетворення пупкової вени та визначити наявність статистично значущих закономірностей. Визначали середні величини довжини та зовнішнього діаметра пупкової вени для кожної вікової групи – від другого триместру внутрішньоутробного розвитку до старечого віку. Стандартне відхилення (SD) – показує варіативність показників у межах однієї вікової групи. Коефіцієнт варіації (CV %) – дозволяє оцінити відносну мінливість морфометричних параметрів. Діапазон (min–max) – мінімальні та максимальні значення довжини та діаметра. t-тест Стюдента – для порівняння середніх значень морфометричних показників між двома групами. ANOVA (дисперсійний аналіз) – для оцінки різниць між декількома віковими групами одночасно. Коефіцієнт кореляції Пірсона (r) – для виявлення залежності між віком та: довжиною пупкової вени, її зовнішнім діаметром, співвідношенням «довжина/діаметр».

Підсумок

Отже, комплекс вищенаведених анатомічних методів дослідження повністю відповідає поставленій меті та завданням, а також дає можливість в повному обсязі дослідити анатомічну мінливість пупкової вени, її сполучень та прилеглих структур, їх взаємовідношення між собою у всіх вікових періодах та із подальшою статистичною обробкою, створенням графіків, діаграм та математичних моделей.

Результати розділу опубліковано у наукових працях дисертантки [177-179].

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ ПРЕНАТАЛЬНОГО РОЗВИТКУ І МАКРО- МІКРОАНАТОМІЇ ПУПКОВОЇ ВЕНИ ЛЮДИНИ

3.1. Особливості формування венозної системи печінки у зародків і передплодів людини

На ранніх стадіях внутрішньоутробного розвитку (зародки 7,5-9,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД)) пупкова вена утворена тільки одним шаром ендотеліоцитів округлої форми, з центральним розміщенням ядер. Зачаток ендотеліальної оболонки оточений ззовні пухкою недиференційованою тканиною – мезенхімою (рис. 3.1). Слід зазначити, що

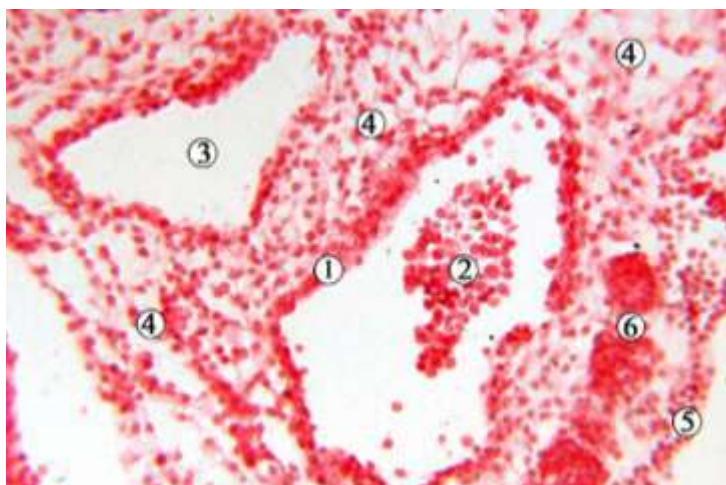


Рис. 3.1. Поперечний гістологічний зріз пупкової вени зародка людини 6,0 мм ТКД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. x110:

- 1 – ендотелій пупкової вени;
- 2 – формені елементи крові (переважно еритробласти);
- 3 – пупкова артерія;
- 4 – мезенхіма;
- 5 – амніотичний епітелій;
- 6 – алантоїс.

пупкова вена в процесі пренатального періоду розвитку зазнає змін у діаметрі та товщині стінки: спочатку (зародки 9,0-10,0 мм ТКД) вона є найширшою судиною як серед судин пупкового канатика, так і за товщиною стінки перевершує інші судини зародка. Діаметр пупкової вени у зародків 9,0-10,0 мм ТКД становить 300 ± 10 мкм і товщина її стінки – 35 ± 5 мкм, у той час як діаметр аорти дорівнює 185 ± 15 мкм і товщина стінки – 18 ± 2 мкм.

Наприкінці зародкового періоду пренатального онтогенезу спостерігаються процеси диференціювання мезенхімальних клітин, прилеглих до ендотеліоцитів (рис. 3.2). Вони втрачають зіркоподібну форму, набуваючи поліморфності – схожості на трикутники та овали; деякі з них стають веретеноподібними з паличкоподібними ядрами. Останні нагадують гладкі міоцити за формою. Відмічено, що у зародків 13,0-13,5 мм ТКД товщина шару зародкової сполучної тканини навколо ендотелію пупкової вени збільшується.

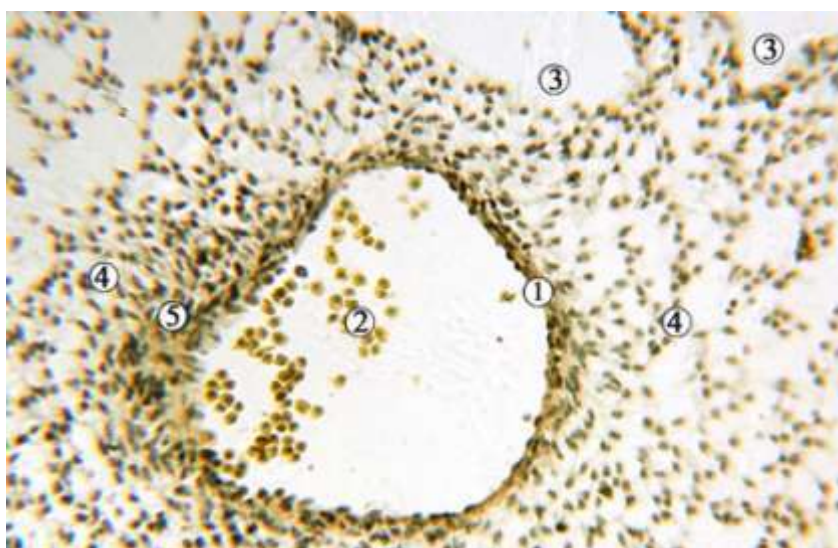


Рис. 3.2. Поперечний гістологічний зріз пупкової вени зародка людини 9,0 мм ТКД. Забарвлення за ван Гізоном. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 90$:

- 1 – ендотелій пупкової вени;
- 2 – формені елементи крові;
- 3 – пупкові артерії;
- 4 – мезенхіма;
- 5 – диференціація мезенхімоцитів.

На початку передплодового періоду онтогенезу (14,0-16,0 мм ТКД) діаметр пупкової вени збільшується, проте її стінка досить тонка та гістологічно не структурована на оболонки (рис. 3.3).

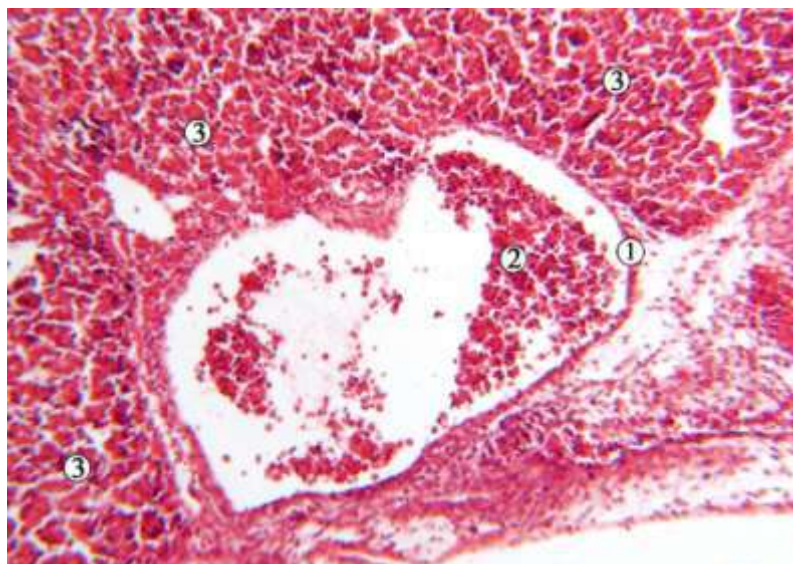


Рис. 3.3. Фронтальний гістологічний зріз ділянки воріт печінки передплода 15,0 мм ТКД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. x70:

- 1 – стінка пупкової вени;
- 2 – формені елементи крові;
- 3 – печінкові балки.

У передплodів 30,0-31,5 мм ТКД стінка пупкової вени складається з шару ендотеліоцитів та варіабельних за формою і розмірами клітин мезенхіми і гладких міоцитів (рис. 3.4). Уперше тонкі колагенові волокна у стінці пупкової вени виявлено у передплodів 35,0-38,0 мм ТКД. При чому колагенові волокна розміщені під ендотелієм і серед клітинних елементів сполучної тканини стінки пупкової вени.

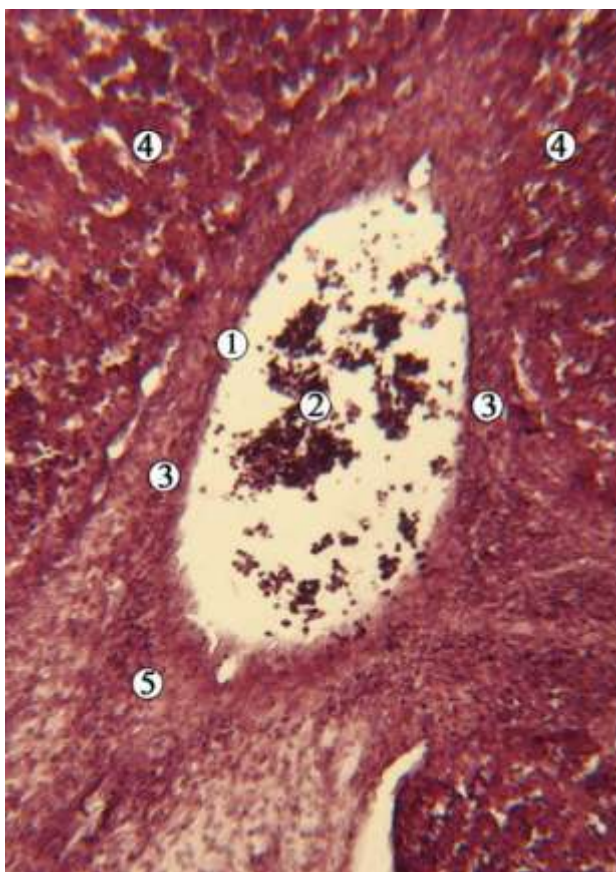


Рис. 3.4. Косо-фронтальний гістологічний зріз ділянки воріт печінки передплода 31,0 мм ТКД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. х60:

- 1 – ендотелій пупкової вени;
- 2 – формені елементи крові;
- 3 – гладкі міоцити (зачаток м'язової оболонки);
- 4 – печінкові балки;
- 5 – ущільнена мезенхіма ділянки воріт печінки.

У передплодів 35,0-38,0 мм ТКД встановлено однакові показники діаметрів пупкової вени та аорти (від 345 ± 5 мкм до 352 ± 8 мкм), так і товщини їх стінки ($73,0 \pm 5,0$ мкм).

У передплодів 44,0-48,0 мм ТКД спостерігається ускладнення будови стінки пупкової вени та розпочинається поділ її на три оболонки: внутрішня оболонка утворена ендотелієм і пучком тонких колагенових волокон; середня

оболонка – найбільш розвинений і дорівнює майже половині товщини всієї стінки пупкової вени і сформований, в основному, клітинами зародкової сполучної тканини, гладких міоцитів і невеликої кількості тонких колагенових волокон. Зовнішня оболонка стінки пупкової вени – сполучнотканинна.

У передплodів 72,0-74,0 мм ТКД у стінці пупкової вени розрізняються три оболонки (рис. 3.5). Середня оболонка вирізняється більш чітко, досягає 2/3 товщини стінки пупкової вени та сформований, кільцеподібно розташованими, товстими гладком'язовими пучками.

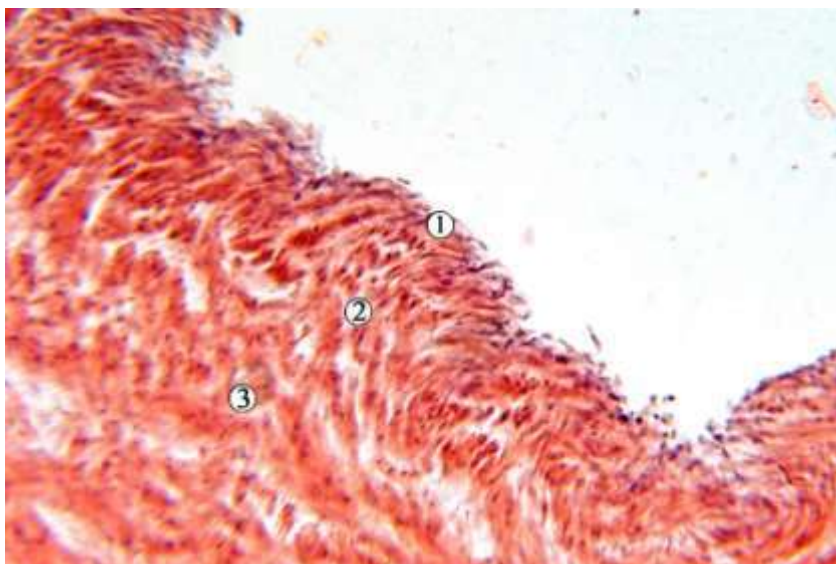


Рис. 3.5. Поперечний гістологічний зріз пупкової вени передплoda 74,0 мм ТКД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. х50:

- 1 – ендотелій;
- 2 – м'язова оболонка;
- 3 – зовнішня оболонка (клітини фібробластичного диферону, невідпорядковані колагенові волокна).

3.2. Особливості морфогенезу пупкової вени у другому триместрі внутрішньоутробного розвитку

У досліджених плодів печінка щільної консистенції, бурого кольору, має гладеньку поверхню та займає значну частину черевної порожнини. Крім цього, макроскопічно ліва частка печінки переважає над правою (рис. 3.6). У

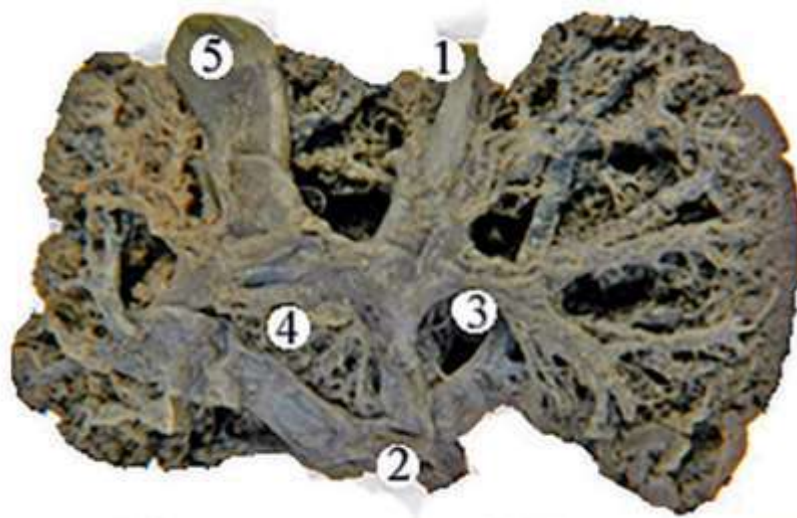


Рис. 3.6. Венозні судини нутрощевої поверхні печінки плода 180,0 мм ТПД. Фото макропрепарату. Зб. $\times 3,1$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – нижня порожниста вена;
- 3 – гілки пупкової вени;
- 4 – венозна пазуха;
- 5 – жовчний міхур.

другому триместрі внутрішньоутробного розвитку ліва частка печінки в плодів 165,0-350,0 мм ТПД видовженої форми, вона чітко відмежована від квадратної частки пупковою веною. Права частка печінки є значно меншою в розмірах, межує із квадратною часткою медіально та із жовчним міхуром каудально. Квадратна частка печінки має трапецієподібну форму та межує із пупковою веною спереду та збоку разом із ложем жовчного міхура. В свою чергу, жовчний міхур має вигляд мішечка, вузький, видовженої форми та

розташований в ділянці правої повздожної борозни. Пупкова вена чітко визначається в ділянці одноіменної щілини, прямує від пупка до нижнього краю печінки, занурюючись в її паренхіму. Венозна протока прямує косо від ділянки пупкової вени в напрямку до нижньої порожнистої вени.

У плодів 165,0-200,0 мм ТПД пупкова вена займає центральне положення у складі пупкового канатика, розташовуючись поруч із двома пупковими артеріями. У пупковому канатику чітко виявляються чотири структури: дві пупкові артерії, права і ліва пупкові вени. У плодів 165,0-200,0 мм ТПД права пупкова вена є центральною широкою судиною, що входить у печінку через її нутрощеву поверхню. Пупкова вена простежується у товщі серпоподібної зв'язки печінки. На даному етапі пупкова вена має тонкі стінки з чітким просвітом. Серпоподібна зв'язка – це тонка світлого кольору структура, через яку пупкова вена потрапляє до печінки. Від лівої гілки пупкової вени відзначається велике розгалуження дрібних судин до лівої частки печінки, а також сегментарні розгалуження в напрямку периферії часток печінки. Права гілка пупкової вени віддає дрібні відгалуження у праву частку печінки. Вона є тоншою та коротшою за ліву гілку. Визначається деревоподібна будова гілок, які простягаються радіально від центру (пупкової вени) до периферії. Помітно двобічне розгалуження з перевагою лівобічного, що відповідає функціональному домінуванню лівої частки в ранньому плодовому періоді. Спостерігається менш виражене розгалуження в глибину частки, що відповідає ембріологічному етапу 4-го місяця.

У плодів 200,0-250,0 мм ТПД тканина печінки має губчасту, сітчастоподібну структуру, яка характерна ще для незрілої паренхіми. Ліва частка печінки за розмірами переважає над правою, пупкова вена добре розгалужується в ній. Також визначається анатомічна основа для формування серпоподібної зв'язки печінки у постнатальному періоді (рис. 3.7). Пупкова вена входить у товщу паренхіми печінки знизу через пупкову щілину, вона широка, з добре вираженою стінкою та проходить вгору до воріт печінки.

Ліва гілка пупкової вени чітко простежується у напрямку до лівої частки печінки, відповідно та бере участь у кровопостачанні II, III та IV сегментів. Ліва частка печінки великих розміром, при цьому паренхіма печінки має пухку структуру, з невираженими частками. Права частка печінки дещо менша за об'ємом порівняно з лівою, має щільнішу тканину, до неї прямує права гілка пупкової вени.



Рис. 3.7. Печінка плода 200,0 мм ТПД (нутрощева поверхня). Фото макропрепарату. 3б. $\times 2,5$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – нижня порожниста вена;
- 3 – жовчний міхур;
- 4 – ліва частка печінки;
- 5 – права частка печінки.

Пупкова вена має товсті стінки, добре збережений просвіт, що вказує на функціональну активність. Серпоподібна зв'язка печінки візуалізується як плівчаста структура, що проходить уздовж діафрагмової поверхні печінки (рис. 3.8). Домінування лівої частки печінки над правою пов'язано з особливостями кровопостачання плода в другому триместрі внутрішньоутробного розвитку, а саме: значний об'єм артеріальної крові з пупкової вени надходить саме в ліву частку печінки.



Рис. 3.8. Печінка плода 210,0 мм ТПД (діафрагмова поверхня). Фото макропрепарату. 3б. $\times 2,9$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – серпоподібна зв'язка печінки.

У плодів 250,0-300,0 мм ТПД пупкова вена добре виражена, проходить у тканину печінки через нижній її край, занурюючись у пупкову щілину (рис. 3.9).

Пупкова вена є основною судиною, яка транспортує оксигеновану кров від плаценти (рис. 3.10). Має товсті стінки й широкий просвіт, що є ознакою активного кровотоку і відповідає розвитку 6-місячного плода. Серпоподібна зв'язка печінки має вигляд сплющеної стрічкоподібної структури та прямує вздовж діафрагмової поверхні печінки. Ліва частка печінки продовжує домінувати за розмірами над правою.

Діафрагмова поверхня печінки в плода 300,0 мм ТПД характеризується гладкими, майже заокругленими контурами з легко вираженими рельєфами, що формуються за рахунок суміжних функціональних судинних структур (рис. 3.11).

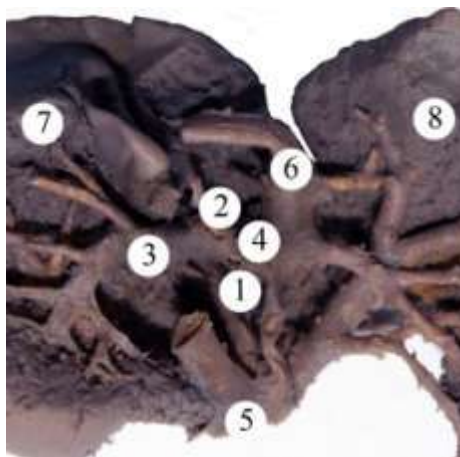


Рис. 3.9. Венозні судини печінки плода 240,0 мм ТПД (вигляд з нутрощевої поверхні печінки). Макропрепарат. Зб. $\times 2,8$:

- 1 – середня печінкова вена;
- 2 – ворітна печінкова вена;
- 3 – права гілка ворітної печінкової вени;
- 4 – ліва гілка ворітної печінкової вени (портальний синус);
- 5 – нижня порожниста вена;
- 6 – пупкова вена;
- 7 – ліва частка печінки;
- 8 – права частка печінки.



Рис. 3.10. Печінкові вени плода 270,0 мм ТПД (діафрагмова поверхня печінки). Фото макропрепарату. Зб. $\times 2,4$:

- 1 – права печінкова вена (тип I);
- 2 – середня печінкова вена (тип I);
- 3 – ліва печінкова вена (тип I);
- 4 – права частка печінки;
- 5 – ліва частка печінки.

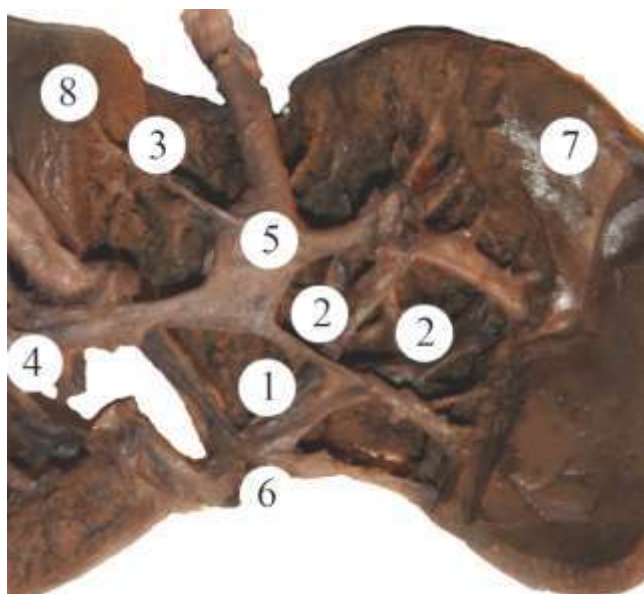


Рис. 3.11. Венозні судини печінки плода 305,0 мм ТПД (нутрощева поверхня печінки). Фото макропрепарату. Зб. $\times 2,7$:

- 1 – ліва печінкова вена;
- 2 – притоки лівої печінкової вени;
- 3 – задня ліва гілка пупкової вени;
- 4 – передня ліва гілка пупкової вени;
- 5 – пупкова вена;
- 6 – нижня порожниста вена;
- 7 – ліва частка печінки;
- 8 – квадратна частка печінки

Зі сторони нутрошевої поверхні паренхіма печінки має пухку структуру. Пупкова вена проходить у печінку по пупковій щілині (рис. 3.12). Всередині печінки пупкова вена надалі займає центральне положення.

Печінка плодів 300,0-350,0 мм ТПД має добре окреслені контури та округло-випуклу діафрагмову поверхню (рис. 3.13). У зв'язку із стрімким розвитком органів та організму в цілому, збільшується як об'єм, так і деталізація поверхневого рельєфу печінки, що свідчить про активну етапну диференціацію паренхіми та судинної сітки. З діафрагмової поверхні печінки

більш чітко визначається місце входу пупкової вени у печінку через пупкову щілину.

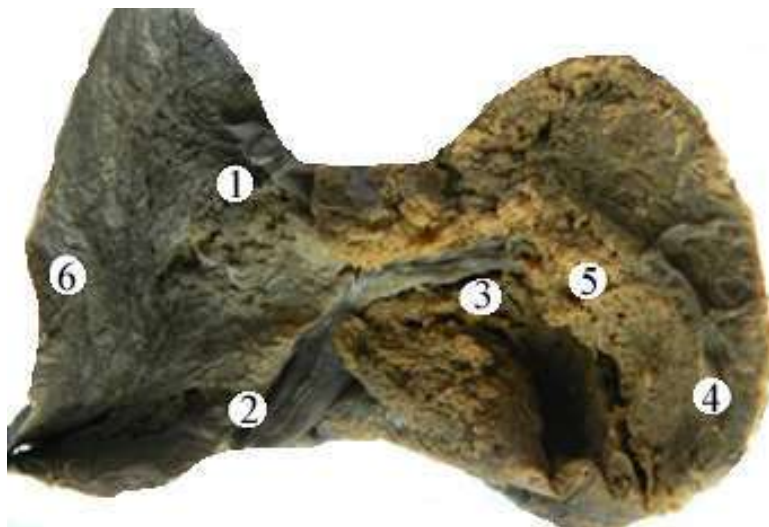


Рис. 3.12. Печінка плода 280,0 мм ТПД (нутрощева поверхня). Фото макропрепарату. Зб. $\times 2,8$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – нижня порожниста вена;
- 3 – гілки пупкової вени;
- 4 – ліва частка печінки;
- 5 – жирова клітковина;
- 6 – права частка печінки.

У 7-місячних плодів печінка активно розвивається, однак, васкуляризація ще не досягає дефінітивного стану. Пупкова вена чітко простежується у вигляді великого судинного стовбура, що прямує косо знизу вгору та присередньо – у напрямку до воріт печінки (рис. 3.14). Після входження у печінку пупкова вена віддає гілки, що прямують до лівого та середнього сегментів печінки. За рахунок функціональної активності пупкової вени у плодів другого і третього триместрів дана щілина та поздовжня борозна більш виражені, ніж у постнатальному періоді.



Рис. 3.13. Печінка плода 310,0 мм ТПД (діафрагмова поверхня). Фото макропрепарату. Зб. $\times 2,4$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – нижня порожниста вена;
- 3 – серпоподібна зв'язка;
- 4 – вінцева зв'язка;
- 5 – дно жовчного міхура.

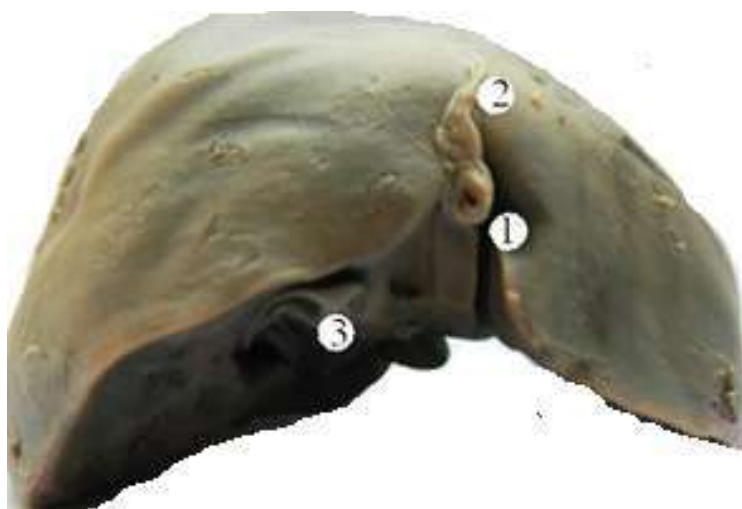


Рис. 3.14. Печінка плода 320,0 мм ТПД (діафрагмова поверхня). Фото макропрепарату. Зб. $\times 2,6$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – серпоподібна зв'язка;
- 3 – жовчний міхур.

Нутрощева поверхня печінки у плодів цих вікових груп вже має чітко виражену рельєфну структуру, ввігнута, на відміну від діафрагмової, та щільно примикає до суміжних органів: шлунка, дванадцятипалої кишки, правої нирки та надниркової залози. Поверхня вкрита гладкою блискучою серозною оболонкою (нутрощевою очеревиною), під якою визначаються глибокі судинні борозни й втиснення суміжних органів. Пупкова вена входить у печінку з передньої черевної стінки по пупковій щілині, і далі прямує у ліву частку печінки (рис. 3.15). На нутрощевій поверхні чітко визначається її протяжність у пупковій щілині (щілині круглої зв'язки печінки), яка розміщена аналогічно до пупкової вени – до воріт печінки, де впадає у венозну протоку. У товщі лівої частки печінки пупкова вена займає центральне, чітко окреслене положення. Вона проходить майже горизонтально по нутрощевій поверхні.

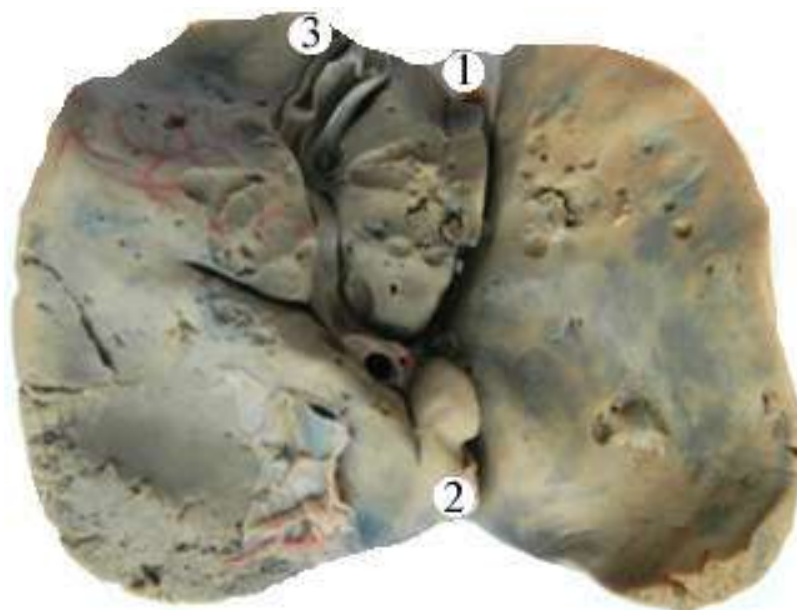


Рис. 3.15. Печінка плода 330,0 мм ТПД. (нутрощева поверхня). Фото макропрепарату. 3б. $\times 2,8$:

- 1 – щілина пупкової вени;
- 2 – нижня порожниста вена;
- 3 – жовчний міхур.

У плодів виявляється чіткий просторовий взаємозв'язок пупкової вени із воротами печінки, де вона розгалужується або переходить у венозну протоку, а також взаєморозташування з іншими важливими судинами такими як, ворітна печінкова вена та печінкова артерія.

Починаючи з плодів 340,0-360,0 мм ТПД, печінка має, куполоподібної форми, діафрагмову поверхню та ввігнуту нутрощеву поверхню (рис. 3.16). Чітко виявляється дві основні частки: права, більших розмірів та ліва, менших розмірів. У плода 355,0 мм ТПД спостерігалось переважання правої частки печінки над лівою.

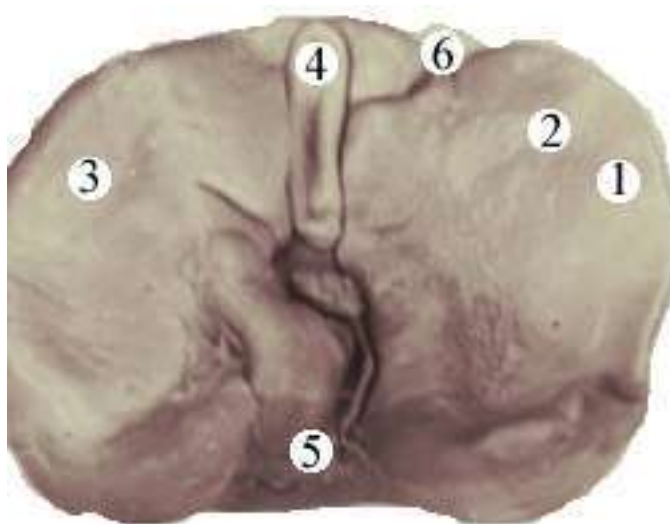


Рис. 3.16. Печінка плода 340,0 мм ТПД (нутрощева поверхня). Фото макропрепарату. 3б. $\times 2,7$:

- 1 – шлункове втиснення;
- 2 – ліва частка печінки;
- 3 – права частка печінки;
- 4 – жовчний міхур;
- 5 – нижня порожниста вена;
- 6 – пупкова вена.

Упродовж 4-7 місяців внутрішньоутробного розвитку спостерігається поступове та статистично значуще збільшення довжини і діаметра пупкової вени. Так, довжина пупкової вени з 4-го по 7-й місяці внутрішньоутробного

розвитку збільшується з $13,99 \pm 1,01$ мм до $22,24 \pm 0,28$ мм, а діаметр пупкової вени коливається від $3,31 \pm 0,09$ мм (4-місячні плоди) до $5,99 \pm 0,13$ мм (7-місячні плоди) (табл. 3.1). Середні значення (М) та межі довірчих інтервалів (95 %) не перетинаються між місяцями, що свідчить про наявність достовірної різниці між досліджуваними групами. Довжина збільшується від 13,99 мм (4-й місяць) до 22,24 мм (7-й місяць), а діаметр – від 3,31 мм до 5,99 мм відповідно (рис. 3.17).

Таблиця 3.1

**Довжина та діаметр пупкової вени впродовж другого триместру
внутрішньоутробного розвитку (мм)**

Вікова група	Довжина пупкової вени		Діаметр пупкової вени	
	М $\pm$ m	Межі довірчих інтервалів	М $\pm$ m	Межі довірчих інтервалів
4 міс	$13,99 \pm 1,01$	11,52 – 16,45	$3,31 \pm 0,09$	3,09 – 3,54
5 міс	$17,02 \pm 0,67$	15,44 – 18,61	$5,60 \pm 0,24$	5,02 – 6,18
6 міс	$21,67 \pm 0,78$	19,66 – 23,67	$5,72 \pm 0,22$	5,15 – 6,29
7 міс	$22,24 \pm 0,28$	21,61 – 22,88	$5,99 \pm 0,13$	5,68 – 6,30

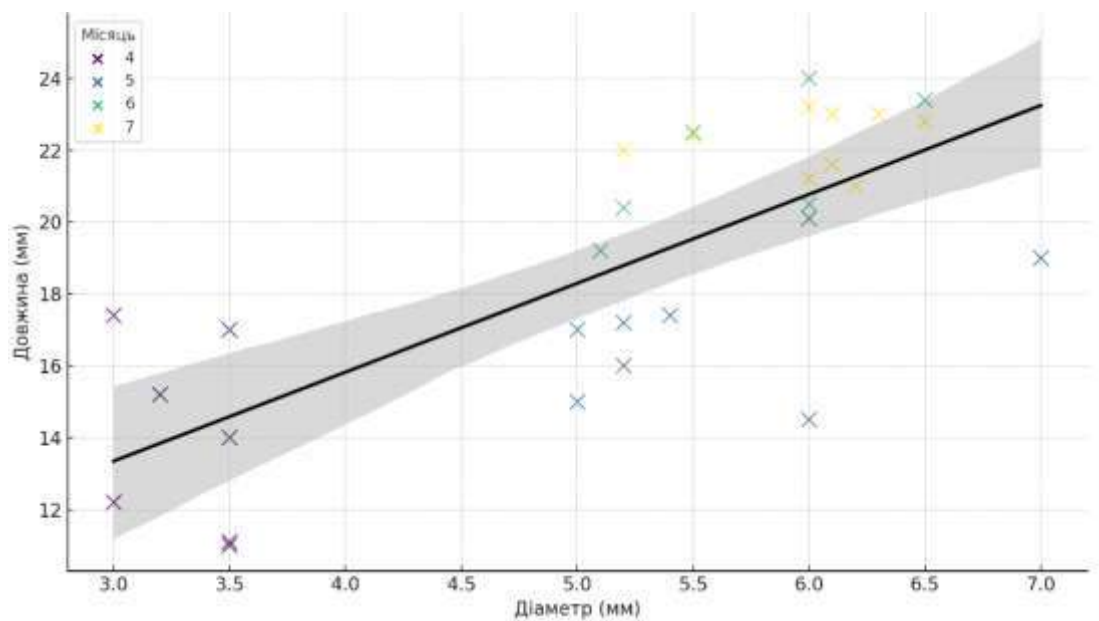


Рис. 3.17. Зміни довжини пупкової вени та діаметра зі збільшенням терміну внутрішньоутробного розвитку (другий триместр)

Межі довірчих інтервалів морфометричних параметрів пупкової вени звужуються з віком плода, що свідчить про меншу її варіабельність у наступні терміни. Всі інтервали не перетинаються між місяцями, отже, спостерігається статистично значуще збільшення розмірів пупкової вени з її подальшим розвитком.

У ході морфометричного дослідження пупкової вени на різних етапах внутрішньоутробного розвитку (4-7 місяців) встановлено достовірне збільшення як довжини, так і діаметра судини. Середні значення та межі 95 % довірчих інтервалів свідчать про поступову і статистично значущу зміну параметрів у зв'язку зі збільшенням віку плода. Кореляційний аналіз між довжиною та діаметром пупкової вени в межах одного місяця не продемонстрував статистично значущого взаємозв'язку, про що свідчить охоплення нуля довірчими інтервалами коефіцієнтів кореляції Пірсона. Це може вказувати на відсутність лінійного зв'язку між цими морфометричними характеристиками або бути наслідком обмеженої вибірки. Зменшення стандартної похибки середніх значень з кожним наступним місяцем внутрішньоутробного розвитку може свідчити, про зниження варіабельності морфометричних параметрів пупкової вени, що, ймовірно, відображає стабілізацію її анатомічної структури на більш зрілих етапах розвитку.

Найвищий позитивний зв'язок спостерігається у плодів 6-го місяця ($r = 0,71$), але й тут інтервал охоплює від'ємні значення. На 4-му місяці розвитку виявлено слабку негативну кореляцію ($r = -0,31$), яка також не є достовірною. Це свідчить про відсутність стабільного лінійного зв'язку між довжиною і діаметром пупкової вени в межах окремих термінів розвитку.

У другому триместрі внутрішньоутробного розвитку пупкова вена зазнає значних морфологічних та функціональних перетворень, які спрямовані на оптимізацію транспорту кисню та поживних речовин від матері до плоду. Наприкінці другого триместру внутрішньоутробного розвитку (7-й місяць) права пупкова вена повністю редукується, а єдиним

основним судинним шляхом для оксигенованої крові залишається ліва пупкова вена. Вона розширюється та зміцнюється, забезпечуючи збільшення кровотоку до печінки та через венозну систему плода.

При дослідженні структурної організації пупкової вени у 4-місячних плодів встановлено, що просвіт судини неправильної форми, а стінка складається із трьох основних оболонок, які типові для венозної судини, при цьому виявляється деякі особливості. У стінці пупкової вени визначаються три основні оболонки: внутрішня (інтіма), середня (медія) та зовнішня (адвентиція). Внутрішня оболонка в 4-місячних плодів представлена ендотелієм, який утворений одношаровим плоским епітелієм. Ендотеліоцити мають плоску форму із видовженими базофільними ядрами та оксифільною цитоплазмою. Клітини щільно прилягають одна до одного і тісно зв'язані зі базальною мембраною за допомогою міжклітинних контактів (десмосоми). Під епітелієм залягає тонкий еозинофільний підендотеліальний шар, який сформований тонким шаром колагенових і еластичних волокон, які мають переважно поздовжній напрям. Наприкінці 4-го місяця розвитку ендотеліоцити мають правильну овальну форму або кубічну із чіткими ядрами овальної форми. В цитоплазмі ендотеліоцитів візуалізуються гранули та пухирці, які беруть активну участь в процесах регуляції тонусу стінки пупкової вени і транспортуванні поживних речовин. Базальна мембрана внутрішньої оболонки представлена тонким гомогенним пластом колагенових та еластичних волокон разом із комплексом глікопротеїнів. Базальна мембрана є структурою, яка бере участь в забезпеченні опори для ендотеліоцитів та механізмі дифузії. Підендотеліальний шар внутрішньої оболонки пупкової вени представлений пухкою сполучною тканиною, яка містить ряд фібробластів, сукупність колагенових та еластичних волокон. Саме цей підендотеліальний шар в другому триместрі внутрішньоутробного розвитку вирізняє пупкову вену від периферійних вен всього організму плода. В цьому шарі відзначається невелика кількість міоінтимальних клітин,

які мають властивості гладком'язових клітин та фіброblastів, які впливають на ремоделювання стінки пупкової вени в другому триместрі. У внутрішній оболонці відзначається велика кількість еластичних волокон без чіткої орієнтації, їх кількість збільшується з віком плодів. Визначним є широкий й товстий в розмірах підендотеліальний шар, а також присутність великої кількості міоінтимальних клітин. Останні є винятковими лише для пупкової вени, оскільки типовим розташуванням міоінтимальних клітин є стінка артеріальних судин. Гладкі міоцити формують перехідну ділянку до початку середньої оболонки пупкової вени, забезпечує додатковий механізм регуляції тону судини.

У 5-місячних плодів середня оболонка сформований гладкими міоцитами, які мають веретеноподібну форму із добре вираженими відростками цитоплазми, паличкоподібне інтенсивно базофільне ядро і оксифільну цитоплазму (рис. 3.18). Гладкі міоцити здебільшого зосереджені

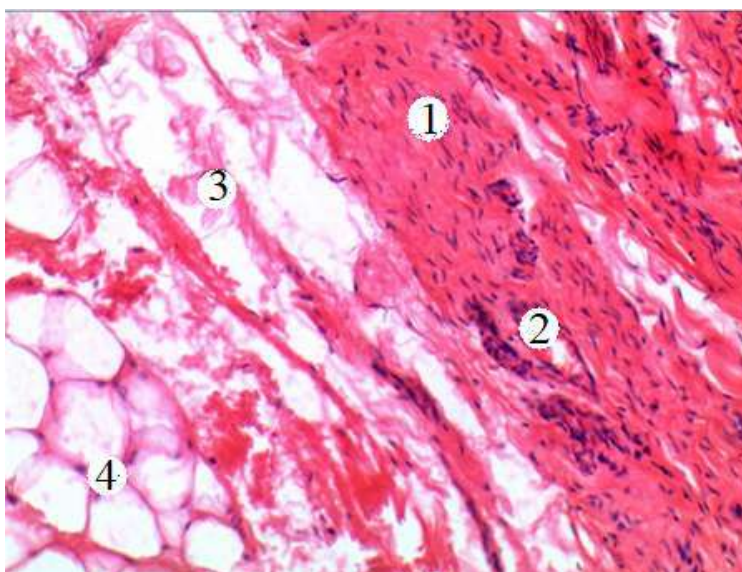


Рис. 3.18. Поздовжній зріз пупкової вени плода 200,0 мм ТПД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 100$:

- 1 – середня оболонка;
- 2 – судина судини;
- 3 – колагенові волокна зовнішньої оболонки;
- 4 – адипоцити зовнішньої оболонки.

в центральній частині пупкової вени, що також є винятковим для неї. Середня оболонка пронизана фібробластами, колагеновими та еластичними волокнами, які взаємопов'язані між собою для забезпечення еластичності та пружності судини. Крім цього, гладкі міоцити розташовані у вигляді спіральних або концентричних пучків, що допомагає регулювати діаметр судини, і відповідно, кровотік. У середній оболонці спостерігається більша кількість фіброblastів, колагенових та еластичних волокон, які забезпечують механічну міцність судини, підтримку внутрішнього тиску і стабільного кровотоку. На цьому етапі волокна розташовані більш хаотично, що надає судині більшої гнучкості і властивості до розтягнення.

Гладкі міоцити розташовуються у різних напрямках, утворюючи два шари: поздовжній і циркулярний, що є необхідним для підтримання постійного кровотоку навіть при зміні тиску. У проміжках між м'язовими елементами містяться волокнисті компоненти. Ближче до зовнішньої оболонки колагенові волокна переважають над гладкими міоцитами. У цитоплазмі гладких міоцитів розвинений мережевий апарат, який складається актинових та міозинових мікрофіламентів, що впливає на зміни форми клітини за рахунок скорочення. Крім цього, цитоплазма гладких міоцитів містить в собі мітохондрії.

У 5-місячних плодів зовнішня оболонка є слабо оксифільною та складається з пухкої сполучної сполучної тканини. У зовнішній оболонці виявляються судини дрібного калібру, які забезпечують живлення стінки, адипоцити, які виконують захисну, опорну та інтегруючу функції (рис. 3.19). Зовнішня оболонка пупкової вени містить добре розвинену сітку колагенових волокон, які забезпечують судинну міцність і стійкість до механічних навантажень. Так, в плода 240,0 мм ТПД колагенові волокна в зовнішній оболонці розташовані більш безладно з іншими шарами судини. Хоча еластичні волокна є більш характерними для середньої оболонки, у

зовнішній оболонці вони також присутні. Ці волокна забезпечують гнучкість пупкової вени, що дозволяє їй адаптуватися до зміни кровотоку.

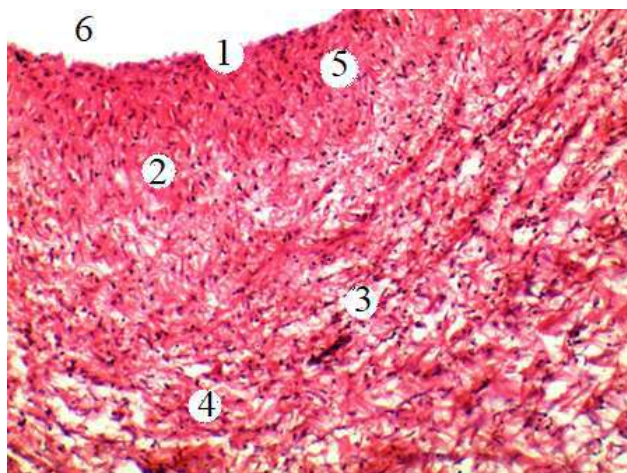


Рис. 3.19. Поздовжній зріз пупкової вени у плода 240,0 мм ТПД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 100$:

- 1 – ендотелій;
- 2 – середня оболонка;
- 3 – зовнішня оболонка;
- 4 – волокна;
- 5 – гладкі міоцити;
- 6 – просвіт судини.

У зовнішній оболонці пупкової вени 5-місячних плодів фібробласти розміщуються між колагеновими та еластичними волокнами і мають важливу роль у підтримці структури судини та її адаптації до зміни внутрішньовенозного тиску. Фібробласти також сприяють відновленню судинної стінки при механічних пошкодженнях або під час ремоделювання судини в процесі розвитку. У зовнішній оболонці пупкової вени можуть бути присутні маленькі кровоносні судини та нерви, що постачають тканини судин крові та нервовими імпульсами, забезпечуючи живлення та регуляцію її тонусу. Хоча великі судини не присутні в зовнішній оболонці, дрібні

капіляри та вени, які проходять через цю оболонку, беруть участь у локальному живленні пупкової вени. Зовнішня оболонка забезпечує пупковий вени міцність і здатність витримувати механічні навантаження, зокрема, в умовах збільшення внутрішньовенозного тиску під час розвитку плода. Завдяки еластичному та колагеновому волокнам, зовнішня оболонка захищає внутрішня оболонка від пошкодження, сприяє підтримці стабільності структури пупкової вени при зміні її діаметра та адаптації до варіацій у кровообігу.

У 6-місячних плодів відбуваються важливі етапи дозрівання пупкової вени, і її внутрішня оболонка набуває властивостей, які сприяють ефективному кровообігу плода. На цьому етапі розвитку мікроскопічні особливості внутрішньої оболонки пупкової вени включають добре розвинений ендотелій із базальною мембраною, які забезпечують бар'єрну функцію та забезпечують нормальне функціонування пупкової вени. Дослідження структурних компонентів пупкової вени на 6-му місяці пренатального періоду онтогенезу встановили, що внутрішня оболонка пупкової вени тонка, сформована клітинами плоскої форми, які лежать на базальній мембрані та підендотеліальним шаром, який складається з пухкої сполучної тканини, яка може містити колагенові та еластичні волокна, фібробласти та міжклітинний матрикс. Гладкі міоцити мають видовжину веретеноподібну форму. Ендотеліоцити між собою з'єднані за допомогою класичних десмосомних контактів, що також виконує бар'єрну, захисну функцію перешкоджаючи потраплянням чужорідних макромолекул. Цитоплазма містить в собі також типові включення гранул та пухирців із поживними речовинами. Базальна мембрана внутрішньої оболонки є тонкою і вистелена гомогенним шаром ендотеліальних клітин. Під цим тонким ендотеліальним шаром знаходиться пухка сполучна тканина, в яку занурені фібробласти, колагенові та еластичні волокна. Підендотеліальний шар

характеризується незначним потовщенням порівняно з іншими венами плода, що відображає його специфічні функції в контексті розвитку пупкової вени.

Характерною особливістю середньої оболонки стінки пупкової вени 6-місячних плодів порівняно із раннім терміном гестації є розташування гладких міоцитів циркулярно, що забезпечує здатність до вазоконстрикції і зміни діаметра просвіту судини (рис. 3.20). Оксифільні колагенові волокна у складі середньої оболонки формують міцну основу для інших компонентів середньої оболонки. Саме гладкі міоцити є основним клітинним компонентом

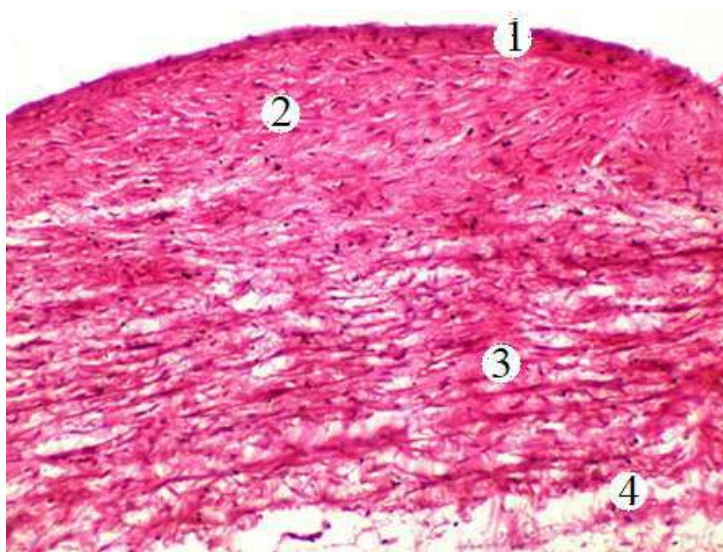


Рис. 3.20. Поздовжній зріз пупкової вени у плода 285,0 мм ТПД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 100$:

- 1 – ендотелій та підендотеліальний шар;
- 2 – гладкі міоцити середньої оболонки;
- 3 – колагенові волокна;
- 4 – зовнішня оболонка.

середньої оболонки пупкової вени. Гладкі міоцити в цьому шарі мають як правильну форму, так і веретеноподібну видовжену форму із розташованим ядром по центру цитоплазми. В середині цих клітин відзначаються актинові та міозинові мікрофіламенти, які сприяють скороченню судини. Кількість міоцитів у середній оболонці пупкової вени є меншою, ніж у пупкових

артеріях та інших венах в організмі, що зумовлює її здатність залишатися відносно розширеною для транспортування оксигенованої крові. Крім цього, відзначається значна кількість фібробластів, які є активними продуцентами колагенових та еластичних волокон, які в свою чергу, забезпечують опорну підтримку пупковій вені. В незначній кількості візуалізуються перицити, які беруть активну участь в подальшому ремоделюванні стінки пупкової вени. Позаклітинний матрикс середньої оболонки представлений великою мережею колагенових волокон, що надає судинній стінці додаткової міцності і стійкості проти механічних навантажень. Колагенові волокна розташовані в товщі між гладкими міоцитами і своєю сукупністю формують каркас для підтримки міоцитів. У меншій кількості представлені еластичні волокна, які забезпечують гнучкість й здатність до адаптації. Крім того, у пупковій вені еластичні волокна є менше функціонально розвиненими, що пояснюється нижчим тиском крові у вені.

Зовнішня оболонка пупкової вени 7-місячних плодів складається переважно з пухкої сполучної тканини з великою кількістю колагенових та еластичних волокон, а також клітинних елементів, які беруть участь у структурному забезпеченні та регуляторних процесах. Зовнішня оболонка характеризується нещільним розташуванням колагенових, еластичних волокон, клітин фібробластичного ряду. Волокна формують широку сітчасту структуру, що відіграє роль опори для стінки судини. У проміжках між волокнистими компонентами залягають витягнутої форми фібробласти із базофільними ядрами і типовою оксифільною цитоплазмою, які забезпечують синтез міжклітинної речовини (рис. 3.21).

Основним і найважливішим компонентом зовнішньої оболонки стінки судини є клітини фібробластичного ряду, які відповідають за синтез колагенових і еластичних волокон, які є підтримувальним каркасом структури пупкової вени. Крім цього, відзначається ще значна кількість фібробластів, які є неактивними попередниками фіброцитів, розташовуючись

хаотично між гладкими міоцитами вони забезпечують стабілізаційну функцію. В зовнішній оболонці виявляються в незначній кількості клітини імунної системи: макрофаги, лімфоцити, тканинні базофіли, які в свою чергу беруть активну участь в фагоцитозі продуктів розпаду тканин і протекції судини від можливих чинників ушкодження. Завдяки фібробластам та макрофагам забезпечується постійне оновлення позаклітинного матриксу та адаптація до змін тиску в судині. Відзначено поодинокі перицити в товщі зовнішньої оболонки, а також в периваскулярних ділянках (місцях переходу пупкової вени в дрібніші судини), які беруть участь в подальшому ангіогенезі та регенерації ушкоджених ділянок судини. Крім вищенаведеного в зовнішній оболонці міститься незначна кількість колагенових волокон, які виконують аналогічні функції, що й в середній оболонці. В меншій кількості та менш розвинені трапляються еластичні волокна, які надають гнучкості зовнішній оболонці пупкової вени.



Рис. 3.21. Поперечний зріз пупкової вени плода 350,0 мм ТПД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарат.у 3б. $\times 100$:

- 1 – кровонаповнений просвіт;
- 2 – внутрішня оболонка;
- 3 – середня оболонка;
- 4 – зовнішня оболонка.

Залишаються депозити гіалуронової кислоти, яка надає пружність судинній стінці та відповідає за гідратацію тканин. У периваскулярній ділянці розташовані дрібні малопомітні судини та нервові закінчення, які контролюють судинний тонус та адаптаційні реакції стінки. Відзначаються автономні нервові волокна, які розташовані поодинокі і взаємодіють із гладкими міоцитами. Зовнішня оболонка сприяє стабільному закріпленню пупкової вени у складі пупкового канатика та її постійному положенню відносно навколишніх структур.

У 4-5-місячних плодів у внутрішній оболонці пупкової вени виявляються сполучнотканинні клітини, що оточені ззовні пучком тонких колагенових волокон (рис. 3.22). У середній оболонці стінки пупкової вени гладком'язові клітини розміщені таким чином, що їхні пучки не мають чіткої орієнтації і знаходяться в різних площинах і переплетені між собою. Між пучками багато сполучної тканини.

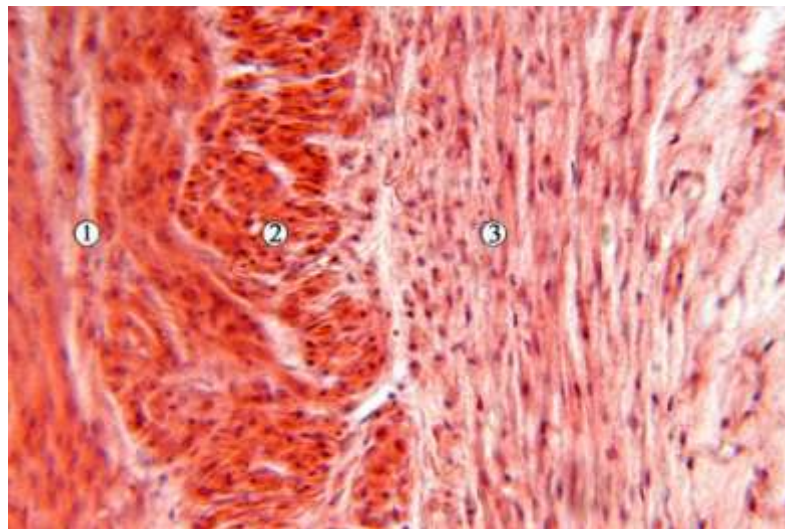


Рис. 3.22. Поперечний гістологічний зріз пупкової вени у плода 240,0 мм ТПД. Забарвлення гематоксилином і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. x50:

- 1 – внутрішній шар м'язової оболонки;
- 2 – зовнішній шар м'язової оболонки;
- 3 – зовнішня оболонка (пучка сполучна тканина, впорядковане розташування колагенових волокон).

У 6-7-місячних плодів у середній оболонці стінки пупкової вени гладком'язові пучки розміщені у двох взаємноперпендикулярних напрямках: одні клітини – вздовж судини, а другі – циркулярно (рис. 3.23).

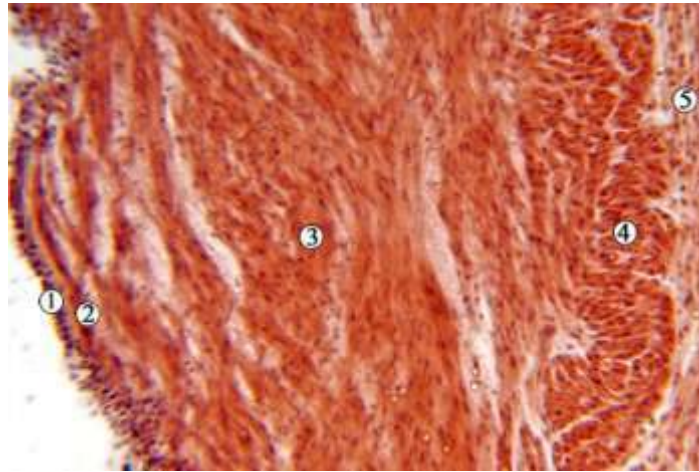


Рис. 3.23. Поперечний гістологічний зріз пупкової вени у плода 340,0 мм ТПД. Забарвлення гематоксилином і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. x50:

- 1 – ендотелій пупкової вени;
- 2 – підендотеліальний шар;
- 3 – поздовжні пучки гладких міоцитів м'язової оболонки;
- 4 – колові пучки гладких міоцитів м'язової оболонки;
- 5 – зовнішня адвеннтиційна оболонка.

Тонкі еластичні волокна у стінці пупкової вени вперше виявлені у 7-місячних плодів (300,0-320,0 мм ТПД). Отже, функціональне призначення пупкової вени визначає діаметр її просвіту та гістологічна будова її стінки.

3.3. Фетальна анатомія і особливості топографії пупкової вени у третьому триместрі внутрішньоутробного розвитку

Анатомічні особливості пупкової вени у третьому триместрі внутрішньоутробного розвитку досліджено на 21 об'єкті 8-10 місячних плодів від 351,0 до 500,0 мм ТПД.

У 8-місячних плодів печінка масивна, займає більшу частину черевної порожнини, переважно в її верхньому відділі. Має м'яку консистенцію і гладку блискучу поверхню, покриту серозною оболонкою (нутрощевою очеревиною) (рис. 3.24). Контури часток добре виражені. У цьому віці відзначається домінування лівої частки печінки над правої, що пов'язано з функціонально активною пупковою веною, яка входить саме в ліву частку. Права частка велика, розміщується справа від серединної площини. В деяких випадках ліва частка печінки була за розмірами майже однакова із правою. Пупкова вена залишається надалі великою центральною судиною фетального кровообігу, яка проходить у пупковій щіліні, прямує до воріт печінки, далі частково розгалужується на синусоїди, частково переходить у венозну протоку.



Рис. 3.24. Печінка плода 360,0 мм ТПД (діафрагмова поверхня). Фото макропрепарату. Зб. $\times 2,6$:

- 1 – серпоподібна зв'язка печінки;
- 2 – пупкова вена;
- 3 – вінцева зв'язка;
- 4 – права частка печінки;
- 5 – ліва частка печінки.

Наприкінці 8-го місяця розвитку печінка займає велику частину правого верхнього квадранта черевної порожнини. Має опуклий верхній контур, який повторює вигин діафрагми, та ввігнутий нижній, обмежений петлями кишок. Пупкова вена чітко контрастована, проходить від пупка вгору до воріт печінки, під кутом до хребта (рис. 3.25). Проєктується в передньо-нижньому відділі печінки, з чіткою дугоподібною формою, спрямованою до воріт печінки. Нижня порожниста вена візуалізована у вигляді широкого тіньового стовбура, який добре контрастований та знаходиться у ділянці позаду печінки, прямує вгору та присередньо до правого передсердя.

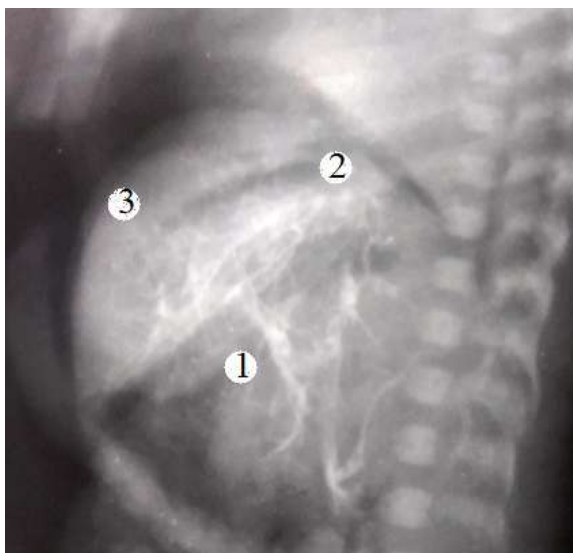


Рис. 3.25. Рентгенограма печінкових судин в бічній проєкції плода 385,0 мм ТПД. Фоторентгенограма. Зб. $\times 2,5$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – нижня порожниста вена;
- 3 – капсула печінки.

У 9-місячних плодів простежується добре сформована внутрішньопечінкова судинна архітектоніку. Пупкова вена добре контрастована, видима, чітка, має вигляд товстостінної трубчастої структури, яка проходить у черевну порожнину від пупкового кільця та вздовж по

пупковій щілині, простягається вгору і ліворуч (на знімку присередньо) до воріт печінки (рис. 3.26). Ворітна печінкова вена проєктується дещо вище пупкової вени, проходить майже горизонтально в напрямку до правої частки печінки. Вона має вигляд тонкої контрастної лінії, яка відгалужується від пупкової вени біля воріт печінки, проходить косо вгору та присередньо. На рівні верхньої межі печінки, контрастуються висхідні тонкі судини, що зливаються і впадають у нижню порожнисту вену.

Упродовж третього триместру внутрішньоутробного розвитку продовжується наступне збільшення довжини та діаметра пупкової вени. Довжина пупкової вени коливається від $22,86 \pm 0,32$ (у 8-місячних плодів) до $24,85 \pm 0,33$ (у 10-місячних плодів) (табл. 3.2.), а діаметр варіює від $6,13 \pm 0,05$ до $6,77 \pm 0,22$ відповідно.



Рис. 3.26. Контрастна рентгенограма судин печінки в прямій проекції плода 440,0 мм ТПД. Фоторентгенограма. Зб. $\times 2,9$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – нижня порожниста вена;
- 3 – гілки ворітної печінкової вени;
- 4 – ліва печінкова вена;
- 5 – капсула печінки.

Таблиця 3.2

**Довжина та діаметр пупкової вени впродовж третього триместру
внутрішньоутробного розвитку (мм)**

Вікова група	Довжина пупкової вени		Діаметр пупкової вени	
	$M \pm m$	Межі довірчих інтервалів	$M \pm m$	Межі довірчих інтервалів
8 міс	$22,86 \pm 0,32$	22,14 – 23,58	$6,13 \pm 0,05$	6,02 – 6,24
9 міс	$24,00 \pm 0,33$	23,08 – 24,92	$6,36 \pm 0,17$	5,89 – 6,83
10 міс	$24,85 \pm 0,33$	24,00 – 25,70	$6,77 \pm 0,22$	6,20 – 7,34

Прогресивне збільшення довжини пупкової вени спостерігається упродовж 8-10 місяців внутрішньоутробного розвитку. Найбільш інтенсивне збільшення довжини відбувається між 8-м та 9-м місяцем розвитку (на $\approx 11,4$ мм), а між 9-м та 10-м місяцем розвитку спостерігається поступове збільшення (на $\approx 8,5$ мм). Зовнішній діаметр пупкової вени також збільшується з кожним наступним місяцем: з $6,13 \pm 0,05$ мм на 8-му місяці розвитку до $6,36 \pm 0,17$ мм на 9-му, і далі – до $6,77 \pm 0,22$ мм на 10-му місяці розвитку (рис. 3.27). Розширення довірчих інтервалів для діаметра у 9-му та 10-му місяцях свідчить про більшу індивідуальну варіабельність у цей період, що може бути зумовлено як індивідуальними анатомічними особливостями, так й різними темпами розвитку плодів. Загальна динаміка показує стабільне і поступове збільшення обох параметрів, що може слугувати орієнтиром для визначення нормальних меж розвитку пупкової вени в пізні терміни внутрішньоутробного розвитку.

Дослідження структурних особливостей пупкової вени в 8-місячних плодів показали про чітко сформовану гістологічну структуру, її стінка складається із трьох типових оболонок: внутрішня із підендотеліальним шаром, середня та зовнішня оболонки (рис. 3.28). Така структура відповідає розвитку плодів третього триместру внутрішньоутробного розвитку. В свою чергу, внутрішня оболонка набуває більш складної структури і складається з

ендотеліального шару, підендотеліальної сполучної тканини та внутрішньої еластичної мембрани.

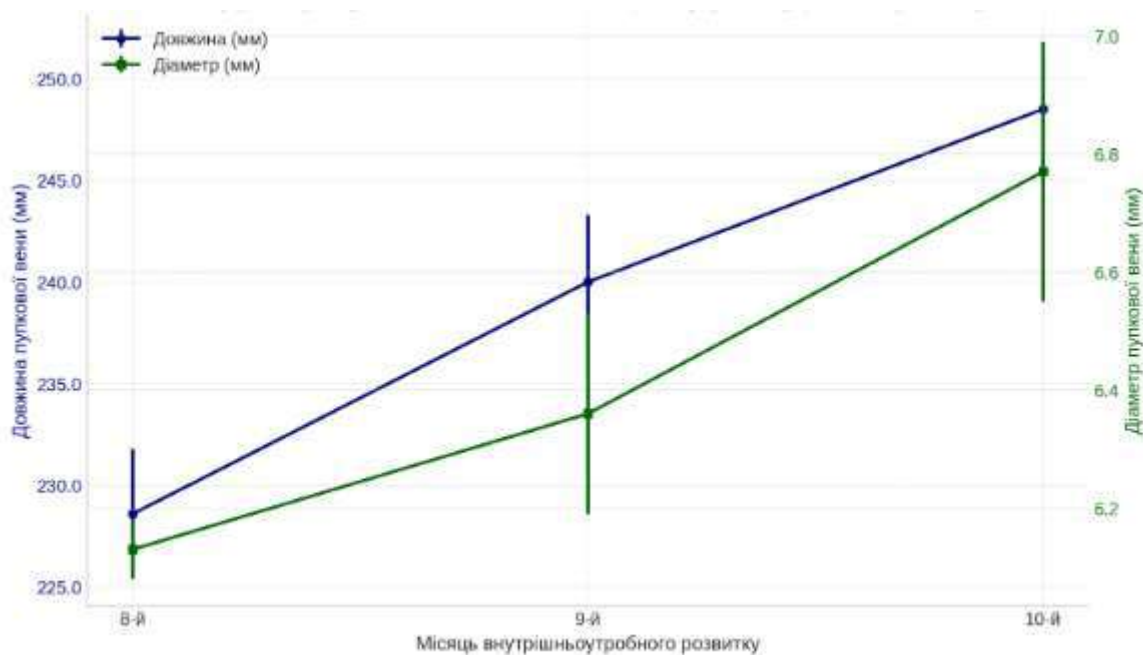


Рис. 3.27. Показники довжини та діаметра пупкової вени впродовж третього триместра внутрішньоутробного розвитку

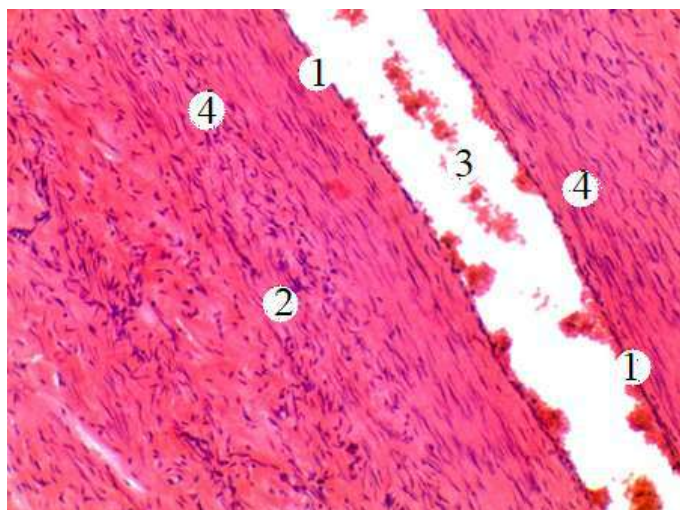


Рис. 3.28. Поперечний зріз пупкової вени плода 360,0 мм ТПД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 100$:

- 1 – внутрішня оболонка;
- 2 – середня оболонка;
- 3 – просвіт судини;
- 4 – ядра гладких міоцитів.

Внутрішня оболонка сформована моношаром плоских клітин із гіперхромними ядрами і еозинофільною цитоплазмою, які вистилають внутрішню поверхню і безпосередньо контактують з кровотоком. Гладкі міоцити м'язової оболонки розташовуються циркулярно, клітини мають типову морфологічну будову. Поряд з м'язовими елементами у середній оболонці багато волокнистих структур. Еластичні і колагенові волокна сприяють підтриманню еластичності, міцності та запобігають надмірному перерозтягненню. Ендотеліальний шар складається із ендотеліальних клітин, які мають плоску, витягнуту форму та розташовуються паралельно по відношенню до осі судини. Ядра ендотеліальних клітин еліпсоподібної форми і розміщені хаотично вздовж течії току крові. Зв'язок ендотеліоцитів між собою забезпечується за допомогою щільних замикальних контактів (десмосоми та адгезійні контакти), що мінімізує проникність судинної стінки. Ці органи видовженої паличкоподібної форми, розмірами від 0,1 до 3,0 мкм у довжину та оточені захисною мембраною. Підендотеліальний шар сформований пухкою сполучною тканиною, яка в товщі має колагенові, еластичні волокна, фібробласти та поодинокі гладкі міоцити. Внутрішня еластична мембрана представлена тонким шаром еластичних волокон. Залежно від ділянки судини, відзначається безперервний та фрагментарний характер розташування гладких міоцитів та всіх типів волокон (рис. 3.29).

Середня оболонка пупкової вена на цьому етапі розвитку представлена гладком'язовими клітинами еластичними та колагеновими волокнами, аморфною речовиною. Основним компонентом середньої оболонки є гладкі міоцити, які розміщуються циркулярно із еліпсоподібними ядрами в центральній частині клітин, що дає можливість регулювати діаметр судини. В цитоплазмі цих клітин також присутні мікрофіламенти з актину та міозину. Відзначаються щільні з'єднання клітин між собою у вигляді типових десмосомних контактів. Колагенові волокна забезпечують механічну стійкість структури судини. Еластичні волокна в цій оболонці розміщуються

нерівномірно, хаотично і мають хвилястий вигляд. Разом із гладкими міоцитами ці волокна взаємодіють своїми кінцями і створюють оптимальні умови для підтримання еластичності та гнучкості судинної стінки. Додатковою функцією волокон є амортизація гемодинамічного навантаження; запобігання посиленому розширенню судини під впливом високого тиску крові, що надходить із плаценти. Збільшується кількість міжклітинної речовини, що забезпечує не лише гідратацію компонентів вени, а й процеси метаболізму в цілому. В середній оболонці відбуваються основні важливі зміни: збільшення кількості та активності гладком'язових клітин, стрімке зміцнення волокнистого каркасу, а також підвищена гідратація міжклітинної речовини.

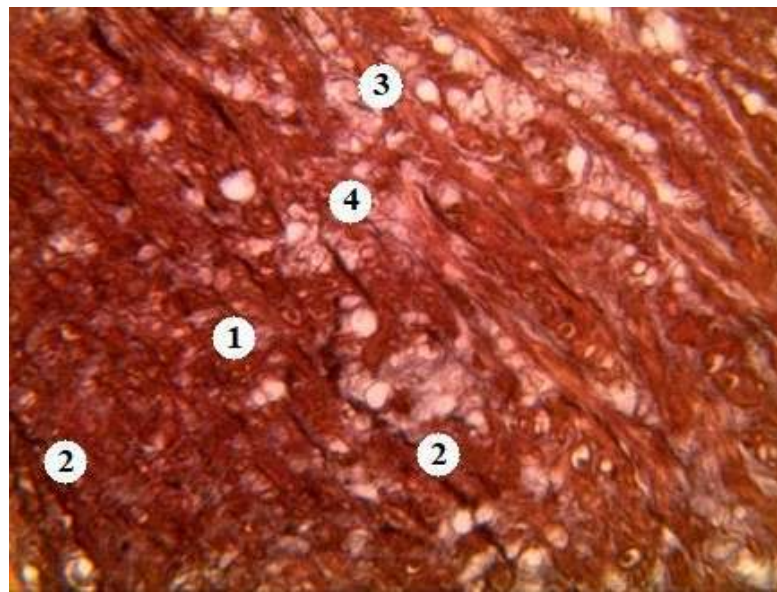


Рис. 3.29. Поздовжній зріз стінки пупкової вени 360,0 мм ТПД. Забарвлення за методом Ван Гізона – Вейгерта. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 250$:

- 1 – середня оболонка;
- 2 - еластичні волокна;
- 3 – колагенові волокна;
- 4 – основна речовина.

У 8-10 місячних плодів зовнішня оболонка сформована пухкою сполучною тканиною, до складу якої входять популяції молодих фібробластів, зрілих фібробластів та фіброцитів (рис. 3.30). Крім цього, візуалізуються колагенові волокна, але в меншій кількості, аморфна міжклітинна речовина, дрібні поодинокі судини та нервові волокна.

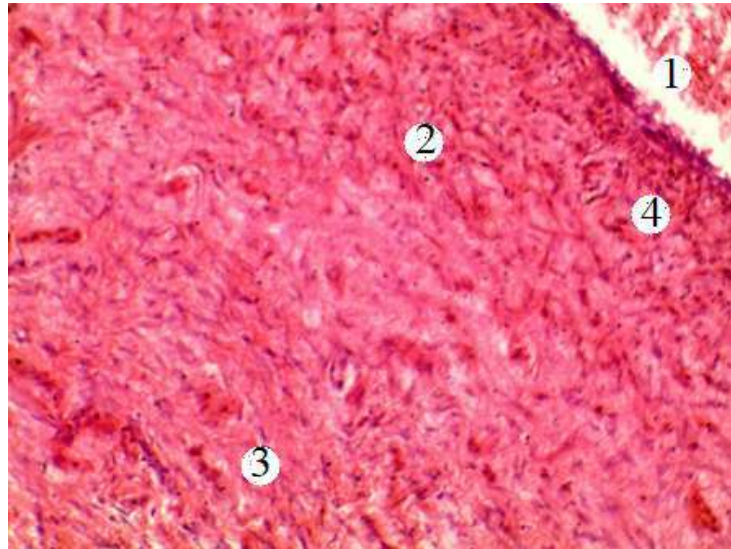


Рис. 3.30. Поздовжній зріз пупкової вени у плода 360,0 ТПД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 100$:

- 1 – кровонаповнений просвіт;
- 2 – середня оболонка;
- 3 – ядра фібробластів та колагенові волокна;
- 4 – м'язові клітини.

Представлені колагенові волокна, які формують міцний фундамент для судини (сітка волокон). Єдиними клітинами в цій оболонці, які синтезують колаген є фіброцити із фібробластами. Еластичні волокна спостерігаються в невеликій кількості. Нерви судини зовнішньої оболонки пупкової вени відповідаю за регуляцію скорочення гладких міоцитів, впливаючи на діаметр судини та реакцію на зміни кровотоку.

Підсумок

Отже, в другому і третьому триместрах внутрішньоутробного розвитку всі оболонки стінки пупкової вени досягають максимального рівня організації, що дозволяє ефективно виконувати її функції до моменту народження. У другому триместрі внутрішньоутробного розвитку відбувається структурна та функціональна адаптація пупкової вени до зростаючих потреб плода, що є критичним для нормального розвитку. У плодів другого триместру відзначається слабка кореляція між довжиною та діаметром пупкової вени. Однак, в третьому триместрі внутрішньоутробного розвитку відзначається помірна позитивна кореляція, що свідчить про помірний позитивний зв'язок між довжиною та діаметром пупкової вени. В третьому триместрі значення $p > 0,05$, тобто зв'язок не є статистично значущим, тому це вимагає подальшого дослідження параметрів пупкової вени на більш пізніх етапах розвитку: в новонароджених, грудному віці, а також в зрілому і старечому періодах.

Результати розділу висвітлено в наукових працях дисертантки [171, 172, 177, 178, 179].

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПУПКОВОЇ ВЕНИ В ПОСТНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ

4.1. Морфологічні особливості пупкової вени в ранньому неонатальному періоді та грудному віці

Печінка в новонароджених м'якої консистенції із тонкою прозорою капсулою (Глісона), займає приблизно $\frac{1}{3}$ об'єму черевної порожнини. Серпоподібна зв'язка розмежовує печінку на праву та ліву частки; квадратна та хвостата частки менш виражені (рис. 4.1). Діафрагмова поверхня печінки більш випукла, щільно прилягає до діафрагми. Нутрошева поверхня – нерівна, має втиснення від прилеглих органів та анатомічні борозни.

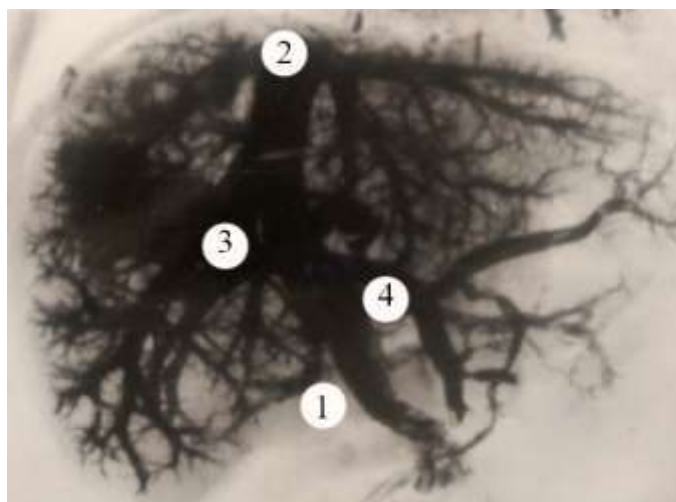


Рис. 4.1. Контрастна рентгенограма венозних судин печінки новонародженого. Фоторентгенограма. 3б. $\times 2,1$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – нижня порожниста вена;
- 3 – гілки пупкової вени;
- 4 – венозна пазуха.

У дітей грудного віку печінка займає переважно праву частину черевної порожнини з переходом на серединну лінію, має чіткі контури. Пупкова вена контрастується як великий судинний стовбур (рис. 4.2).

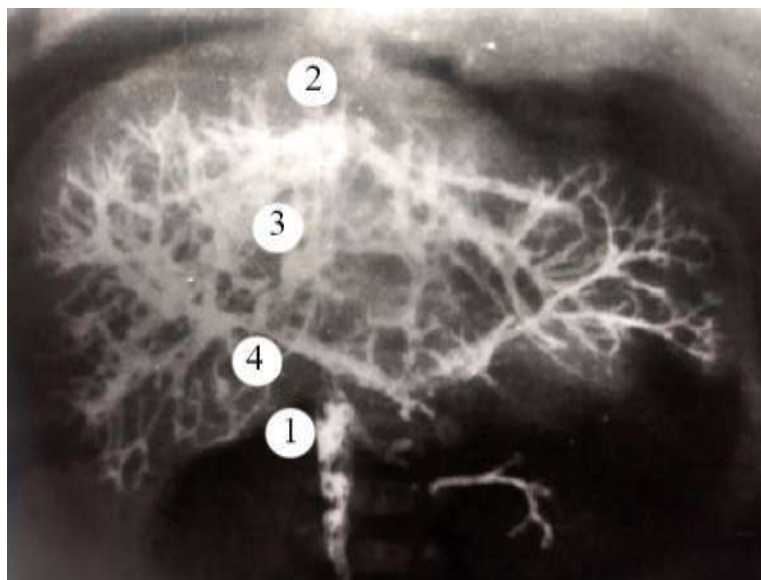


Рис. 4.2. Контрастна рентгенограма венозних судин печінки у дитини грудного віку. Фоторентгенограма. 3б. $\times 2,7$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – нижня порожниста вена;
- 3 – гілки пупкової вени;
- 4 – гілка ворітної печінкової вени.

У новонароджених середня довжина пупкової вени становить $32,18 \pm 1,97$ см, а її діаметр – $8,16 \pm 0,34$ мм. У дітей грудного віку спостерігається збільшення морфометричних параметрів пупкової вени: довжина – $47,8 \pm 0,91$ см, діаметр – $8,93 \pm 0,32$ мм (табл. 4.1). Коефіцієнт кореляції Пірсона між довжиною та діаметром: $r = 0,89$. Це сильна позитивна кореляція, свідчить про статистичну значущість. У новонароджених, чим довша пупкова вена, тим менший її діаметр, що може свідчити про загальну пропорційність розвитку. Коефіцієнт кореляції Пірсона між довжиною та діаметром в об'єктів грудного віку: $r = -0,98$. Це сильна негативна кореляція, причиною

якої може бути мала вибірка об'єктів дослідження та особливості розвитку на цій стадії постнатального періоду онтогенезу людини.

Таблиця 4.1

**Довжина та діаметр пупкової вени впродовж періоду
новонародженості та грудного віку (мм)**

Вікова група	Довжина пупкової вени		Діаметр пупкової вени	
	$M \pm m$	Межі довірчих інтервалів	$M \pm m$	Межі довірчих інтервалів
новонароджені	$32,18 \pm 1,97$	26,71 – 37,65	$8,16 \pm 0,34$	7,22 – 9,10
грудний вік	$47,8 \pm 0,91$	43,88 – 51,72	$8,93 \pm 0,32$	7,55 – 10,31

У грудному віці спостерігається зворотна залежність – із збільшенням довжини вени, діаметр дещо зменшується, можливо через перебудову або адаптаційні процеси. Значення t-критерію Пірсона взяті з таблиці Стьюдента для відповідного числа ступенів свободи:

$$df = n - 1: \text{ для } n = 5 \rightarrow df = 4 \rightarrow t \approx 2,776$$

$$df = 2 \rightarrow t \approx 4,303$$

З віком довжина пупкової вени збільшується (на $\approx 15,6$ мм у середньому), що свідчить про активні морфогенетичні процеси в ранньому постнатальному періоді. Діаметр пупкової вени також дещо збільшується, проте зміни менш виражені, що вказує на стабілізацію діаметра просвіту судини або перебудову її судинної стінки. У новонароджених спостерігається більша варіативність довжини ($SD = 4,41$ мм) порівняно з грудним віком ($SD = 1,57$ мм), що може бути зумовлено індивідуальними особливостями внутрішньоутробного розвитку. 95 % довірчі інтервали свідчать про статистичну надійність отриманих оцінок, з відносно вузьким діапазоном у грудному віці, що вказує на меншу варіабельність і більшу стабільність параметрів.

Графічна інтерпретація морфометричних показників пупкової вени демонструє чіткі вікові відмінності. У новонароджених спостерігається пряма кореляція між довжиною та діаметром вени – зі збільшенням довжини збільшується й діаметр (рис. 4.3). У грудному віці точки розташовані більш щільно в межах вузького діапазону довжин, але при цьому видно тенденцію до зменшення діаметра за умов збільшення довжини, що підтверджує негативний кореляційний зв'язок. Це свідчить про вікову перебудову пупкової вени, яка в ранньому постнатальному періоді змінює не лише розміри, а й співвідношення між основними морфометричними параметрами.

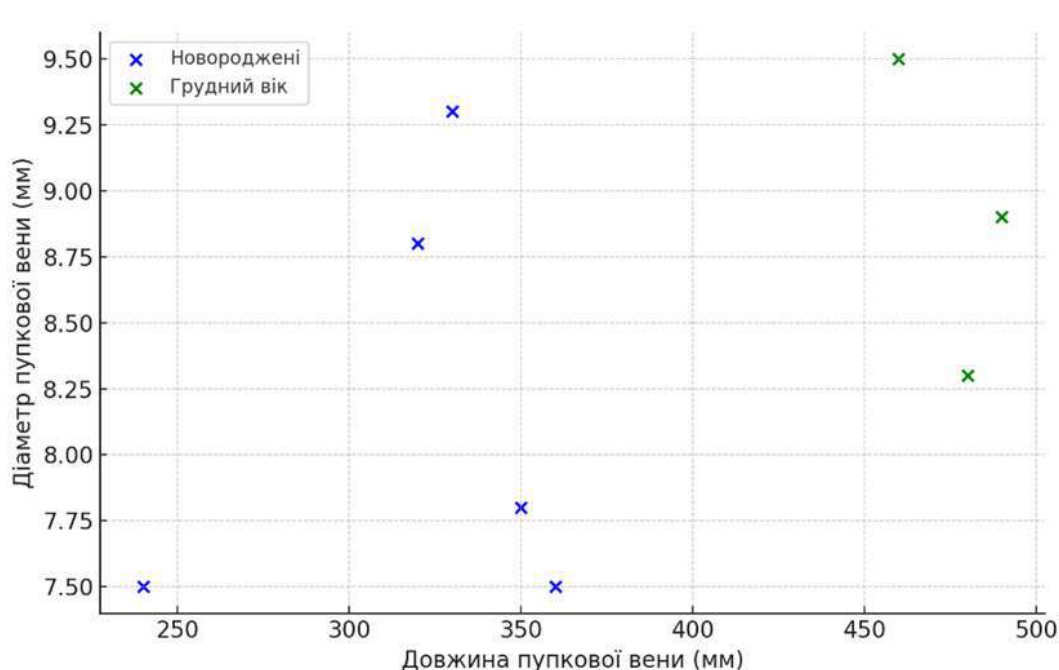


Рис. 4.3. Параметри довжини та діаметра пупкової вени в новонароджених та дітей грудного віку

Дослідження структурної організації пупкової вени в періоди новонародженості та грудного віку показали, що судина має збережену морфологічну будову всіх структурних компонентів, які притаманні їй у пренатальний період, проте після народження вона поступово починає облітеруватись. Відзначається дисфункція судинної стінки, виявляються

ділянки з розширенням або звуженням просвіту. Часто спостерігається локальні відшарування ендотелію. Внутрішня оболонка стінки пупкової вени у новонародженого є добре розвиненою і складається з ендотеліального шару, де переважає одношаровий плоский епітелій (ендотеліоцити), клітини витягнутої форми, які щільно прилягають одне до одного. Базальна мембрана внутрішньої оболонки складається із колагену, який володіє опорними властивостями. Підендотеліальний шар складається із сполучнотканинного матриксу із колагеновими та еластичними волокнами. В цьому шарі містяться фібробластоподібні клітини, які синтезують активні речовини для підтримки гнучкості стінки пупкової вени. Після пересікання пуповини, в стінці пупкової вени новонароджених та об'єктів грудного віку відзначається менша кількість ендотеліоцитів і активність цього шару різко знижується. Однак збільшується товщина базальної мембрани, що пояснюється змінами обміну речовин в організмі в постнатальному періоді. В підендотеліальному шарі різко збільшується кількість колагенових волокон, що свідчить про початкові явища фіброзної трансформації.

Після народження середня оболонка зберігає свою форму і структуру, хоча вже помітні процеси редукції та фіброзного перетворення. Середня оболонка перебуває у стані контрактури, гладкі міоцити у стані постійного скорочення, у зв'язку з цим ядра клітин не візуалізуються, а цитоплазма інтенсивно оксифільна. Також у середній оболонці колагенові і еластичні волокна часто із ознаками деструкції (рис. 4.4).

Основна речовина пухкої сполучної тканини зовнішньої оболонки набрякла, внаслідок чого формуються слабо оксифільні оптичні пустоти. Спостерігається розволокнення колагенових волокон, часто фрагментація та набряк. Гладком'язові клітини в середній оболонці розташовуються циркулярно і формують шари у вигляді кілець, які відповідають за регулювання тону судинної стінки під час внутрішньоутробного розвитку.



Рис. 4.4. Поперечний зріз пупкової вени новонародженого. Забарвлення гематоксилином і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 40$:

- 1 – просвіт судини;
- 2 – ендотелій;
- 3 – внутрішня оболонка;
- 4 – зовнішня оболонка.

Після народження кількість типових гладких міоцитів в рази зменшується, а інші перетворюються на фібробластоподібні клітини, які активно синтезують колагенові волокна. Ці волокна у великій кількості трапляються в міжклітинній речовині, що надає опорних властивостей судині, однак в новонароджених ця здатність втрачається. Кількість еластичних волокон різко зменшується і розташовуються вони по периферії у вигляді невеликих пучків. Крім зазначено, виявляються перицити (клітини Руже), які мають зірчасту, веретеноподібну форму і розташовуються у великій кількості в товщі середньої оболонки.

Зовнішня оболонка пупкової вени в новонароджених та в об'єктів грудного віку виконує всі аналогічні функції, що й внутрішньоутробно, а саме: захисну, трофічну та структурну, але після народження поступово зазнає фіброзних змін. У зовнішній оболонці відзначаються адипоцити із

дещо деформованою формою фіброblastи із слабо базофільними ядрами, сплюснені фіброblastи із гіперхромними ядрами (рис. 4.5).

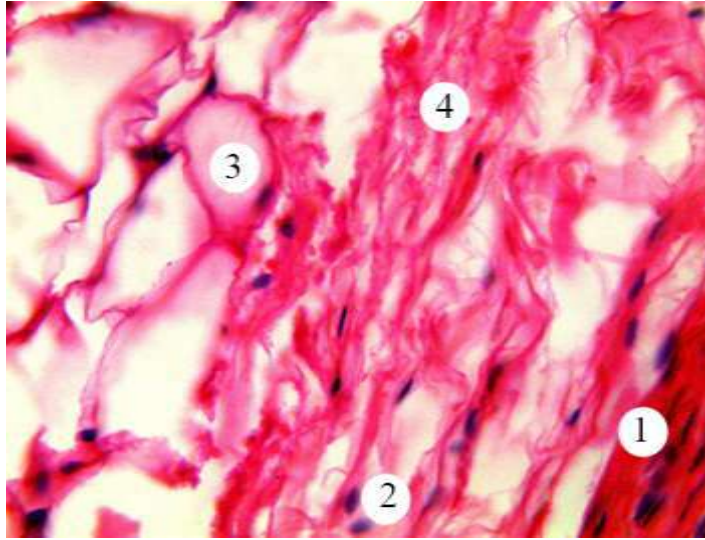


Рис. 4.5. Поздовжній зріз пупкової вени у грудному віці. Забарвлення гематоксилином і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 100$:

- 1 – фрагмент середньої оболонки;
- 2 – клітини фіброblastичного ряду;
- 3 – адипоцити;
- 4 – волокна.

Основними компонентами зовнішньої оболонки пупкової вени в новонароджених в перші дні життя є колагенові волокна, однак переважають лише ретикулярні волокна, завдяки яким пупкова вена володіє гнучкістю. Пласти, які були сформовані еластичними волокнами після народження проявляють ознаки редукції. У зовнішній оболонці помітно багато макрофагів, які після народження більше активізуються, поглинають залишки клітинних структур після завершення внутрішньоутробного розвитку та забезпечують імунітет. Крім цього, всі макрофаги беруть активну участь в подальшому ремоделюванні пупкової вени та її облітерації. Присутні перицити, які оточують дрібні судини, що проходять через зовнішню оболонку та забезпечують живлення пупкової вени зі зовнішньої

оболонки до середньої. Лише через сім днів після народження зменшується кількість перицитів та їх активність, що веде до редукції власне зовнішньої оболонки і втрати її повної втрати структурних властивостей стінки пупкової вени. Однак в товщі зовнішньої оболонки залишаються тканинні базофіли, які відповідають за продукцію гепарину та гістаміну, що регулює процес локального кровопостачання та місцеву запальну реакцію після перетинання пупкового канатика. Тканинні базофіли безпосередньо впливають на структурну перебудову пупкової вени та підготовку організму до життя поза материнським організмом. Редукція тканинних базофілів відбувається в декілька етапів, першим критичним з яких є саме перший тиждень після народження. В цей період відбувається повне припинення кровотоку через пупкову вену, що запускає цілий каскад незворотних морфологічних та біохімічних реакцій. У першу добу відбувається зниження гідродинамічного тиску як наслідок повної зупинки плацентарного кровообігу. Внаслідок процесу дегрануляції тканинних базофілів відбувається викид молекул гістаміну, триптази, хімази та гепарину. Одночасно з цим простежується збільшення кількості колагенових волокон, який ініціює активну фазу фіброзування і початку фагоцитозу деградованих тканинних базофілів макрофагами. Як наслідок, спостерігається збільшення кількості цитоплазми в клітинах, фрагментація гранул та майже повна втрата метакромазії, ядро стає пікнотичним, що свідчить про процес апоптозу. Фаза прогресуючої редукції тканинних базофілів пупкової вени новонароджених відбувається в 24-72 години після народження й перетинання пупкового канатика. Даний період в новонароджених характеризується повною втратою функціональної активності тканинних базофілів зі зменшенням фракцій гістаміну та гепарину. Відбувається активне поглинання залишків загиблих клітин та перебудова зовнішньої оболонки: колагенові волокна збільшуються в розмірах та ущільнюються за рахунок чого зменшується міжклітинний простір. Гранули тканинних базофілів зменшуються і поступово повністю

зникають. Ядра тканинних базофілів набувають конденсованої структури, що свідчить про ознаки апоптозу, а в цитоплазмі збільшується кількість пухирців (цитоплазматичні бульбашки), що є ознакою дегенерації. Останньою фазою є остаточне очищення, яка триває від 72 годин до 3-7 днів. На даному етапі більша частка (90 %) тканинних базофілів повністю зникає в зовнішній оболонці (повна редукція). Фібробласти повністю домінують серед всього клітинного складу та формують щільну сполучну тканину. Макрофаги завершують елімінацію клітин та деградованих гранул. У перші години життя новонародженого спостерігаються ознаки запалення, однак вони швидко витісняються процесами фібробластичної інфільтрації та підготовкою до перетворення на круглу зв'язку печінки (остаточна стабілізація фіброзу).

У новонароджених та об'єктів грудного віку в цитоплазмі фіброцитів відзначаються невеликі конгломерати фібрoneктину, який також сприяє процесу фіброзування. Кількість хондроїтинсульфату та гіалуронової кислоти після народження значно зменшується, а через сім днів практично відсутні, що теж вказує на початок фіброзу. Виявляються ділянки відшарування зовнішньої оболонки від прилеглих тканин та інших шарів пупкової вени.

4.2. Структурні перетворення пупкової вени в першому періоді зрілого віку

Пупкова вена (кругла зв'язка печінки) в об'єктів першого періоду зрілого віку проходить у нижній частині серпоподібної зв'язки печінки, від пупка до печінки та прямує вгору та дещо ліворуч до переднього краю печінки, де входить у її паренхіму (рис. 4.6). Ззовні нагадує тяж із щільної сполучної тканини (рис. 4.7). Видимість судин через серпоподібну зв'язку разом з сполучною тканиною втрачена або зведена до мінімуму (рис. 4.8).



Рис. 4.6. Органи черевної порожнини людини першого періоду зрілого віку. Фото макропрепарату. Зб. $\times 2,8$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – серпоподібна зв'язка;
- 3 – паренхіма печінки;
- 4 – фіброзна оболонка печінки;
- 5 – малий чепець;
- 6 – підшлункова залоза;
- 7 – дванадцятипала кишка.



Рис. 4.7. Органи черевної порожнини людини першого періоду зрілого віку. Фото макропрепарату. Зб. $\times 2,9$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – серпоподібна зв'язка;
- 3 – жирова клітковина;
- 4 – підшлункова залоза.



Рис. 4.8. Фрагмент пупкової вени людини першого періоду зрілого віку.
Фото макропрепарату. Зб. $\times 3,1$:

1 – пупкова вена;

2 – серпоподібна зв'язка.

Дослідження мікроструктури верхнього сегмента пупкової вени в об'єктів першого періоду зрілого віку встановили, що чіткого розмежування в стінці пупкової вени на оболонки не спостерігається, просвіт судини неправильної форми, звужений, вена перебуває в персистуючій констрикції. У внутрішній оболонці спостерігається виражений оксифільний ендотеліальний шар без чіткої диференціації між ендотеліоцитами. Ендотелій внутрішньої оболонки першого періоду зрілого віку вистелений одношаровим плоским епітелієм, який лежить на базальній мембрані і клітини мають веретеноподібну або витягнуту овальну форму. Ядра ендотеліоцитів розташовані вздовж осі пупкової вени. Ендотеліоцити з'єднані між собою ділянками злипання або десмосомними щільними контактами, які забезпечують бар'єрну функцію стінки пупкової вени. Підендотеліальний шар сформований з пухкої сполучної тканини із еластичними та колагеновими волокнами. Кількість міжклітинного матриксу в рази збільшилась, що є ознакою фіброзування. Відзначаються поодинокі гладкі міоцити, які свідчать про ремоделювання пупкової вени. Крім цього,

залишається частина перицитів, які відіграють роль в деяких регенеративних процесах в пупковій вені. Внутрішня еластична мембрана внутрішньої оболонки вени в першому періоді зрілого віку є добре розвинутою, вираженою, має хвилястий вигляд і складається лише з еластичних волокон. Локально відзначаються ділянки фрагментації та деструкції еластичних волокон, відбувається накопичення міжклітинного матриксу (колагену) без видимого потовщення оболонки судини.

Середня оболонка стінки пупкової вени має типову будову вен великого калібру, однак має ряд своїх особливостей: м'язові клітини залягають циркулярно, у їх проміжках виявляються переважно еозинофільні колагенові волокна (рис. 4.9). Середня оболонка характеризується змінами,

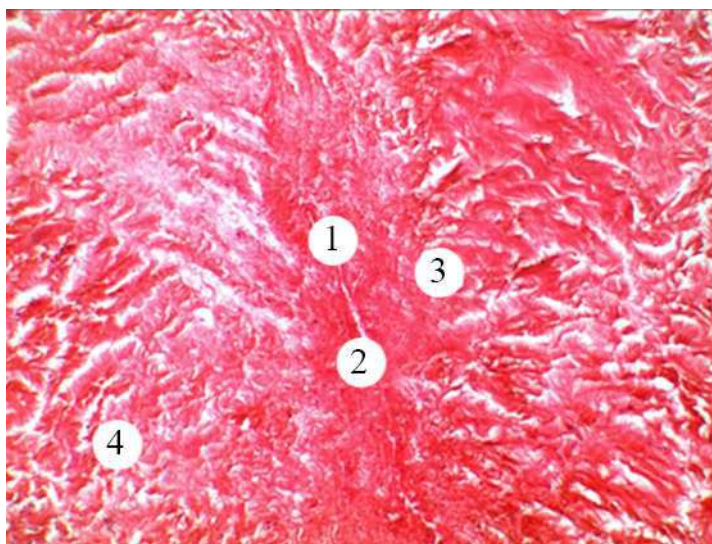


Рис. 4.9. Поперечний зріз верхнього сегмента пупкової вени першого зрілого періода. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 40$:

- 1 – просвіт судини;
- 2 – внутрішня оболонка;
- 3 – середня оболонка;
- 4 – зовнішня оболонка.

які вказують на перехідний стан між типовою будовою вен і залишковими особливостями стінки судини, що виконувала важливу функцію в фетальному кровообігу. Відзначається гетерогенність організації м'язових структур: з віком відбувається їх часткова редукція, що може спричинити зниження еластичності судини. Гладкі міоцити організовані у циркулярно орієнтовані шари. Гладкі міоцити мають веретеноподібне ядро. Спостерігаються поодинокі макрофаги і перицити, які виконують імуномодуючу функцію. Останні розташовані лінійно на межі середньої і зовнішньої оболонок стінки пупкової вени та беруть активну участь в процесах регенерації. Середня оболонка пупкової вени в першому періоді зрілого віку є найбільш вираженою серед всіх оболонок. У товщі цієї ділянки простягаються циркулярні гладком'язові клітини, які піддаються редукції. Кількість еластичних волокон різко зменшується, а ті еластичні волокна, які залишились в середній оболонці, втрачають свою еластичність через деградацію еластичних компонентів. Присутні фіброзні зміни в середній оболонці є підґрунтям для подальшого склерозування.

Зовнішня оболонка в об'єктів першого періоду зрілого віку стінки пупкової вени утворена пухкою сполучною тканиною, виявляється набряк міжклітинної речовини. Зовнішня оболонка 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 унаслідок чого зовнішня оболонка забарвлюється слабо оксифільно. Волокнисті структури деструктуризовані, відзначається їх часткова фрагментація (рис. 4.10).

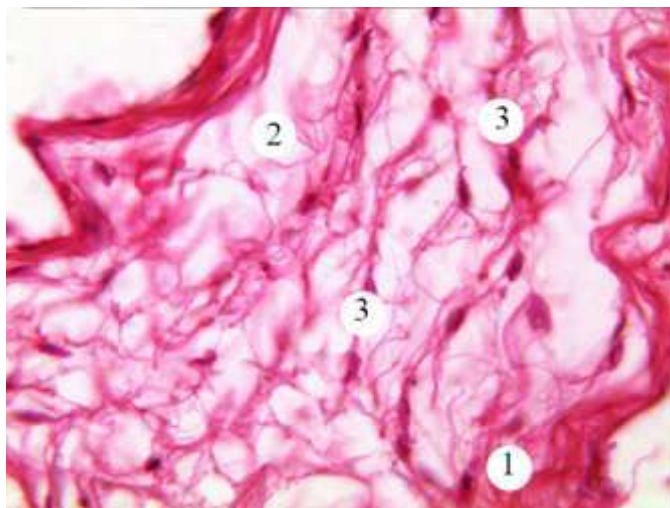


Рис. 4.10. Фрагмент зовнішньої оболонки пупкової вени першого періоду зрілого віку. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 250$:

- 1 – колагенові волокна;
- 2 – набряк міжклітинної речовини;
- 3 – фібробласти.

Саме колагенові волокна становлять 90-95 % від усіх волокон. Незначна частина еластичних волокон розташована у внутрішньому шарі зовнішньої оболонки, яка контактує із середньою оболонкою (рис. 4.11). Відзначається більша кількість фібробластів та фіброцитів, що також вказує на стимуляцію фіброзування.

Відзначаються поодинокі малопомітні макрофаги, які відповідають за утилізацію метаболітів з клітин стінки пупкової вени та регуляцію місцевої запальної реакції. Лімфоцити в усіх шарах цієї оболонки майже відсутні. У глибоких шарах зовнішньої оболонки розташована велика кількість адипоцитів, особливо в місцях прикріплення дрібних судин до суміжних тканин. У першому періоді зрілого віку в зовнішній оболонці відзначаються локальні порушення цілісності еластичних структур (ознаки ремоделювання стінки пупкової вени). Протеоглікани такі як гіалуронова кислота, дерматансульфат та хондроїтинсульфат

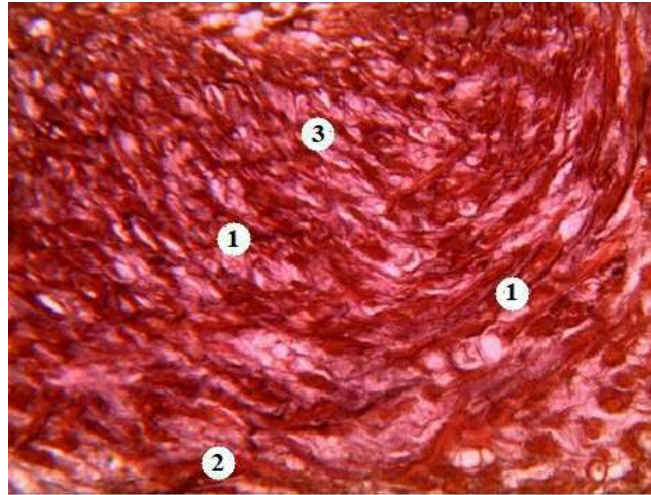


Рис. 4.11. Поперечний зріз верхнього сегмента пупкової вени першого періоду зрілого віку. Забарвлення за методом Ван Гізон – Вейгерт. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 250$:

- 1 – еластичні волокна,
- 2 – колагенові волокна,
- 3 – основна речовина.

в зовнішній оболонці продовжують регулювати гідратацію тканин. У глибоких шарах зовнішньої оболонки залягають дрібні судини, які живлять всі оболонки, а також частково середню оболонку. Ці дрібні судини довго зберігають хорошу васкуляризацію, і потім піддаються початковим явищам склерозування. Крім цього, відзначаються дрібні немієлінізовані симпатичні волокна, які регулюють тонус як пупкової вени, так й дрібних судин (*vasa vasorum*), які до неї прилягають. Однак всі ці судини і нервові волокна спостерігаються в малій кількості.

Верхній сегмент пупкової вени в першому зрілому періоді не має чіткої структурної організації. Внутрішня оболонка представлена ендотелієм із підендотеліальним шаром. Поодинокі клітини епітелію мають плеоморфні ядра та інтенсивно оксифільну цитоплазму. У середній оболонці переважають волокнисті компоненти над гладкими міоцитами, у зв'язку з

чим дана оболонка інтенсивно оксифільний, що вказує на превалювання колагенових волокон (рис. 4.12).

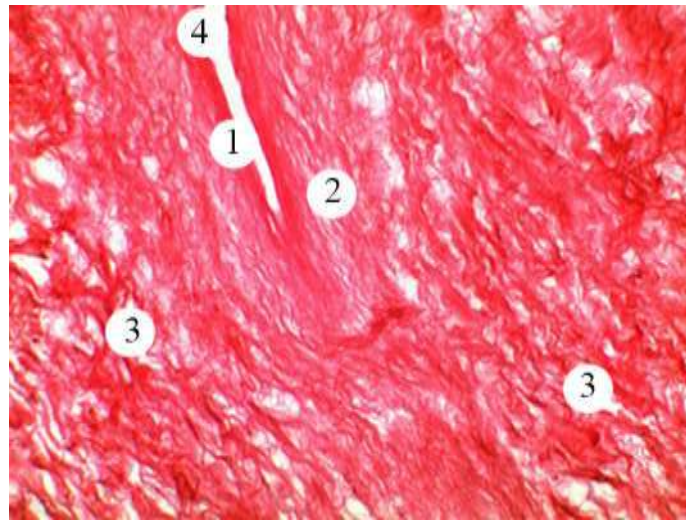


Рис. 4.12. Поперечний зріз верхнього сегмента пупкової вени першого періоду зрілого віку. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 40$:

- 1 – внутрішня оболонка;
- 2 – середня оболонка;
- 3 – зовнішня оболонка;
- 4 – просвіт.

Відзначаються значні ділянки розволокнення колагенових волокон та локальні дрібні набряки основної речовини, на що вказують просвітлені ділянки у представленій оболонці. Зовнішня оболонка бідна на клітинний склад, у ній переважають волокнисті компоненти. Колагенові волокна забарвлюються оксифільно, розташовуються хаотично, часто формують плоскі тяжі. Також виявляються еластичні волокна, які розгалужені та формують анастомози між собою. Поодинокі виявляються веретеноподібні фібробласти із овальними світлими ядрами, інтенсивно еозинофільною цитоплазмою (рис. 4.13).

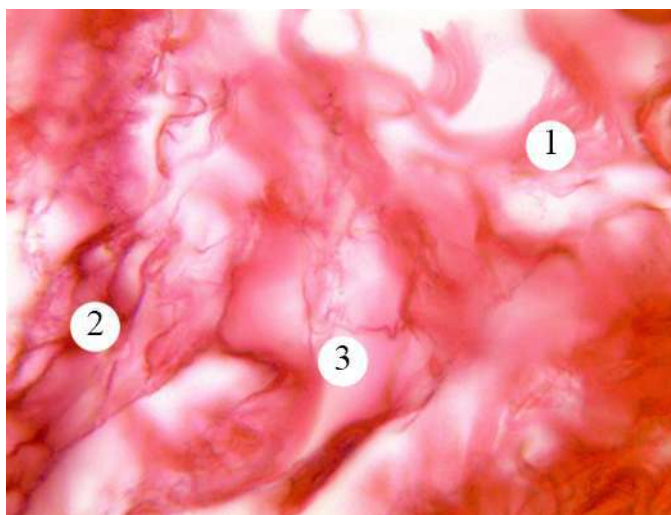


Рис. 4.13. Поздовжній зріз верхнього сегмента пупкової вени першого періоду зрілого віку. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 250$:

- 1 – пучки колагенових волокон;
- 2 – еластичні волокна;
- 3 – основна речовина;

4.3. Особливості будови та структурної організації пупкової вени в другому періоді зрілого віку

Макроскопічно сполучнотканинний тяж пупкової вени у другому періоді зрілого віку має вигляд видовженого, шнуроподібного тяжу із прямолінійним або злегка хвилястим ходом. Довжина пупкової вени становить 132,0 мм, а діаметр – 2,0-4,0 мм (залежно від індивідуальних анатомічних варіантів). Колір: сірувато-білий або блідо-рожевий, місцями з жовтуватим відтінком, що свідчить про жирове переродження або накопичення ліпідів у міжволокнистому просторі (рис. 4.14). Консистенція: помірно щільна, з елементами еластичності, тяж ще зберігає певну пластичність завдяки наявності залишків еластичних волокон та частково збережених структур стінки вени (рис. 4.15).



Рис. 4.14. Органи черевної порожнини в другому періоді зрілого віку.
Фото макропрепарату. Зб. $\times 2,8$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – серпоподібна зв'язка;
- 3 – дванадцятипала кишка;
- 4 – жирова клітковина;
- 5 – підшлункова залоза.



Рис. 4.15. Органи черевної порожнини в другому періоді зрілого віку.
Фото макропрепарату. Зб. $\times 3,4$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – серпоподібна зв'язка.
- 3 – дванадцятипала кишка;
- 4 – підшлункова залоза.

Поверхня тяжа рівна, гладка, місцями з тонкими судинними гілочками, які проступають під очеревиною (рис. 4.16). Редукована пупкова вена проходить у товщі круглої зв'язки печінки, яка, у свою чергу, розташована по нижньому краю серпоподібної зв'язки, прямує від пупка до воріт печінки (рис. 4.17).

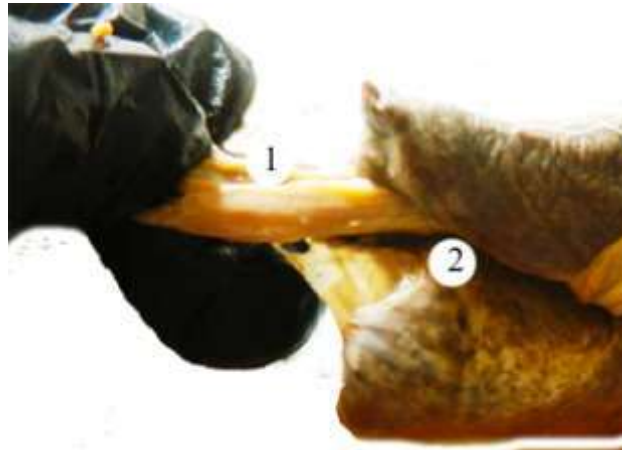


Рис. 4.16. Фрагмент пупкової вени в другому періоді зрілого віку. Фото макропрепарату. Зб. $\times 4,1$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – пупкова щілина.

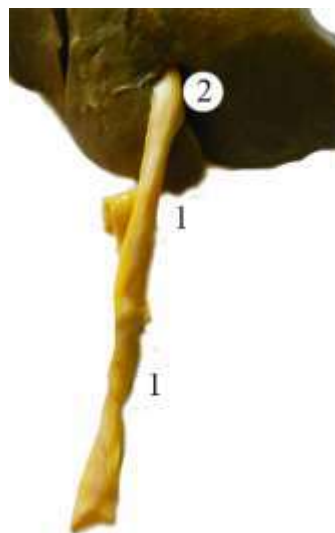


Рис. 4.17. Фрагмент пупкової вени в другому періоді зрілого віку. I Фото макропрепарату. Зб. $\times 3,1$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – пупкова щілина.

Дослідження структурної організації стінки пупкової вени в об'єктів другого періоду зрілого віку показали, що судина має асиметричний просвіт. У всіх оболонках стінки вени виявляється помірний набряк основної речовини. Епітелій внутрішньої оболонки із ознаками відшарування, між ендотеліоцитами часто пошкодженні міжклітинні контакти (десмосоми). Ендотеліальний шар цієї оболонки класично складається з ендотеліоцитів, які зберегли свою веретеноподібну форму та свою орієнтацію вздовж судинної осі. В процесі онтогенезу ядра цих клітин набули витягнутої форми із ознаками гіперхромії, що свідчить про відсутність ознак функціональності та ознаки адаптивних змін стінки пупкової вени. На цьому етапі внутрішня еластична мембрана втрачає свою цілісність й безперервність, стає хвилястою та на всьому протязі фрагментується. Локально відзначаються розриви і стоншення базальної мембрани. Компенсаторні можливості стінки судини різко зменшуються за рахунок заміщення еластичних волокон колагеновими. Спостерігаються видимі скупчення гладком'язвих клітин у всій оболонці, що є ознакою фіброзу.

У середній оболонці зберігається тенденція до переважання волокнистих компонентів над м'язовими елементами. Інтенсивно оксифільні колагенові волокна разом із гладкими міоцитами розташовуються у різних напрямках (рис. 4.18). В свою чергу, значно зменшується кількість гладких міоцитів через апоптоз клітин, зниження проліферативної активності та яскраво виражені фіброзні вікові зміни стінки пупкової вени. Всі клітини середньої оболонки деформуються і набувають неправильної або витягнутої форми, вони втрачають здатність до скорочення, що відображається на особливостях адаптуватись до змін кров'яного тиску. Сполучнотканинний матрикс здебільшого становлять волокна, причому колагенові волокна розширюються, ущільнюються і дезорієнтуються.

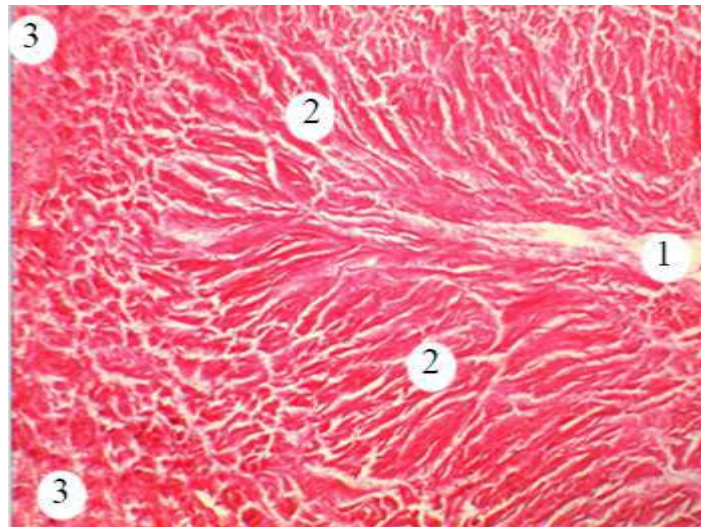


Рис. 4.18. Поперечний зріз верхнього сегмента пупкової вени в другому періоді зрілого віку. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 40$:

- 1 – просвіт;
- 2 – зовнішня оболонка;
- 3 – середня оболонка.

Відзначаються залишки еластичних волокон, які активно піддаються фрагментації та дегенерації; залишаються тоншими, менш організованими і менш помітними. Деякі з цих волокон із розривами та розтягненнями. Загиблі гладкі міоцити поступово заміщуються колагеновими волокнами. Відбувається фрагментація еластичних волокон, що ще більше зменшує гнучкість стінки. Активізуються фіброblastи, що виробляють позаклітинний матрикс.

У зовнішній оболонці виявляється небагато фіброblastів та спостерігається фрагментація колагенових і еластичних волокон. Відбувається посилення фіброзних змін всіх шарів зовнішньої оболонки. Відзначається збільшення щільності колагенових волокон, а також дезорганізація всіх волокон (волокнисті структури залишаються товстими і орієнтовані неупорядковано). Фіброblastи активуються та трансформуються в міофіброblastи, які відповідають за синтез великої кількості колагену.

Зовнішня оболонка пупкової вени в об'єктів другого періоду зрілого віку має слабо оксифільне забарвлення за рахунок набряку основної речовини (рис. 4.19). Крім цього, на фіброзування вказують гіпертрофія фібробластів та посилення синтезу фібронектину. Майже повністю відбувається редукція дрібних судин, які проходять через зовнішню оболонку пупкової вени. Іншими мікроциркуляторними змінами є склероз та звуження просвіту мікросудин (погіршення дифузії поживних речовин у стінці судини), а також гіпоксичні зміни (активація фібробластів, що посилює колагенізацію).

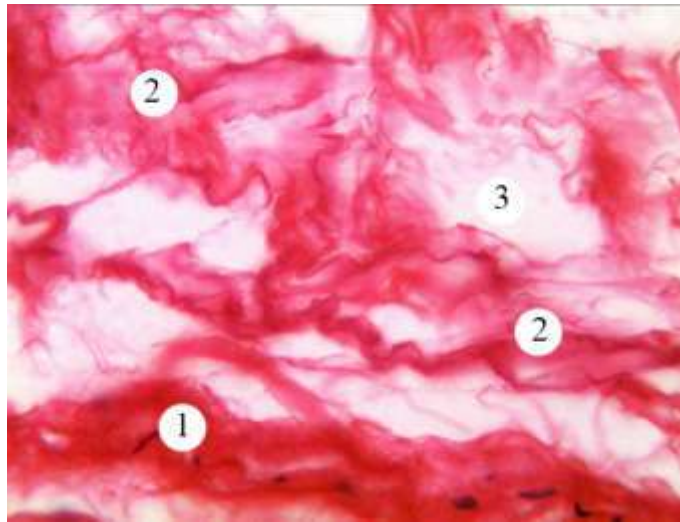


Рис. 4.19. Поздовжній зріз зовнішньої оболонки верхнього сегмента пупкової вени в другому періоді зрілого віку. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 250$:

- 1 – фібробласти;
- 2 – колагенові волокна;
- 3 – міжклітинна речовина.

Фрагментація колагенових волокон зовнішньої оболонки характеризується кількома особливостями: збільшення товщини колагенових волокон у певних ділянках та їх неоднорідність; розриви та розшарування колагенових пучків; поява ділянок гіалінозу – колаген втрачає свою

нормальну структуру та набуває склоподібного вигляду; порушення просторової орієнтації волокон – замість упорядкованої організації вони розташовуються хаотично; включення кальцію в місцях вираженої фрагментації є маркером дистрофічних змін. Причинами фрагментації колагенових та еластичних волокон можна вважати наступні: гіпоксія тканин зовнішньої оболонки через редукцію дрібних судин; активність протеолітичних ферментів (еластази, металопротеїнази); накопичення вільних радикалів; глікозилювання білків при старінні.

4.4. Зміни структурної організації пупкової вени в старечому віці

В об'єктів старечого віку пупкова вена має ознаки облітерації, тобто трансформована на тяж сполучної тканини – круглу зв'язку печінки. Макроскопічно в цьому періоді вона має вигляд щільного, світло-сірого або білого тяжу, що проходить від пупка до нижньої поверхні печінки, входячи в її ворота. У даному випадку видно залишок цієї структури, яка частково покрита очеревиною і йде вздовж нижнього краю серпоподібної зв'язки печінки (рис. 4.20). Серпоподібна зв'язка печінки є тонкою складкою очеревини, яка прикріплюється до передньої черевної стінки та діафрагми, поділяє праву та ліву частки печінки. У старечому віці кругла зв'язка печінки (залишок пупкової вени) не виконує судинної функції, але може бути орієнтиром у хірургії, зокрема під час доступу до воріт печінки.

Макроскопічно пупкова вена у людей старечого віку має вигляд щільного волокнистого тяжа, що проходить у складі серединної пупкової складки передньої черевної стінки, має вигляд прямого, шнуроподібного утворення, завдовжки близько від 80,0 до 132,0 мм (може варіювати залежно від індивідуальних анатомічних особливостей), діаметром до 3,0 мм та має сірувато-білий або блідо-жовтуватий колір, що зумовлено щільною колагеновою тканиною (рис. 4.21).

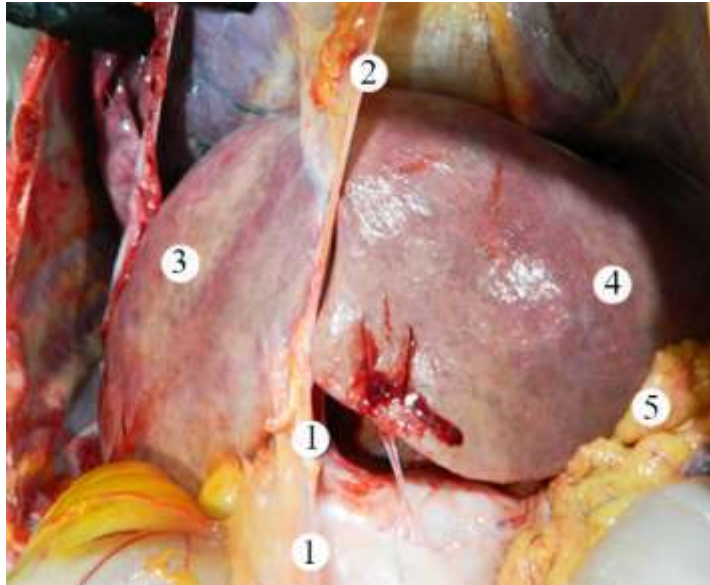


Рис. 4.20. Органи черевної порожнини людини старечого віку. Фото макропрепарату. Зб. $\times 2,8$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – серпоподібна зв'язка;
- 3 – ліва частка печінки;
- 4 – права частка печінки;
- 5 – жирова клітковина.



Рис. 4.21. Фрагмент облітерованої пупкової вени в старечому віці. Фото макропрепарату. Зб. $\times 3,2$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – пупкова щілина.

У стінці пупкової вени внаслідок заміщення її стінки щільною волокнистою сполучною тканиною спостерігається зменшення еластичності (рис. 4.22). Поверхня такої пупкової вени ззовні гладка, даний тяж добре відмежований від прилеглих тканин, але щільно з'єднаний із зв'язковим апаратом печінки (рис. 4.23). Розташований між пупком і нижнім краєм печінки, у складі нижнього краю серпоподібної зв'язки.

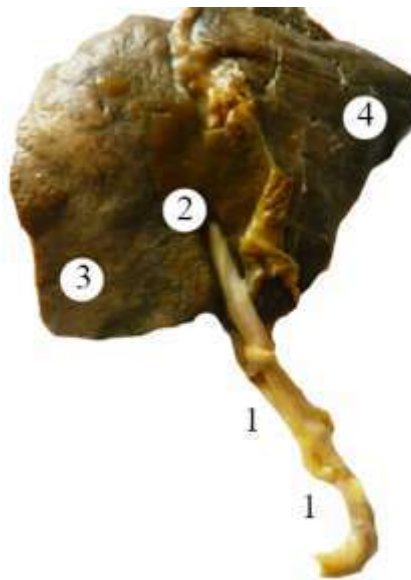


Рис. 4.22. Фрагмент пупкової вени в старечому віці. Фото макропрепарату. 3б. $\times 3,1$:

- 1 – пупкова вена;
- 2 – пупкова щілина;
- 3 – ліва частка печінки;
- 4 – права частка печінки.

У першому періоді зрілого віку пупкова вена має найбільшу середню довжину порівняно з попередніми віковими групами, при цьому діаметр зменшується до середнього значення 7,53 мм (табл. 4.2). Незважаючи на відносно помітну негативну кореляцію між довжиною та діаметром ($r = -0,65$), вона не є статистично значущою ($p > 0,05$), що може бути зумовлено малою вибіркою або індивідуальною варіацією морфології. У другому зрілому періоді спостерігається стабілізація довжини пупкової вени на рівні

~127,0 мм та подальше зменшення діаметра до ~5,8 мм. У старечому віці довжина пупкової вени незначно збільшується, але діаметр істотно зменшується до ~4,2 мм, що відображає процес атрофії або інволюції судини. Кореляційний зв'язок між довжиною і діаметром у цих періодах не є значущим, що свідчить про незалежний характер змін цих параметрів у старечому віці.

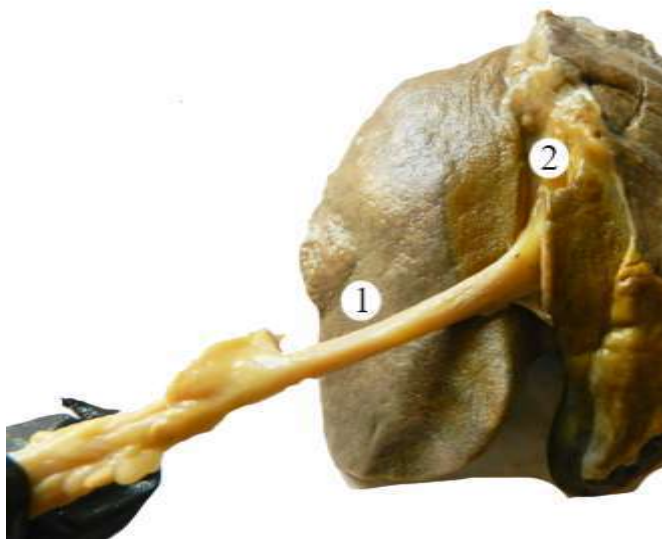


Рис. 4.23. Фрагмент пупкової вени в старечому віці. Фото макропрепарату. 3б. $\times 3,2$:

1 – пупкова вена;

2 – пупкова щілина.

Таблиця 4.2

Довжина та діаметр пупкової вени зрілого та старечого віку (мм)

Вікова група	Довжина пупкової вени		Діаметр пупкової вени	
	$M \pm m$	Межі довірчих інтервалів	$M \pm m$	Межі довірчих інтервалів
Перший період зрілого віку	$106,7 \pm 4,44$	95,85 – 117,58	$7,53 \pm 0,32$	6,75 – 8,31
Другий період зрілого віку	$127,6 \pm 0,84$	125,68 – 129,50	$5,78 \pm 0,14$	5,46 – 6,10
Старечий вік	$130,1 \pm 0,69$	128,19 – 132,01	$4,22 \pm 0,29$	3,42 – 5,02

Дослідження мікроструктури верхнього сегмента пупкової вени в старечому віці показали, що просвіт судини неправильної конфігурації. Стінка судини представлена трьома оболонками, проте у кожній з них виявляються ознаки альтерацій (рис. 4.24).

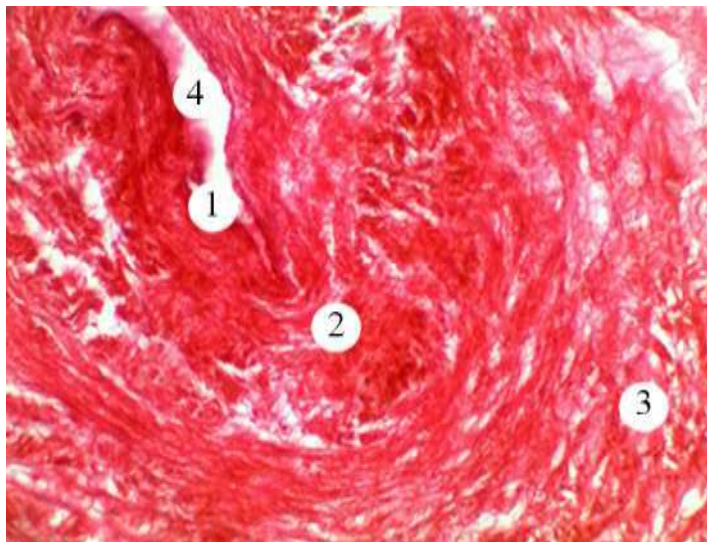


Рис. 4.24. Поперечний зріз верхнього сегмента пупкової вени в старечому віці. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. 3б. $\times 100$:

- 1 – внутрішня оболонка;
- 2 – середня оболонка;
- 3 – зовнішня оболонка;
- 4 – просвіт.

Ендотелій та підендотеліальний шар стінки пупкової вени в об'єктів старечого віку гомогенний, часто у ньому не спостерігається їх розмежування. Одношаровий плоский епітелій внутрішньої оболонки стінки судини дезорганізований, проте щільно з'єднаний із прилеглим шаром. Основними мікроскопічними змінами внутрішньої оболонки пупкової вени в старечому віці є редукція ендотеліоцитів – клітини залишаються меншими, сплюсненими, гіперхромними та порушення міжклітинних контактів (десмосом) – ендотелій втрачає щільність. Зміни ультраструктури клітин

представлені зменшенням кількості мікрроворсинок, що вказує на припинення транспорту речовин; вакуолізація та накопичення ліпофусцину є основними маркерами старіння цієї оболонки; вікові зміни багатьох органел клітин (мітохондрії, ендоплазматичної сітки). Яскравим маркером старіння і руйнування структурних елементів клітин разом із мембраною є наявність апоптотичних тілець (активна фаза загибелі ендотелію). Ключовими особливостями підендотеліального шару є: потовщення субендотеліального шару через збільшення кількості колагенових волокон; зменшення еластичних волокон, їх фрагментація і гіалінізація; редукція гладком'язових клітин або їх трансформація у фібробластоподібні клітини; Відзначаються яскраво виражені ознаки фіброзу і склерозування: заміщення нормальної тканини сполучнотканинними структурами; фрагментація та руйнування залишків еластичних волокон; відкладення аморфного матеріалу у вигляді гіаліноподібних мас; локальне відкладення кальцію (петрифікація). Причинами петрифікації внутрішньої оболонки пупкової вени є дегенеративні процеси (руйнування клітинних структур, що веде до накопичення аморфної речовини); фіброз і гіалінізація (заміна еластичних і м'язових елементів щільною сполучною тканиною); порушення мікроциркуляції (зниження живлення тканин, що сприяє кальцифікації); накопичення продуктів клітинного розпаду (полегшення осадженню кальцієвих солей); зміни метаболізму гранул кальцію (збільшує його концентрацію в позаклітинному матриксі). Відкладення кальцієвих солей у підендотеліальному шарі у вигляді дрібних гранул або більших нерівномірних конгломератів. Залишки всіх колагенових і еластичних волокон майже зникають і залишається дрібна зернистість.

Середня оболонка пупкової вени в старечому віці сформована двома шарами: циркулярним і поздовжнім. У м'язовому шарі 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 (рис. 4.25).

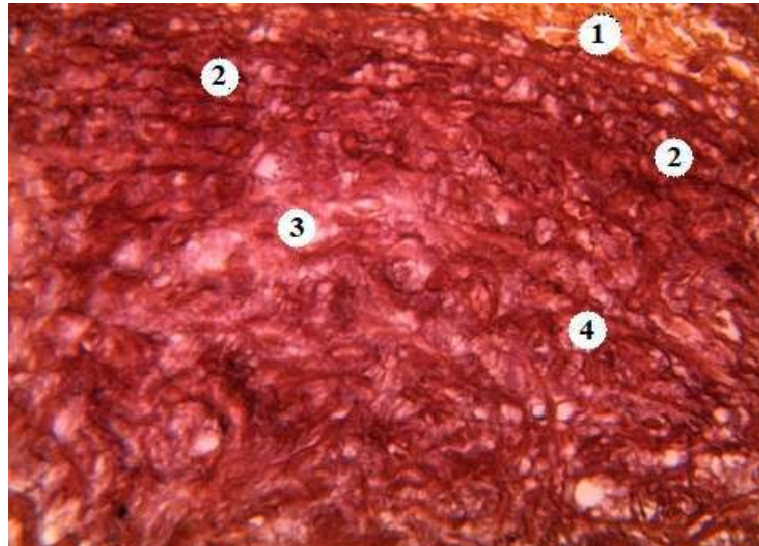


Рис. 4.25. Поперечний зріз верхнього сегмента пупкової вени в старечому віці. Забарвлення за методом Ван Гізон – Вейгерт. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 250$:

- 1 – просвіт вени;
- 2 – еластичні волокна;
- 3 – основна речовина;
- 4 – колагенові волокна.

Пухка неоформлена сполучна тканина зовнішньої оболонки із ознаками деструкції. Волокна часто фрагментовані, набряклі, наявні ділянки розволокнення. Відзначається набряк основної речовини із формуванням типових просвітлених ділянок. Спостерігаються поодинокі клітин фібробластичного ряду (рис. 4.26).

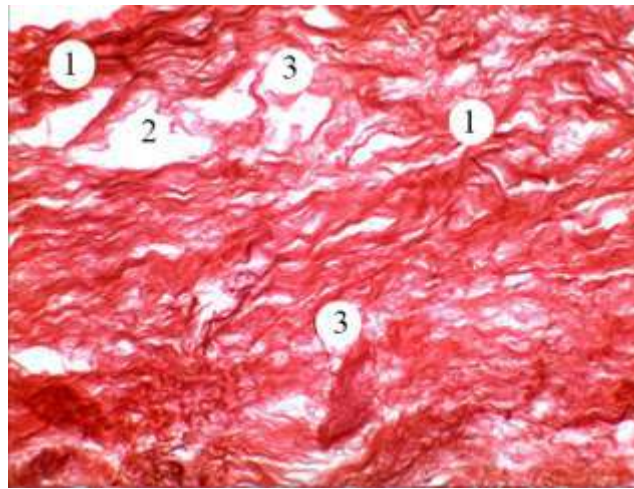


Рис. 4.26. Поздовжній зріз верхнього сегмента пупкової вени в старечому віці. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 100$:

- 1 – колагенові волокна;
- 2 – фрагментація волокнистих структур;
- 3 – набряк основної речовини.

Основними явищами в об'єкта старечого віку в стінці вени є фіброзне заміщення (значно більшує кількість колагенових волокон, які формують грубоволокнисту структуру за допомогою сполучної тканини); зменшення кількості еластичних волокон (вони значно фрагментуються, розриваються або гіалінізуються); відзначаються видимі зміни міжклітинного матриксу; редукція міоцитів (їх кількість різко зменшується, а ті, які ще присутні, піддаються кінцевим атрофічним змінам); заміщення м'язових клітин фіброзною тканиною (з'являються фібробластоподібні клітини, які продукують колаген); гіперхромія ядер, зменшення цитоплазматичних органел є ознаками дегенерації міоцитів; порушення міжклітинних зв'язків до повного руйнування (дисоціація клітин і розрідження структури середньої клітини); кальцифікація міжм'язових прошарків (у місцях вираженого фіброзу з'являються депозити кальцію у великій кількості); петрифікація залишкових еластичних волокон (вони залишаються щільними,

базофільними при фарбуванні гематоксилін-еозином); осадження аморфного кальцієвого матеріалу між колагеновими структурами. Однак, залишається невелика кількість ендотеліоцитів і поодинокі дрібні судини за рахунок чого в стінці дещо зберігається просвіт.

При дослідженні мікроструктури встановлено, що стінка пупкової вени в старечому віці різко деструктуризована. Відзначається деградація і фрагментація колагенових і еластичних волокон, що знижує здатність вени пристосовуватися до змін тиску. У середній оболонці зберігається розташування структурних компонентів у двох орієнтаціях поздовжньо і циркулярно (рис. 4.27).

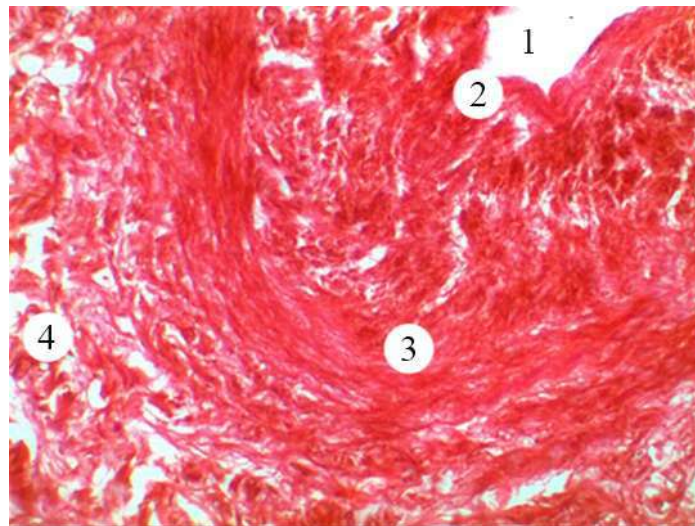


Рис. 4.27. Поперечний зріз верхнього сегмента пупкової вени в старечому віці. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 100$:

- 1 – просвіт судини;
- 2 – ендотеліальний та підендотеліальний шар;
- 3 – м'язовий шар;
- 4 – пухка сполучна тканина.

Зовнішня оболонка має сітчасту будову за рахунок набряку основної речовини. Волокнисті компоненти залягають хаотично, формуючи сітчасту

структуру (рис. 4.28). Колагенові волокна формують плоскі тяжі, часто мають хвилястий хід або спірально покручені.

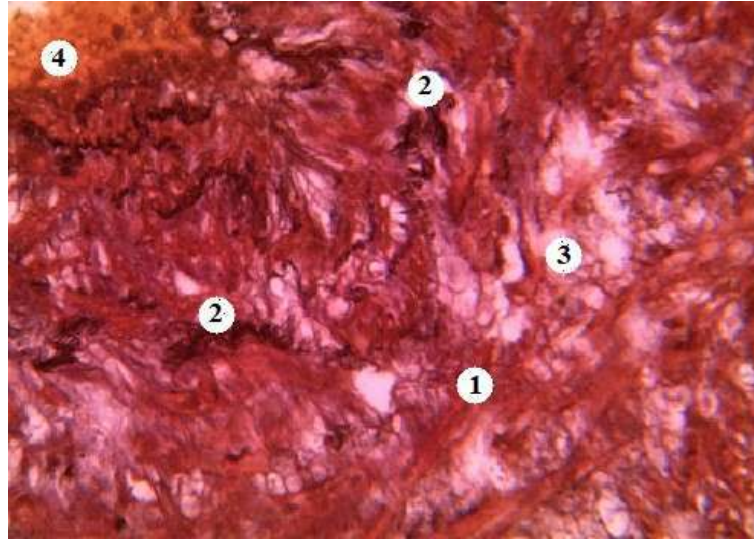


Рис. 4.28. Поперечний зріз верхнього сегмента пупкової вени в старечому віці. Забарвлення за методом Ван Гізон – Вейгерт. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 250$:

- 1 – колагенові волокна;
- 2 – еластичні волокна, що анастомозують;
- 3 – основна речовина;
- 4 – просвіт.

Виявляються ділянки фрагментації колагенових волокон на пучки фібрил. У проміжках між колагеновими волокнами часто відзначаються поодинокі еластичні волокна, які типово анастомозують і розгалужуються (рис. 4.29).

Стоншення та ущільнення всіх шарів зовнішньої оболонки відбувається за рахунок значного накопичення колагенових волокон. Редукція клітинних елементів завдяки зменшенню кількості фіброblastів та макрофагів. Зниження васкуляризації призводить до майже повної атрофії судин дрібного діаметра і нервових волокон, які пронизують товщу зовнішньої оболонки та порушення мікроциркуляції. Фрагментація еластичних волокон є результатом порушення

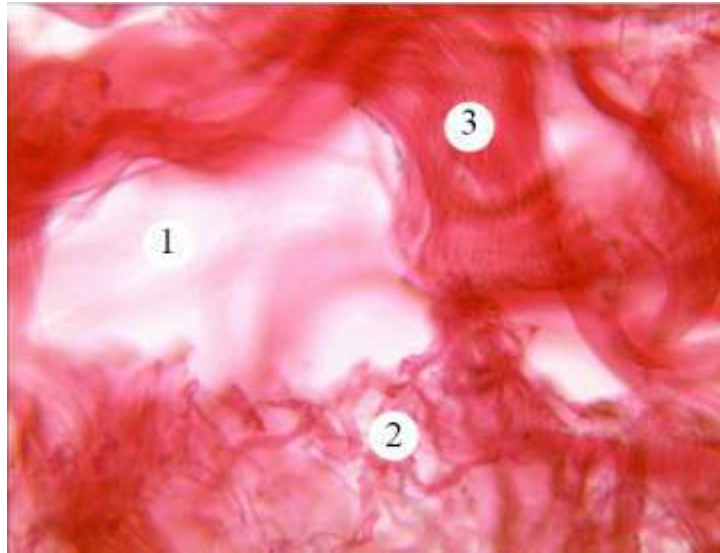


Рис. 4.29. Поздовжній зріз верхнього сегмента пупкової вени в старечому віці. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Фото мікропрепарату. Зб. $\times 250$:

- 1 – набряк основної речовини;
- 2 – спіралеподібне розташування колагенових волокон;
- 3 – волокнисті структури.

клітинності цілісності зовнішньої оболонки. Петрифікація зовнішньої оболонки зумовлена активною кальцифікацією клітинних еластичних та колагенових структур. Гіалінізація міжволоконного матриксу спричинює зміни структурної організації стінки пупкової вени: зовнішня оболонка набуває гомогенного, щільного вигляду. Відзначається дрібновогнищева кальцифікація зовнішньої оболонки – осадження солей кальцію в залишкових волокнах. Відбуваються видимі зміни структури колагену – він стає щільнішим, базофільним при фарбуванні. На процес кальцифікації вказують ряд явищ: вогнищеві відкладення кальцію, які спостерігаються у ділянці склерозу та гіалінозу. Зміна оптичних властивостей зовнішньої оболонки характеризується ділянками кальцифікації, які стають базофільними (сині при фарбуванні гематоксилін-еозином). Яскраво відзначається фрагментація колагенових волокон (між ними з'являються дрібні кальцієві депозити). Крім

цього, візуалізується поява кальцифікованих пластин, а у більшості випадках зовнішня оболонка містить щільні осередки петрифікації. Відзначаються інші види кальцифікації в цитоплазмі та міжклітинному матриксі зовнішньої оболонки пупкової вени. Дифузна кальцифікація у вигляді рівномірного осадження кальцію у всіх шарах оболонки. Вогнищева кальцифікація відзначається у вигляді поодиноких осередків депозитів кальцію, часто фрагментованих білявих еластичних волокон. Ламелярна кальцифікація у вигляді щільних кальцифікованих пластинок зовнішньої оболонки пупкової вени.

Підсумок

Отже, у першому періоді зрілого віку стінка пупкової вени зазнає певних змін, що свідчать про її адаптаційний потенціал та початкові стадії ремоделювання, але без значного потовщення або склерозування. У першому періоді зрілого віку за умов норми всі оболонки стінки пупкових вени залишаються досить тонкими, але здатні до змін у відповідь на зміну функціональних навантажень. Стінка пупкової вени у другому періоді зрілого віку продовжує зазнавати вікових змін, які поступово впливають на її товщину, еластичність та функціональну активність. Основні процеси, які відбуваються на цьому етапі, включають потовщення підендотеліального шару внутрішньої оболонки, зниження еластичності та початкові ознаки склеротичних змін. Фрагментація волокон зовнішньої оболонки в другому періоді зрілого віку є проявом інволютивних процесів пупкової вени, що призводить до зниження міцності та еластичності її стінки. Стінка пупкової вени у старечому віці зазнає виражених склеротичних та дегенеративних змін, що включають фіброз, зменшення клітинного компонента, порушення васкуляризації та здатність до петрифікації. Спостерігається різке зменшення діаметра пупкової вени на всьому протязі, однак без ознак повної облітерації.

Результати розділу висвітлено в наукових працях дисертантки [172, 173, 180, 181].

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Виконане морфологічне дослідження пупкової вени вирізняється від відомих тим, що нами встановлено морфометричні параметри пупкової вени та її з'єднання з суміжними утвореннями впродовж онтогенезу людини, детально з'ясована у всіх вікових групах структурна організація стінки вени, в той час як в більшості доступних наукових працях пупкова вена досліджувалась більше в клінічному аспекті її функціональності при фізіологічній та патологічній вагітності, при різних ускладненнях акушерської патології та в неонатології. Однак всі існуючі наукові дані як морфологічні, так і клінічні раніше не були присвячені детальному дослідженню змін структурної організації пупкової вени та її морфометричних параметрів у пре- та постнатальному періодах онтогенезу [22, 27, 32, 44, 47].

Результати даного дослідження є пріоритетними не лише для подальшого розвитку морфології, а й для розвитку та удосконалення діагностичних та лікувальних маніпуляцій. Одержані морфометричні та гістологічні дані із подальшою статистичною й кореляційною оцінкою є підґрунтям для того, щоб вважати можливим виконання катетеризації пупкової вени не лише в новонароджених та дітей грудного віку, а й в зрілому та старечому віці [25, 29, 30, 35, 42]. Крім цього, отримані результати дослідження дають уявлення як про нормальну анатомію пупкової вени, її сполучень та печінки в цілому, так і про її варіанти за умов вродженої патології та набутих захворювань печінки, що є важливим в роботі гастроентерологів, хірургів, дитячих хірургів, анестезіологів, акушер-гінекологів, патоморфологів тощо.

У другому триместрі внутрішньоутробного розвитку макроскопічно пупкова вена знаходиться разом із пупковими артеріями в пупковому канатику. Пупкова вена проходить у передню черевну стінку через пупкове кільце та прямує до нижньої поверхні печінки. Надалі пупкова вена прямує у двох напрямках: до ворітної печінкової вени та венозної протоки. У третьому триместрі внутрішньоутробного розвитку хід пупкової вени повністю аналогічний, однак відмінним є пупковий канатик, який візуально стає більш звивистим. У новонароджених та об'єктів грудного віку пупкова вена вже поступово облітерується, функціонально не активна, однак зберігає свою морфологічну структуру. У новонароджених пупкова вена ще добре візуалізується. В об'єктів грудного віку пупкова вена у вигляді круглої зв'язки печінки та проходить по нижньому краю серпоподібної зв'язки печінки, від пупкового кільця до нижньої поверхні печінки, і проходить до воріт печінки. В об'єктів першого і другого періодів зрілого віку редукована пупкова вена у вигляді круглої зв'язки печінки проходить аналогічно по нижньому краю печінки, в ділянці печінково-шлункової зв'язки наближається до воріт печінки й тісно прилягає до передньої черевної стінки, є щільною на відміну від попередніх періодів розвитку. В старечому віці макроскопічно пупкова вена менш виражена, щільна.

Морфометричний аналіз пупкової вени у новонароджених та дітей грудного віку засвідчує наявність вікових змін, які охоплюють як абсолютні величини довжини й діаметра, так і характер взаємозв'язку між ними. У новонароджених спостерігається пропорційне збільшення діаметра із збільшенням довжини вени, що підтверджується позитивною кореляцією та графічним розподілом даних. У дітей грудного віку, навпаки, виявлена тенденція до збільшення довжини при незначному зменшенні діаметра, що узгоджується з отриманим негативним кореляційним коефіцієнтом. Результати свідчать про те, що морфологічна перебудова пупкової вени після народження супроводжується зміною характеру кореляційного зв'язку між її

довжиною та діаметром, що може відображати функціональну інволюцію судини або її пристосування до нових умов кровообігу.

Довжина пупкової вени коливається від 11,0 мм до 17,4 мм, що є певним показником варіативності в розвитку пупкової вени серед різних об'єктів. Діаметр пупкової вени варіює в межах від 3,0 мм до 3,5 мм, що також вказує на мінливість цього параметра, проте ці значення знаходяться в межах типової фізіологічної варіативності на цьому етапі розвитку. Найбільша довжина пупкової вени становить 17,4 мм, що може вказувати на природний розвиток і деяку прогресію в розмірах впродовж цього етапу ембріонального розвитку.

Найменша довжина пупкової вени 11,0 мм може бути варіацією, яка має клінічне значення, оскільки в межах розмірів від 11,0 мм до 17,4 мм можна побачити природну варіативність розвитку. Діаметр пупкової вени в межах 3,0 мм – 3,5 мм свідчить про невелику варіативність на цьому етапі розвитку, що є типовим для органів судинної системи. Враховуючи розмір пупкової вени в цілому, можна зробити припущення, що функція пупкової вени в цей період може ефективно підтримуватись за певних умов, що є корисним при виконанні деяких інвазивних маніпуляцій таких як катетеризація пупкової вени.

Довжина пупкової вени в першому періоді зрілого віку варіює від 85,5 мм до 125,0 мм. Це свідчить про те, що в цьому періоді пупкова вена досягає значних розмірів, але між об'єктами є суттєва варіативність. Максимальна довжина 125,0 мм наближається до показників другого зрілого періоду. Діаметр пупкової вени в першому періоді зрілого віку змінюється від 6,4 мм до 9,0 мм. Діаметр також має варіативність, причому максимальне значення діаметра становить 9,0 мм, що вказує на різні фізіологічні параметри розвитку. Довжина пупкової вени в першому зрілому періоді має велику варіативність, що може вказувати на індивідуальні відмінності серед об'єктів. Всі значення перебувають у межах нормального розвитку. Діаметр пупкової

вени також має помірну варіативність. Однак середнє значення знаходиться на відносно високому рівні, що вказує на рівень функціональності судини на цьому етапі розвитку. Для першого зрілого періоду коефіцієнт кореляції Пірсона становить $-0,65$ (рис. 5.1). Це вказує на помірну негативну кореляцію між довжиною та діаметром пупкової вени. Відповідно, збільшення довжини пупкової вени не завжди супроводжується пропорційним збільшенням її діаметра.

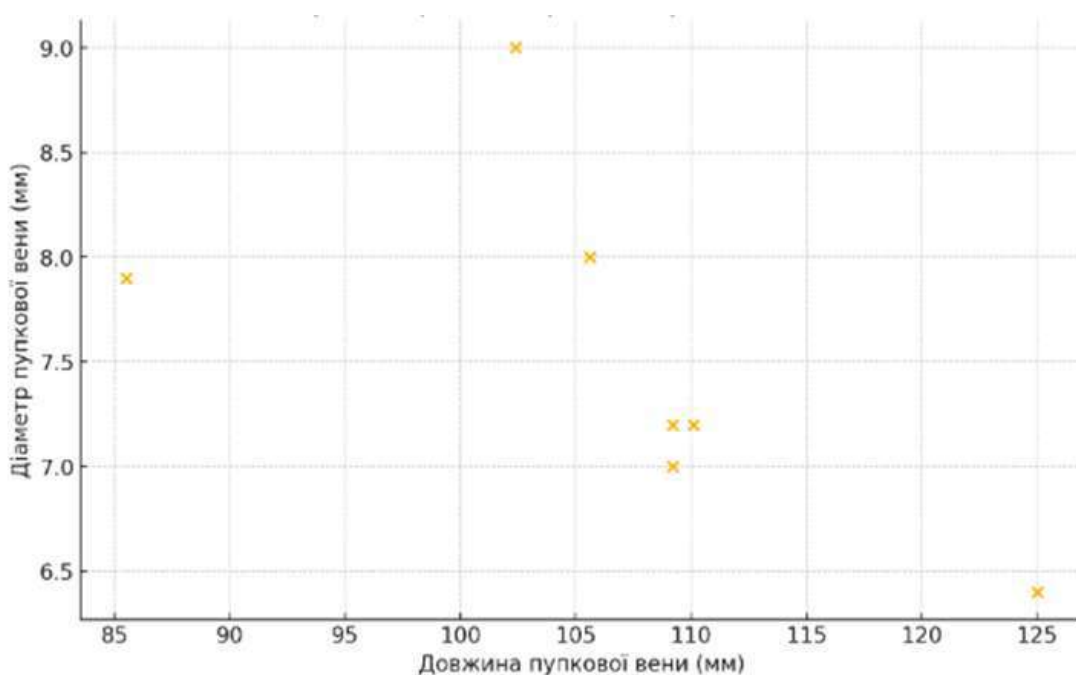


Рис. 5.1. Графічне зображення кореляції довжини та діаметра пупкової вени у людей першого періоду зрілого віку

Довжина пупкової вени в другому періоді зрілого віку варіює від 124,8 мм до 131,9 мм, що є вищим, ніж в першому зрілому періоді. Це може вказувати на подальший розвиток або стабільніший розмір пупкової вени на цьому етапі розвитку. Діаметр пупкової вени в другому періоді зрілого віку змінюється від 5,0 мм до 6,5 мм. Діаметр зменшується порівняно з першим зрілим періодом, що може свідчити про природне зменшення діаметра судин у процесі старіння або через зміни у фізіологічних характеристиках. Довжина пупкової вени у другому зрілому періоді більш стабільна, середнє значення

більше ніж у першому періоді, що свідчить про стабільність розвитку. Діаметр пупкової вени зменшується порівняно з першим зрілим періодом, і це може свідчити про фізіологічну атрофію або зниження еластичності судин на цьому етапі. Для другого зрілого періоду коефіцієнт кореляції Пірсона становить 0,30 (рис. 5.2). Це вказує на слабку позитивну кореляцію, що означає, що в цьому періоді існує невеликий позитивний зв'язок між довжиною та діаметром пупкової вени, але цей зв'язок не є дуже вираженим.

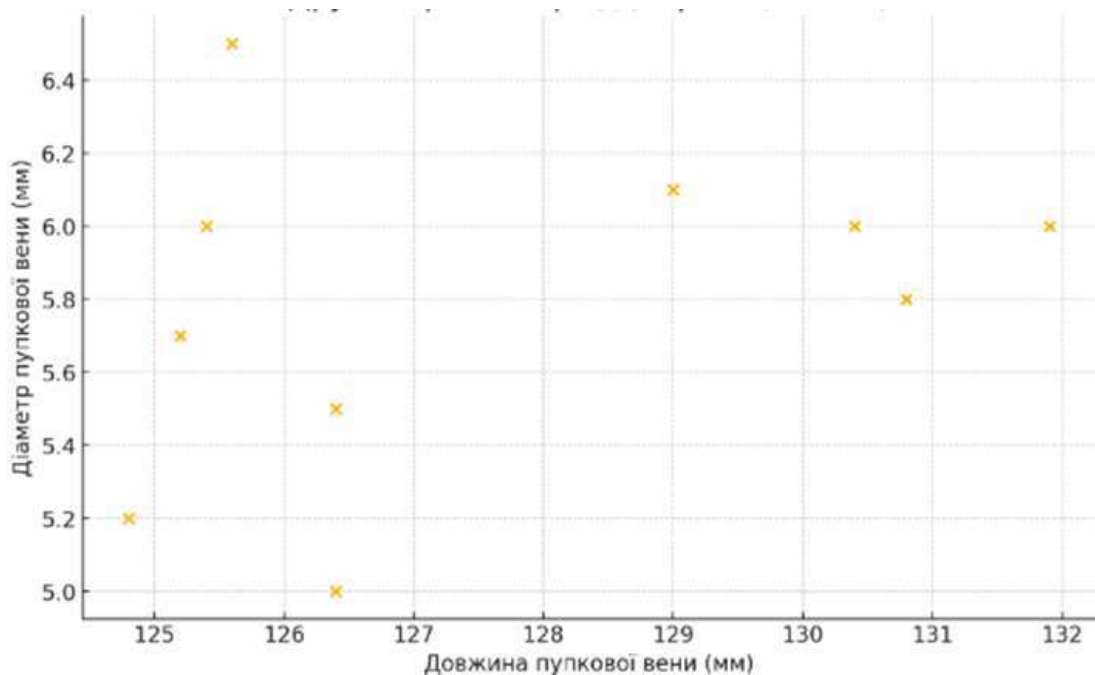


Рис. 5.2. Графічне зображення кореляції довжини та діаметра пупкової вени у людей в другому періоді зрілого віку

Довжина пупкової вени в старечому віці варіює від 128,4 мм до 131,9 мм. Хоча розміри залишаються досить стабільними, вони все ж зменшуються порівняно з максимальними значеннями другого зрілого періоду. Діаметр пупкової вени в старечому віці значно зменшується: від 5,0 мм до 3,5 мм. Це значне зниження діаметра є типовим для процесу старіння, коли судини часто зменшуються через атеросклеротичні зміни або інші вікові зміни в організмі. Довжина пупкової вени в старечому віці залишається стабільною, але менше змінюється порівняно з другим зрілим періодом. Це може бути

пов'язано з процесами старіння і зниженням функціональної активності судин. Діаметр пупкової вени значно зменшується в старечому віці, що може свідчити про зниження еластичності та функціональності судини через вікові зміни, такі як атеросклероз. Для старечого віку коефіцієнт кореляції Пірсона становить $-0,12$ (рис. 5.3). Це свідчить про відсутність значущої кореляції між довжиною та діаметром пупкової вени в старечому віці. Отже, довжина і діаметр пупкової вени практично не залежать один від одного в цій віковій групі, але зі збільшення періоду онтогенезу, стрімко зменшується діаметр пупкової вени, що пов'язано із особливостями облітерації та інволютивними процесами.

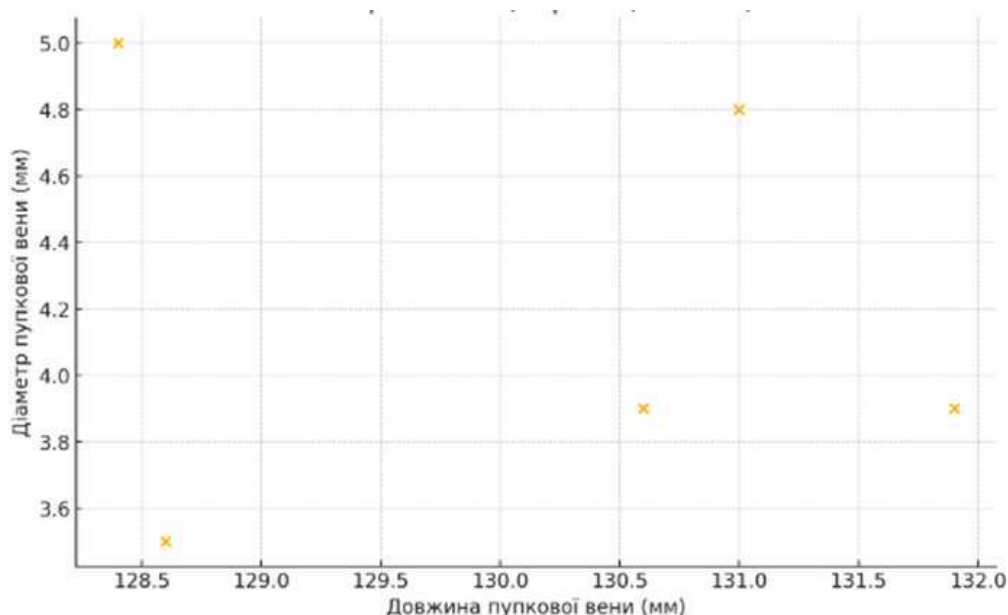


Рис. 5.3. Графічне зображення кореляції довжини та діаметра пупкової вени у людей в старечому віці

Внутрішньоутробний період розвитку (4-10 місяці) характеризується плавним збільшенням довжини пупкової вени. Після народження (новонароджені, грудний вік) спостерігається різкий стрибок довжини, особливо в грудному віці. У зрілому та старечому віці відзначається значне подовження судини (до $+130,0$ мм), що може бути пов'язано з адаптацією

судини в дорослому організмі або анатомічними особливостями збереженої структури. У внутрішньоутробному періоді спостерігається стрімке збільшення діаметра від 3,3 до 6,9 мм (4-10 місяці). У постнатальному періоді максимальні значення діаметра досягаються в грудному віці (~9,0 мм) (рис 5.4). У той час як в зрілому і старечому періодах навпаки, поступове зменшення діаметра, що ймовірно, свідчить про регресивні зміни або атрофію пупкової вени у об'єктів зрілого та старечого віку.

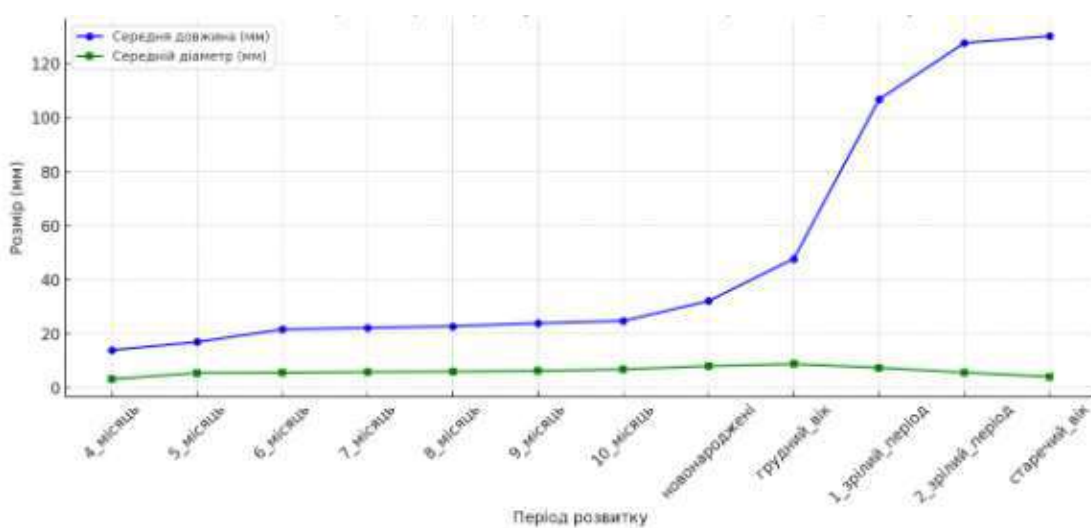


Рис. 5.4. Графічне зображення залежності діаметра та довжини пупкової вени у людей залежно від періоду розвитку

З наведеного графіку відзначається загальна тенденція: видно позитивну кореляцію, тим довша пупкова вена, тим більший її діаметр, особливо у внутрішньоутробному та ранньому постнатальному періоді. Регресійна лінія (штрихова) підтверджує цю тенденцію – вона має помірний нахил вгору, що свідчить про наявність лінійної залежності між змінними (рис. 5.5). Кольорове маркування: точки розділені за періодами, що дозволяє візуалізувати, на якому етапі спостерігаються відхилення від загальної тенденції.

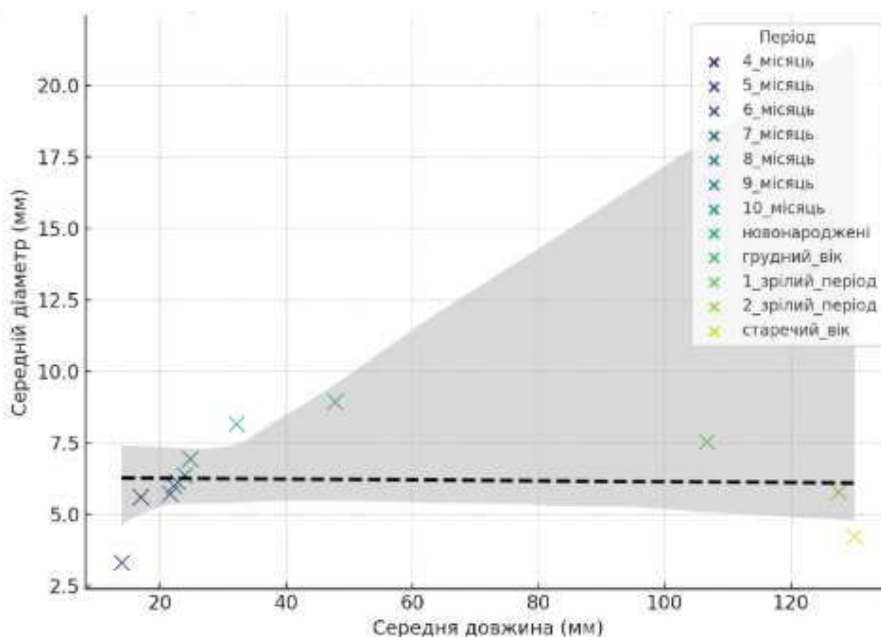


Рис. 5.5. Графічне зображення регресійного аналізу залежності діаметра і довжини пупкової вени у людей в пре- та постнатальному періодах розвитку

Морфометричні параметри пупкової вени у новонароджених та дітей грудного віку характеризуються віковою варіабельністю. У новонароджених середня довжина пупкової вени становить $32,18 \pm 1,97$ мм, а діаметр становить $8,16 \pm 0,34$ мм. У дітей грудного віку відповідні показники становлять $47,8 \pm 0,91$ мм та $8,93 \pm 0,32$ мм. У процесі постнатального розвитку спостерігається збільшення довжини пупкової вени з одночасною тенденцією до стабілізації її діаметра, що, ймовірно, зумовлено перебудовою судини після припинення її функціонування як частини плацентарного кровообігу. Статистична варіабельність параметрів вища у новонароджених (SD довжини = 4,41 см; діаметра = 0,76 мм), ніж у грудному віці (SD довжини = 1,57 см; діаметра = 0,55 мм), що свідчить про індивідуальні відмінності розвитку пупкової вени в перинатальному періоді. Кореляційний аналіз виявив сильну позитивну залежність між довжиною та діаметром пупкової вени у новонароджених ($r = 0,89$), що свідчить про пропорційність морфометричних змін. У грудному віці, навпаки, простежується дуже

сильний негативний кореляційний зв'язок ($r = -0,98$), що може свідчити про зворотну морфологічну перебудову судини. Розраховані 95 % довірчі інтервали підтверджують достовірність отриманих середніх значень і дозволяють робити висновки з високою статистичною надійністю.

У зрілому та старечому віці, хоча довжина зберігається високою, діаметр зменшується спадаючи, що спричиняє розрив кореляційної тенденції. Це може свідчити про атрофічні зміни або морфофункціональне згасання пупкової вени. У внутрішньоутробному періоді: існує пряма пропорційна залежність між довжиною і діаметром вени. У постнатальному періоді спостерігається втрата кореляції, що відповідає регресії судини в нормі. Однак, впродовж всього постнатального періоду, хоч діаметр судини зменшується, але в жодному із об'єктів не було виявлено діаметр менший, ніж 3,5 мм, що свідчить про неповну облітерацію судини, як раніше згадувалось в попередніх дослідженнях [30, 31, 33, 50, 54]. Відповідно, в зрілому та старечому віці пупкова вена з максимального діаметра 9,0 мм набуває мінімального значення 3,5 мм, тому не можна вважати, що після народження і впродовж всього життя просвіт пупкової вени повністю облітерується. В постнатальному періоді онтогенезу пупкова вена перетворюється на круглу зв'язку печінки, функціонально закривається, при цьому просвіт вени частково (морфологічно) зберігається у вигляді фіброзної структури з обмеженим каналом. Саме це пояснює зменшення діаметра до 3,5 мм, а не до 0. У віковому аспекті відбувається фіброзування, гіалінізація, часткове звапнення стінки (кальцифікація), що призводить до поступового зменшення просвіту, але не повної його втрати [10, 12, 165]. Довжина вени залишається великою (125,0-130,0 мм), хоча функціонально вона вже не є судиною, а морфологічною структурою-«рудиментом». Зменшення діаметра пупкової вени у зрілому та старечому віці є результатом фізіологічної інволюції, фіброзування та втрати фізіологічних функцій. Проте повної облітерації не відбувається, тому що дана структура перетворюється в круглу

зв'язку печінки, анатомічно зберігається як потенційно корисна при патологічних станах таких як цироз печінки із наступним відкриттям і розширенням колатеральних судин печінки (при портальній гіпертензії) або деяких вроджених патологіях плода. Діаметр 3,8 мм свідчить про залишковий просвіт, що є нормальним морфологічним явищем, а не патологією. Це важливий морфологічний факт, який вказує на: фізіологічну резервну структуру, яка втратила свою первинну функцію, а не повністю відсутню вену із просвітом; потенціал до реканалізації в екстрених або патологічних умовах (наприклад, для введення ліків чи як компенсаторний механізм у випадку захворювань печінки); анатомічну сталість, яка пояснює чому організм не повністю «ліквідує» структуру і просвіт колишньої пупкової вени, а «зберігає» її в іншому вигляді.

Особливості мікроанатомії внутрішньої оболонки пупкової вени змінюються в процесі внутрішньоутробного розвитку, що відображає її функціональну адаптацію до гемодинамічних умов існування плода. Порівняння внутрішньої стінки пупкової вени в другому і третьому триместрах включає аналіз ендотелію, субендотеліального шару, еластичних структур і клітинного складу. Порівнюючи внутрішню оболонку стінки пупкової вени в другому та третьому триместрі внутрішньоутробного розвитку, можна відзначити спільне та відмінне в особливостях мікроструктури. Спільним є те, що в обох триместрах ендотелій внутрішньої оболонки представлений плоскими одношаровими полігональними клітинами, які щільно прилягають одне до одного. В обох триместрах в товщі внутрішньої оболонки присутній підендотеліальний шар, який сформований з пухкої сполучної тканини зі невеликою кількістю колагенових волокон та фібробластів. Присутні еластичні волокна, які забезпечують еластичність стінки пупкової вени та регуляцію кровотоку.

Однак, в обох цих періодах відзначаються відмінності в структурі судинної стінки (табл. 5.1). У другому триместрі ендотеліоцити мають

плоску, полігональну форму, розташовані у вигляді одного шару. Ядра великі, овально розміщені, в центрі клітин. Цитоплазма містить невелику кількість органел, які впливають на більшу метаболічну активність. Ендотелій формує неперервний бар'єр, через який створюється селективний транспорт речовин.

У третьому триместрі внутрішньоутробного розвитку ендотеліальні клітини подовжуються в сторону кровотоку, що зменшує турбулентність [17, 18, 23]. Ядра більш витягнуті, розташовані паралельно до осі судини. На відміну від другого триместра збільшується кількість піноцитозних везикул у цитоплазмі, що вказує на інтенсивний транспорт речовин. Виражена базальна мембрана, яка забезпечує міцність і стабільність ендотелію.

Підендотеліальний шар в другому триместрі представлений пухкою сполучною тканиною з невеликою кількістю колагенових і ретикулярних волокон. Містить поодинокі фібробласти та міофібробласти, що синтезують міжклітинний матрикс. Кількість міжклітинної речовини відносно невелика. Еластичні волокна розвинені слабо, що пояснюється невисоким тиском у пупковій вені. Волокна розташовані переважно в субендотеліальному шарі та мають нерівномірний розподіл. Внутрішня (інтимальна) оболонка забезпечує стабільну еластичність для адаптації до значного об'єму крові. Бар'єрні та транспортні функції виконуються на базовому рівні. В третьому триместрі підендотеліальний шар зберігає більшу щільність через збільшення кількості колагенових і еластичних волокон. Фібробласти більш активні, що сприяє синтезу колагену. Покращується зчеплення середньої оболонки (медіа), що робить стінку судин більш стабільною. Кількість еластичних волокон збільшується, що забезпечує більшу пружність всередині. Чітко виражені подовжні еластичні структури, які сприяють адаптації судини до зміни тиску. Еластична мембрана між шарами внутрішньої оболонки та цією речовиною стає більш вираженою. Внутрішня оболонка більш стабільна, здатна витримувати значні навантаження. Покращується транспортна функція

ендотелію за рахунок збільшення кількості везикул. Судина більш резистентна до механічних впливів за рахунок ущільнення субендотеліального шару. Внутрішньоутробний розвиток внутрішньої оболонки пупкової вени зазнає істотних змін. У другому триместрі вона залишається недостатньою тонкою і гнучкою, тоді як у третьому триместрі стає більш щільною, еластичною і механічно стабільною. Це свідчить, про збільшення навантаження на судини та забезпечення ефективного кровотоку в умовах підвищеної метаболічної потреби плодів.

Таблиця 5.1

Порівняння внутрішньої оболонки пупкової вени в другому та третьому триместрах внутрішньоутробного розвитку

Критерій	Другий триместр	Третій триместр
Товщина внутрішньої оболонки	Тонка, складається з одного шару ендотеліоцитів і тонкого субендотеліального шару	Товстіша за рахунок зменшення кількості колагенових і еластичних волокон у субендотеліальному шарі
Ендотеліальні клітини	Плоскі, з великими ядрами, розташовані рівномірно	Частина клітин набуває подовженої форми, що пов'язано з функціональною адаптацією до підвищеного гемодинамічного навантаження.
Субендотеліальний шар	Пухка сполучна тканина з поодинокими фібробластами	Більш щільна, збільшення кількості колагенових волокон і фібробластів
Еластичні структури	Слабо виражені	Чітко виражені, що забезпечують більшу пружність судинної стінки
Функціональні зміни	Підготовка судини до подальшого збільшення об'єму кровотоку	Максимальна адаптація до транспорту великої кількості крові та підтримка гемодинаміки плода

Середня оболонка (медія) пупкової вени виконує ключову роль у регуляції судинного тонуусу та адаптації судин до зміни кровотоку [31, 137, 154]. Спільним в обох триместрах є основний гістологічний склад (середовище в обох триместрах містить гладком'язові клітини, колагенові й

еластичні волокна); функціональна роль (забезпечення механічної підтримки судин та регуляції кровотоку); присутність міжклітинової речовини та наявність колагенових волокон.

У другому триместрі внутрішньоутробного розвитку клітини округлої або веретеноподібної форми, розташовані без чіткої організації (табл. 5.2). Цитоплазма містить невелику кількість міофіламентів, що відповідають за більшу скоротливу активність. Ядра великі, овальні, розташовані ексцентрично. Контакти між клітинами розвинені слабо, що забезпечує високу пластичність судинної стінки. Еластичні волокна присутні, але їх небагато; вони розташовані хаотично. Середня оболонка має високу пластичність, що дозволяє судинам легко розтягуватися при зміні об'єму кровотоку. Скорочувальна активність гладких міоцитів залишається ще низькою. Стінка судини більш гнучка, що дозволяє адаптуватися до змін у кровопостачанні плода.

Таблиця 5.2

Порівняльна характеристика середньої оболонки пупкової вени в другому та третьому триместрах внутрішньоутробного розвитку

Критерій	Другий триместр	Третій триместр
Гладком'язові клітини	Розташовані хаотично, поодинокі	Формують чіткі циркулярні шари
Форма клітин	Округлі або веретеноподібні	Витягнуті, орієнтовані циркулярно
Кількість міофіламентів	Невелика, слабка скоротливість	Зростає, покращує скоротливість
Еластичні волокна	Слабко виражені, розташовані диффузно	Щільна сітка волокон, добре розвинені
Міжклітинна речовина	Пухка	Ущільнюється, зменшується її кількість
Контакт між клітинами	Слабко виражений, клітини слабозв'язані	Щільний, формуються міжклітинні зв'язки
Механічні властивості	Висока гнучкість, легке розтягнення	Більш міцна стінка, витримує значний тиск
Гемодинамічна адаптація	Пристосована до зростання об'єму крові	Високий високий кров'яний тиск та механічне навантаження

У третьому триместрі гладком'язові клітини видовжуються та орієнтуються циркулярно, що сприяє більш ефективній швидкості кровоплину. Кількість волокон в клітині значно збільшується, що свідчить про здатність до скорочення. Ядра більш витягнуті, розташовані паралельно до напрямку м'язових волокон. Покращується міжклітинний зв'язок за рахунок розвитку щільних контактів між міоцитами. Еластичні волокна формують щільну сітку навколо гладком'язових клітин, що сприяє розвитку еластичності судини. Збільшується кількість колагенових волокон, що робить стінку більш міцною. Відбувається ущільнення міжклітинної речовини, що сприяє механічній стабільності судин. Судинна стінка стає жорсткішою і більш стійкою до розтягнення. Покращується регуляція кровотоку за рахунок збільшення скоротливої здатності гладком'язових клітин. Середня оболонка забезпечує кращу адаптацію пупкової вени до зміни гемодинамічного навантаження.

У другому триместрі внутрішньоутробного розвитку середня оболонка пупкової вени є більшою гнучкою, з великою кількістю міжклітинної речовини, що погіршує її розтяжність. У третьому триместрі вона значно ущільнюється за рахунок збільшення кількості гладком'язових клітин, колагенових і еластичних волокон, що підвищує міцність і скоротливість судини. Це забезпечує стійкість пупкової вени до зміни кровотоку і тиску, що є критичним у місці для стабільного кровопостачання плода.

Зовнішня оболонка пупкової вени в другому і третьому триместрах подібна між собою наявністю в складі сполучної тканини, яка містить колагенові та еластичні волокна. Іншим спільним моментом є відсутність чіткої межі між зовнішньою оболонкою та навколишніми тканинами пупкової вени. Еластичні волокна поодинокі, розташовані без чіткої організації. Зовнішня оболонка стінки судини нещільно інтегрована з пупковим канатиком, що забезпечує високу рухливість судини. Переважає пухка сполучна тканина, що дозволяє судині легко адаптуватися до змін

внутрішньоутробного середовища (табл. 5.3). Висока пластичність і гнучкість зовнішньої оболонки дозволяє судині пристосуватися до зміни кровотоку і тиску. Відсутність власних судин (*vasa vasorum*) пояснюється тим, що живлення відбувається за рахунок дифузії.

Таблиця 5.3

Порівняльна характеристика зовнішньої оболонки пупкової вени в другому та третьому триместрах внутрішньоутробного розвитку

Критерій	Другий триместр	Третій триместр
Вміст основної речовини	Пухка сполучна тканина	Щільна сполучна тканина
Еластичні волокна	Розрізнені, без чіткої організації	Формують розвинену сітку
Кількість фібробластів	Висока, активно синтезують фіброцити	Зменшується кількість фібробластів
Фіксація до навколишніх тканин	Слабко зв'язана з пупковим канатиком	Щільно інтегрована в структуру пупкового канатика
Судини судин (<i>vasa vasorum</i>)	Відсутні	З'являються в невеликій кількості перші елементи власних судин

Формується добре розвинена сітка еластичних волокон, що сприяє підтримці судинного тону. Міжклітинна речовина ущільнюється, що зменшує еластичність цієї оболонки, але робить її більш стабільною. Зовнішня поверхня більш щільно з'єднана з тканинами пупкового канатика, що сприяє механічній стійкості судини. Завдяки більшій кількості колагенових волокон і зменшенню кількості міжклітинної речовини зовнішня оболонка судини менш мобільна, але більш міцна. Зовнішня оболонка стає жорсткішою, що збільшує стабільність судини та запобігає її посиленому розтягненню. Можлива поява власних судин у зовнішній оболонці (*vasa vasorum*), що покращує трофіку тканини. У другому триместрі зовнішня оболонка пупкової вени є більш гнучкою, з великою кількістю ретикулярних волокон і пухкої сполучної тканини, що забезпечує її пластичність, в той час як в третьому триместрі вона ущільнюється, зменшується кількість міжклітинної речовини, збільшується кількість колагенових і еластичних

волокон, що робить зовнішню оболонку більш стабільною і міцною, сприяючи фіксації судини в пупковому канатику.

Стінка пупкової вени структурно вирізняється упродовж внутрішньоутробного розвитку та в новонароджених. У внутрішньоутробному періоді внутрішня оболонка пупкової вени адаптована до високого об'єму крові з низьким тиском, що забезпечується гладким, еластичним ендотелієм. Стінка пупкової вени залишається м'якою і гнучкою, що сприяє вільному кровотоку. Ендотеліоцити щільно з'єднані між собою, що запобігає проникненню плазми в стінку судини. Ця оболонка зберігає гнучкість за рахунок слабкого зв'язку з середньою оболонкою, що дозволяє судині адаптуватися до зміни тиску. Відносно тонкий підендотеліальний шар забезпечує мінімальний опір кровотоку. Гладкі ендотеліоцити сприяють ламінарному (рівномірному) кровотоку без завихрення (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

**Порівняльна характеристика внутрішньої оболонки пупкової вени
впродовж внутрішньоутробного розвитку та в новонароджених**

Критерії	Внутрішньоутробний період	Новонароджені
Ендотелій	Одношаровий плоский, клітини витягнуті вздовж осі судини	Ендотеліоцити набувають більш округлої форми, змінюється їх щільність
Підендотеліальний шар	Добре розвинений, пухка сполучна тканина з аморфною міжклітинною речовиною	Поповнюється за рахунок накопичення колагену
Еластичні структури	Поодинокі еластичні волокна, гнучка структура	Еластичні волокна розростаються, що ускладнює облітерацію судини

Після народження пупкова вена припиняє функціонувати як кровоносна судина. Відбувається повільна активація процесу тромбозу та проліферації сполучної тканини. Ендотеліоцити змінюють свою форму, залишаються більш округлими, що впливають на їх зниження активності. У підендотеліальному шарі накопичуються колагенові та еластичні волокна, що

погіршує закриття просвіту судини. Відбувається інфільтрація макрофагами та іншими імунними клітинами, які беруть участь у процесі облітерації. У внутрішньоутробному періоді середня оболонка стінки пупкової вени забезпечує тонус судини та порушення регуляції кровотоку між плацентою і плодом. Гладком'язові клітини активні, складаються з числа міофіламентів, що дозволяє їм швидко реагувати на зміни тиску. Еластичні волокна формують розвинену сітку, що сприяє адаптації до змін кровотоку. Після народження кровообіг у пупковій вені припиняється, що запускає процеси дегенерації та ремоделювання її структури. Гладком'язові клітини атрофуються або гинуть (апоптоз), що призводить до втрати скоротливої функції. Колагенові волокна ущільнені, що ускладнює механічну стабілізацію судини. Збільшується кількість еластичних волокон, які беруть участь у поступовому закритті просвіту судини. Фібробласти активно синтезують компоненти міжклітинного матриксу, що підтримують структурну сталість судин, можуть бути присутніми невеликі кровоносні судини та нервові волокна, що підтримують живлення тканин. У новонароджених в зовнішній оболонці кількість колагенових волокон збільшується, що надає зовнішній оболонці стабільність та механічну міцність. Це також ускладнює перші етапи облітерації судини. Еластичні волокна стають більш організованими та сприяють механічній стабільності стінки, однак їх роль у забезпеченні еластичності знижується через перехід судини до фіброзної структури. Клітинний склад стає менш активним, фібробласти поступово заміщуються сполучною тканиною, а активність синтезу матриксу знижується. Міжклітинна речовина значно ущільнюється, що дозволяє формувати більш стабільну структуру навколо судини. Колагенові волокна залишаються щільнішими і організовуються в більш структуровану сітку, що надає оболонці більшої механічної міцності. Еластичні волокна втрачають свою здатність до розтягування і лише

зберігають роль в облітерації судини, допомагаючи судині перейти до процесу облітерації.

Після народження в пупковій вені відбуваються декілька основних процесів: тромбоз і фіброз, переродження всіх оболонок і шарів стінки судини, облітерація. Згодом після народження просвіт пупкової вени заповнюється тромбами. Тромби організовуються за рахунок проростання сполучної тканини [62, 73]. Ендотеліоцити дегенерують або набувають неактивної форми. Процес облітерації супроводжується прогресивними змінами сполучної тканини. Колагенові та еластичні волокна формують щільний каркас, що збільшує заміщення судини фіброзною тканиною. Спочатку в стінці пупкової вени утворюється фіброзний матрикс, який заміщує гладку мускулатуру та еластичні волокна. Згодом відбувається заміщення всіх складових середньої та зовнішньої оболонок на сполучну тканину, що закінчується повною облітерацією просвіту пупкової вени. Утворення щільної волокнистої тканини допомагає досягнути механічної міцності стінки, але водночас зменшує еластичність судини, і вона стає малофункціональною [80, 89]. Основними стимуляторами облітерації пупкової вени є: зниження тиску в просвіті пупкової вени; фізіологічна вазоконстрикція в товщі внутрішньої та середньої оболонок; гормональні та імунні перетворення. Поступово просвіт вени починає облітеруватись, і судина перетворюється на круглу зв'язку печінки (*ligamentum teres hepatis*). Отримані результати дослідження щодо термінів облітерації, пупкової вени вирізняється від загальноприйнятих (впродовж кількох тижнів або місяців після народження (в середньому 2-3 місяці) [127, 137]. Наші дослідження показали, що облітерація відбувається не в повному обсязі і цей процес може тривати довгий час, аж до старечого віку, хоч і сама пупкова вена вже функціонально не активна.

Мікроструктура пупкової вени в першому та другому періодах зрілого віку значно відрізняються між собою. У першому зрілому періоді після

початку облітерації пупкова вена перетворюється в рубцеву або фіброзну тканину. Це означає, що вона вже не має функціональних елементів судинної стінки, таких як еластичні та м'язові волокна, або вони присутні в мінімальній кількості. Вся структура вени перетворюється в сполучну тканину, яка містить колагенові волокна, фібробласти і рідше – еластичні волокна. Після народження ендотелій пупкової вени зникає на 85-92 % в процесі облітерації, пупкова вена більше не функціонує в організмі. Більшу частину ендотелію заповнюють товсті пласти фіброзної тканини, яка утворює структуру судини, але не має функціональних елементів. Після облітерації еластичного шару пупкової вени значно зменшується її просвіт, але не зникає. Еластичні волокна, які забезпечували еластичність стінок судини, замінюються колагеновими волокнами. Процес облітерації пупкової вени призводить до втрати еластичності, відсутність колагену не має попередньої властивості розтягуватися. М'язові компоненти пупкової вени після облітерації частково залишається, але не в активному стані. Більша частина гладких міоцитів є атрофуються і замінюються сполучною тканиною. Пупкова вена більше не виконує функцію забезпечення венозного тиску, тому гладкі міоцити і дрібні власні судини не мають необхідності підтримувати кровообіг. У перші роки після народження фібробласти активно замінюють неактивні або пошкоджені елементи судин на сполучну тканину. У пупковій вені відбувається процес фіброзу, одночасно коли фібробласти продукують колаген та інші компоненти міжклітинової речовини. У цей період фібробластична активність є високою, але вже з часом ця активність знижується. Пупкова вена після облітерації перетворюється в рубцеву тканину. Ззовні вона виглядає як щільний фіброзний шнуроподібний тяж, який не виконує функції транспортування крові. Тканина цієї структури має дуже обмежену здатність до розтягування, але є стійкою до механічних уражень. У другому періоді зрілого віку тканина пупкової вени стає ще більш щільною за рахунок подальшого збільшення

кількості колагенових волокон. Сполучна тканина стає більш організованою і склеротичною. У цей період тканина пупкової вени стає ще більш щільною за рахунок подальшого збільшення кількості колагенових волокон. Зміни включають фіброзні перетворення та подальше ущільнення тканини, зокрема внаслідок зниження вмісту води в тканині. Ендотеліюльні клітини присутні поодинокі 5-8 %, що є важливим моментом в клінічній оцінці пупкової вени для потенційного виконання катетеризації. Сполучна тканина займає місце колишньої стінки пупкової вени, і цей процес є незворотним в нормальних фізіологічних умовах. Тканина є більш щільною і склеротичною, з ознаками старіння. В еластичних шарах залишки волокон можуть бути майже відсутні або дуже обмежені. Замість них формуються більш щільні колагенові волокна, що надає тканині більшу жорсткість. Це також може призвести до зменшення водного вмісту тканини, що зменшує її гнучкість і еластичність. М'язова тканина практично повністю зникає, а залишки тканини переходять у фіброзну структуру. У разі наявності будь-яких залишків м'язових клітин, вони також замінюються сполучною тканиною, і таким чином, м'язові компоненти більше не функціонують, а фібробластична активність значно знижується. Сполучна тканина в пупковій вені стає більш стабільною, з мінімальними змінами. Рубцева тканина стає більш щільною та склеротичною, і вона має більшу сприйнятливості до дистрофічних процесів стінки пупкової вени.

В обох періодах зрілого віку пупкова вена після облітерації вже не виконує функції судини і перетворюється на фіброзну тканину. Однак на цьому етапі вона має певну кількість еластичних волокон, які її наділяють певною мірою гнучкістю. В ендотелії пупкової вени практично немає активних клітин, вони заміщені фіброзною тканиною. На цьому етапі в тканині можуть зберегтися окремі еластичні волокна. М'язові компоненти пупкової вени вже не функціонують, а тканина поступово замінюється сполучною тканиною. Фіброласти активно замінюють всі пошкоджені та

змінені ділянки на колаген, що дозволяє зберегти стабільну структуру (табл. 5.5). Стінка пупкової вени вже не бере участі в кровообігу, але її структура залишається стабільною.

Таблиця 5.5

Порівняльна характеристика стінки пупкової вени в зрілому та старечому віці

Критерій	Зрілий вік	Старечий вік
Тип тканини	Фібозна тканина. Колагеновмісна тканина з обмеженим вмістом еластичних волокон.	Продовжує залишатися фібозною, але стає ще більш ущільненою та склеротичною, з мінімальним вмістом еластичних волокон.
Ендотелій	Після облітерації ендотелій в мінімальній кількості. Сполучна тканина заміщує судинну стінку.	Ендотеліоцити поодинокі. Структура тканини фібозна.
Еластичний шар	В еластичному шарі залишаються окремі еластичні волокна, але вони заміщені колагеновими волокнами.	Еластичний шар практично не зникає, залишки еластичних волокон майже не функціонують. Стінка стає дуже жорсткою через подальше утворення колагенових волокон.
М'язовий шар	М'язовий шар атрофується після облітерації у великій кількості, його заміщує сполучна тканина.	М'язовий шар відсутній, тканина стає щільнішою і склеротичною.
Фібробластна активність	Фібробласти активно стимулюють колаген і заміщують пошкоджені елементи судини.	Фібробластна активність значно зменшена. Тканина стабілізується, але продовжує ущільнюватися.
Загальний стан стінки судини	Стінка пупкової вени залишається збереженою, але не виконує функції транспорту крові. Тканина залишається структурно стабільною.	Тканина стає ще більш склеротичною, з високим рівнем колагену і низьким вмістом еластичних волокон. Вона зменшується в об'ємі та стає більш твердою.

З віком сполучна тканина стає ще більш ущільненою за рахунок збільшення кількості колагенових волокон, втрачається еластичність. Структура вени може стати майже склеротичною, без можливості

функціонувати як до початку облітерації. В старечому віці ендотеліоцити поодинокі і тканина вени продовжує залишатися фіброзною з мінімальними змінами. Еластичні волокна майже повністю заміщуються колагеном, що робить тканину більш жорсткою і менш еластичною. М'язові елементи пупкової вени відсутні, і стінка вени вже перманентно заміщена сполучною тканиною, що призводить до її подальшого ущільнення і старіння. Фібробластична активність зменшується, тому зміни в тканинах стають менш вираженими. Тканина стабілізується, але залишається ущільненою через наявність можливості для швидкого відновлення. З віком тканина пупкової вени все більше ущільнюється, набуваючи склеротичних ознак, втрачаючи свою первісну гнучкість і еластичність.

Структурна організація стінки пупкової вени у другому триместрі відзначається слабким розвитком гладких міоцитів, крім цього, відсутні або присутні поодинокі колагенові та еластичні волокна. На відміну від другого, в третьому триместрі відзначається стрімкий розвиток та більша кількість гладких міоцитів, збільшується кількість колагенових волокон та починають з'являтися еластичні волокна, макрофаги, лімфоцити, лейкоцити, що свідчить про підготовку стінки пупкової вени до переходу в постнатальний період. У ранньому неонатальному періоді відзначається зменшення кількості гладких міоцитів та збільшення кількості волокон всіх типів та макрофагів, лейкоцитів, лімфоцитів. Відзначаються ознаки початку облітерації. В зрілому віці зберігається велика кількість гладких міоцитів та перицитів, колагенових волокон, еластичні волокна майже відсутні. Зовсім немає макрофагів, лейкоцитів та лімфоцитів, просвіт пупкової вени погано видимий, вена спадається, є ознаки неповної облітерації. У старечому віці в стінці пупкової вени поодинокі гладкі міоцити (майже не помітні), значна кількість колагенових волокон, відсутні еластичні волокна, ознаки прогресивної деградації стінки, з неповною облітерацією просвіту.

Отже, проаналізовані отримані дані впродовж виконання всіх вищезгаданих досліджень, можуть стати підґрунттям для подальших вивчень пупкової вени та її сполучень у віковому аспекті, становленні і розвитку морфології, і найголовніше: створити передумови для розуміння вроджених і набутих патологій плода, а також використання катетеризації пупкової вени з діагностичною та лікувальною метою.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання сучасної морфології щодо хронологічної послідовності розвитку, становлення будови та онтогенетичних перетворень пупкової вени людини.

1. У зародків людини 6,0-7,0 мм тім'яно-куприкової довжини виявляються судини плацентарного кола кровообігу – пупкові артерії і вени; в результаті облітерації правої пупкової вени може бути наявна тільки одна – ліва пупкова вена, діаметром 18 ± 2 мкм. Пупкова вена в процесі пренатального періоду розвитку зазнає змін у діаметрі та товщині стінки: спочатку (зародки 9,0-10,0 мм тім'яно-куприкової довжини) вона є найширшою судиною, діаметр якої становить 300 ± 10 мкм, і за товщиною стінки (35 ± 5 мкм) перевершує інші судини зародка; пізніше (передплоди 35,0-38,0 мм тім'яно-куприкової довжини) пупкова вена за розмірами дорівнює аорті – показники діаметрів цих судин коливаються від 345 ± 5 мкм до 352 ± 8 мкм, а товщини їх стінки дорівнюють 73 ± 5 мкм; і задовго до того, як настає облітерація судин пуповини, пупкова вена стає вже тоншою за аорту.

2. З 4-го по 10 місяці плодового періоду розвитку людини морфометричні параметри пупкової вени поступово збільшуються: її довжина з $13,99 \pm 1,01$ мм до $24,85 \pm 0,33$ мм і діаметр – з $3,31 \pm 0,09$ мм до $6,77 \pm 0,22$ мм. Встановлено, що до 7-го місяця внутрішньоутробного розвитку діаметр пупкової вени зростає інтенсивно і відносно рівномірно, в той час, як діаметр ворітної печінкової вени збільшується незначно, проте інтенсивно зростає діаметр венозної протоки. У плодів 7-8 місяців ріст венозної протоки сповільнюється. Починаючи з 8-го місяця внутрішньоутробного життя і до періоду новонародженості відбувається сповільнене зростання діаметра

пупкової вени, проте інтенсивний ріст діаметра ворітної печінкової вени; діаметр венозної протоки практично не збільшується, що свідчить про перебудову судинної системи плода та його підготовку до постнатального життя.

3. Після народження відбувається інтенсивне збільшення морфометричних параметрів пупкової вени, передусім у грудному віці: її довжина зростає з $32,18 \pm 1,97$ мм до $47,8 \pm 0,91$ мм і діаметр – з $8,16 \pm 0,34$ мм до $8,93 \pm 0,32$ мм. У зрілому та старечому віці внаслідок регресивних змін відзначається поступове зменшення діаметра (до $3,8 \pm 0,4$ мм) пупкової вени, значне її подовження (до $+130,0$ мм) і перетворення на щільний волокнистий тяж – круглу зв'язку печінки.

4. У передплodів людини $14,0-16,0$ мм тім'яно-куприкової довжини стінка пупкової вени досить тонка та гістологічно неструктурована. У ранніх плодів ($170,0-220,0$ мм тім'яно-п'яtkової довжини) найбільш сформованою є внутрішня оболонка тонкої стінки пупкової вени, в якій виявляються поодинокі гладкі міоцити. Впродовж плодового періоду збільшується кількість гладких міоцитів, макрофагів, лейкоцитів та лімфоцитів і до кінця цього періоду розвитку в стінці пупкової вени чітко розрізняються всі оболонки, при цьому в середній оболонці, крім чисельних гладких міоцитів, спостерігається поява спочатку колагенових, а пізніше (плоди $300,0-320,0$ мм тім'яно-п'яtkової довжини) – еластичних волокон. У новонароджених і дітей грудного віку відбувається волокниста трансформація зовнішньої оболонки пупкової вени, що характеризується збільшенням колагенових волокон, зменшенням еластичних волокон і капілярної сітки. Впродовж зрілого віку в стінці пупкової вени спостерігається поступове зменшення еластичних волокон. У людей старечого віку в стінці пупкової вени наявні в значній кількості фібробласти і колагенові волокна, і поодинокі еластичні волокна; більшу частину просвіту займають конгломерати жирових клітин та

відкладення кальцію, виявляється повна реорганізація та дезорганізація елементів вени.

5. У плодовому періоді онтогенезу людини в печінку вступають гілки двох венозних судин – пупкової вени і ворітної печінкової вени, які, переважно, зливаються в правому куті воріт органа. Від пупкової вени відходять гілки до сегментів лівої судинно-секреторної частки (I, II, III та IV сегментів). Ворітна печінкова вена після злиття з пупковою веною печінки продовжується вправо та розгалужується в сегментах правої судинно-секреторної частки (V, VI, VII і VIII сегментів).

6. У більшості досліджених плодів (68,63 %, 35 препаратів плодів) та 4 мертвоновонароджених ворітна печінкова вена безпосередньо зливається з пупковою веною, що зумовлює формування у дітей грудного віку та людей зрілого віку варіанта дихотомічного галуження ворітної печінкової вени на ліву та праву гілки. Наслідком з'єднання ворітної печінкової вени з пупковою веною, за допомогою короткого анастомозу, є трифуркаційний варіант поділу ворітної печінкової вени (19,61 %, 10 препаратів плодів; та одного мертвоновонародженого). В 11,76 % досліджених плодів (6 випадків) виявлено довгий анастомоз між ворітною веною печінки та пупковою веною, що може пояснити відходження висхідної вени від лівої гілки ворітної печінкової вени на етапах постнатального періоду онтогенезу людини.

7. Венозна протока (Аранція) у 84,31 % плодів (43 спостереження) є безпосереднім продовженням дозадуги сагітального відділу пупкової вени та самостійно впадає у нижню порожнисту вену (6,98 %, 3 випадки), разом із лівою печінковою веною – 32,56 % (14 випадків) і загальним стовбуром разом із лівою та середньою печінковими венами – 60,46 % (26 препаратів). У 15,69 % плодів (8 випадків) венозна протока відходила від поперечного відділу пупкової вени.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Souza KBDS, Hochberger LC, Castrignano Camargo FE, Silva GS, Camargo GC, Mello JPL, et al. Umbilical vein remodeling is associated with pregestational maternal overweight. *Front Endocrinol (Lausanne)* [Internet]. 2024[cited 2025 Jan 29];15:1483364. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11695124/pdf/fendo-15-1483364.pdf> doi: [10.3389/fendo.2024.1483364](https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1483364)
2. Dubetskyi BI, Makarchuk OM, Zhurakivska OY, Rymarchuk MI, Andriets OA, Lenchuk TL, et al. Pregnancy and umbilical cord pathology: structural and functional parameters of the umbilical cord. *J Med Life*. 2023;16(8):1282-91. doi: [10.25122/jml-2023-0025](https://doi.org/10.25122/jml-2023-0025)
3. Qin Y, Wen H, Liang M, Luo D, Zeng Q, Liao Y, et al. A new classification of congenital abnormalities of UPVS: sonographic appearances, screening strategy and clinical significance. *Insights Imaging* [Internet]. 2021[cited 2025 Feb 21];12(1):125. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8421501/pdf/13244_2021_Article_1068.pdf doi: [10.1186/s13244-021-01068-5](https://doi.org/10.1186/s13244-021-01068-5)
4. Sidhu PS, Lui F. Embryology, Ductus Venosus. 2023 Jul 24. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan—. PMID: 31613539.
5. Eichmann A, Pardanaud L, Yuan L, Moyon D. Vasculogenesis and the search for the hemangioblast. *J Hematother Stem Cell Res*. 2002 Apr;11(2):207-14. doi: [10.1089/152581602753658411](https://doi.org/10.1089/152581602753658411). PMID: 11983094.
6. Barbieri M, Di Martino DD, Ferrazzi EM, Stampalija T. Umbilical vein blood flow: State-of-the-art. *J Clin Ultrasound*. 2023;51(2):318-25. doi: [10.1002/jcu.23412](https://doi.org/10.1002/jcu.23412)

7. Кухарчук АВ, Червона ОІ, Решетник СО, Барабанчик ОВ. Ефективність гепатопротекторів у комплексній терапії захворювань печінки (огляд літератури). Практикуючий лікар. 2025;14(1):45-50.

8. Саламін КО, Кузнецова МО. Механізми пошкодження печінки, яке спричинено інфікуванням вірусом SARS-CoV-2 під час пандемії COVID-19. В: Матеріали VII Міжнар. наук. конф. Міжгалузеві диспути: динаміка та розвиток сучасних наукових досліджень; 2025 Лют 14; Полтава. Вінниця: UKRLOGOS Group; 2025, с. 350-1. doi: [10.62731/mcnd-14.02.2025.009](https://doi.org/10.62731/mcnd-14.02.2025.009)

9. Ghesquière L, Perbet R, Lacan L, Hamoud Y, Stichelbout M, Sharma D, et al. Associations between fetal heart rate variability and umbilical cord occlusions-induced neural injury: An experimental study in a fetal sheep model. Acta Obstet Gynecol Scand. 2022;101(7):758-70. doi: [10.1111/aogs.14352](https://doi.org/10.1111/aogs.14352)

10. Kalluru PKR, Kalluru HR, Allagadda TR, Talur M, Gonepogu MC, Gupta S. Abnormal umbilical cord coiling and association with pregnancy factors. J Turk Ger Gynecol Assoc. 2024;25(1):44-52. doi: [10.4274/jtggg.galenos.2023.2023-3-3](https://doi.org/10.4274/jtggg.galenos.2023.2023-3-3)

11. Chandrakar D, Goyal M, Dhurandhar D, Khare S, Chakraborty K, Agrawal J. Umbilical Cord Structural Changes in Pregnancy-Induced Hypertension: Histological and Morphometric Insights. Cureus [Internet]. 2025[cited 2025 Feb 26];17(2):e78951. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11910192/pdf/cureus-0017-00000078951.pdf> doi: [10.7759/cureus.78951](https://doi.org/10.7759/cureus.78951)

12. Montaña-Jimenez LP, Lasalvia P, Diaz Puentes M, Olaya-C M. Congenital heart defects and umbilical cord abnormalities, an unknown association? J Neonatal Perinatal Med. 2021;15(1):81-8. doi: [10.3233/npm-210799](https://doi.org/10.3233/npm-210799)

13. Kadivar M, Khamseh ME, Malek M, Khajavi A, Noohi AH, Najafi L. Histomorphological changes of the placenta and umbilical cord in pregnancies complicated by gestational diabetes mellitus. Placenta. 2020;97:71-8. doi: [10.1016/j.placenta.2020.06.018](https://doi.org/10.1016/j.placenta.2020.06.018)

14. Kozadinis A, Mylonakis A, Bekos F, Kydonakis N, Korovesis G, Kastanaki P, et al. The Development of the Umbilical Vein and Its Anatomical and Clinical Significance. *Cureus* [Internet]. 2025[cited 2025 Mar 10];17(2):e79712. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11954436/pdf/cureus-0017-00000079712.pdf> doi: [10.7759/cureus.79712](https://doi.org/10.7759/cureus.79712)
15. Anne RP, Rahiman EA, Aradhya AS. Real-time ultrasound for umbilical venous catheter insertion in neonates- a systematic review and meta-analysis. *Ultrasound J*. 2025;17(1):4. doi: [10.1186/s13089-025-00406-8](https://doi.org/10.1186/s13089-025-00406-8)
16. Ponin L, Ruangkit C, Ruangwattanapaisarn N, Nuntnarumit P. Real-time ultrasound to assess the umbilical catheter position in neonates: a randomized, controlled trial. *J Perinatol*. 2025;45(2):235-41. doi: [10.1038/s41372-024-02128-6](https://doi.org/10.1038/s41372-024-02128-6)
17. Lewis K, Spirnak PW. Umbilical Vein Catheterization. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025.
18. Wang L, Zhou Q, Zhou C, Wang J, Shi C, Long B, et al. Z-Score reference ranges for umbilical vein diameter and blood flow volume in normal fetuses. *J Ultrasound Med*. 2022;41(4):907-16. doi: [10.1002/jum.15774](https://doi.org/10.1002/jum.15774)
19. Huang H, Li XY, Pang CY, Huang FX, Lai MY, Huang YF, et al. Study of the ratio of normal fetal umbilical venous blood flow rate to umbilical artery plusatility index. *Chin J Ultrasonography*. 2022;31(5):394-9.
20. Tutus S, Asal N, Uysal G, Şahin H. Is there a relationship between high birth weight and umbilical vein diameter? *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2021;34(21):3609-13. doi: [10.1080/14767058.2020.1814247](https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1814247)
21. Valenzuela-Fuenzalida JJ, Avalos-Díaz C, Droguett-Utreras A, Guerra-Loyola J, Nova-Baeza P, Orellana-Donoso M, et al. Clinical implications of aberrant anatomy of the common hepatic duct in liver surgery: a systematic review and meta-analysis. *Surg Radiol Anat*. 2024;46(12):2027-47. doi: [10.1007/s00276-024-03494-8](https://doi.org/10.1007/s00276-024-03494-8)
22. Koorn I, Heinrich H, Nelissen A, Denswil N, Linskens IH, Jansen CHJR, et al. Isolated fetal umbilical vein varix and the association with intrauterine fetal

death and fetal growth restriction: A systematic review, meta-analysis, and nested retrospective cohort study. *Prenat Diagn.* 2024;44(5):595-613. doi: [10.1002/pd.6538](https://doi.org/10.1002/pd.6538)

23. Sun H, Su X, Mao J, Liu Y, Li G, Du Q. Microplastics in maternal blood, fetal appendages, and umbilical vein blood. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. 2024[cited 2025 Feb 20];287:117300. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651324013769?via%3Dihub> doi: [10.1016/j.ecoenv.2024.117300](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.117300)

24. Hashiramoto S, Arakaki T, Takita H, Kaneko M, Matsuoka R, Sekizawa A. Prenatal diagnosis of the umbilical cord torsion at the placental cord insertion site: A case report and literature review. *J Obstet Gynaecol Res.* 2024;50(9):1728-31. doi: [10.1111/jog.16013](https://doi.org/10.1111/jog.16013)

25. Yeoh M, Erickson J, Desai S, Hazeldine B, Thomas R, Gibson C, et al. Are multiple projections necessary when assessing umbilical venous catheter placement in neonates? A retrospective study. *J Med Imaging Radiat Oncol.* 2024;68(3):243-9. doi: [10.1111/1754-9485.13632](https://doi.org/10.1111/1754-9485.13632)

26. Peyter AC, Beaumann M, Delhaes F, Joye S, Menétrey S, Baud D, et al. Fetal sex and the relative reactivity of human umbilical vein and arteries are key determinants in potential beneficial effects of phosphodiesterase inhibitors. *J Appl Physiol.* 2024;136(6):1526-45. doi: [10.1152/jappphysiol.00540.2023](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00540.2023)

27. Dizdaroğulları GE, Demirci O, Ocal A, Kahramanoğlu Ö, Akalın M. The role of persistent right umbilical vein in the diagnosis of fetal genetic syndromes. *J Obstet Gynaecol Res* [Internet]. 2025[cited 2025 Mar 03];51(1):e16175. Available from: <https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jog.16175> doi: [10.1111/jog.16175](https://doi.org/10.1111/jog.16175)

28. Xing X, Jin Z, Wang Y, Liu X, Dai N, Lai J. Relationship between birth weight and mineral levels in umbilical artery and vein serum. *Wei Sheng Yan Jiu.* 2024;53(6):961-1006. doi: [10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2024.06.018](https://doi.org/10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2024.06.018)

29. Lee Solevåg A, Saugstad OD. 50 Years Ago in The Journal of Pediatrics: Umbilical Arterial Catheter and Umbilical Vessel Catheterization Use and Complications. *J Pediatr*. 2022;244:9. doi: [10.1016/j.jpeds.2022.02.023](https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2022.02.023)
30. Michaud M, Ranaivojaona S, Livideanu C, Mery C, Gaches F. Umbilical Vein Recanalization. *Am J Med Sci*. 2021;361(5):41. doi: [10.1016/j.amjms.2020.07.012](https://doi.org/10.1016/j.amjms.2020.07.012)
31. Barbieri M, Di Martino DD, Ferrazzi EM, Stampalija T. Umbilical vein blood flow: State-of-the-art. *J Clin Ultrasound*. 2023;51(2):318-25. doi: [10.1002/jcu.23412](https://doi.org/10.1002/jcu.23412)
32. Sáez T, Wiley C, Quon A, Spaans F, Davidge ST. Increased oxidative stress and endothelial activation in umbilical veins from pregnancies diagnosed with preeclampsia. *Pregnancy Hypertens*. 2021;26:87-90. doi: [10.1016/j.preghy.2021.09.007](https://doi.org/10.1016/j.preghy.2021.09.007)
33. Sánchez-Trujillo L, García-Montero C, Fraile-Martinez O, Guijarro LG, Bravo C, De Leon-Luis JA, et al. Considering the Effects and Maternofoetal Implications of Vascular Disorders and the Umbilical Cord. *Medicina (Kaunas)* [Internet]. 2022[cited 2025 Jan 18];58(12):1754. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9782481/pdf/medicina-58-01754.pdf> doi: [10.3390/medicina58121754](https://doi.org/10.3390/medicina58121754)
34. Soares S, Freitas AC, Rodrigues C, Lopes L, Carvalho C, Pereira S. A Large Tortuous Umbilical Cord with Superficial Abdominal Wall Varicose Veins in a Newborn. *Neoreviews*. 2020;21(11):774-7. doi: [10.1542/neo.21-11-e774](https://doi.org/10.1542/neo.21-11-e774)
35. Gibson K, Sharp R, Ullman A, Morris S, Kleidon T, Esterman A. Adverse events associated with umbilical catheters: a systematic review and meta-analysis. *J Perinatol*. 2021;41(10):2505-12. doi: [10.1038/s41372-021-01147-x](https://doi.org/10.1038/s41372-021-01147-x)
36. Damiani GR, Del Boca G, Biffi A. Five-vessel umbilical cord and fetal outcome: an obstetric overview. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2022;35(25):6250-3. doi: [10.1080/14767058.2021.1910660](https://doi.org/10.1080/14767058.2021.1910660)

37. Kumar N, Jahanfar S, Haas DM, Weeks AD. Umbilical vein injection for management of retained placenta. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2021[cited 2025 Jan 18];3(3):CD001337. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8094279/pdf/CD001337.pdf> doi: [10.1002/14651858.cd001337.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.cd001337.pub3)
38. Nakamura M, Oba T, Salafia CM, Morimoto T, Takita H, Tokunaka M, et al. Ultrasonographic study of umbilical cord twist direction during second trimester. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2022;35(22):4233-9. doi: [10.1080/14767058.2020.1849098](https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1849098)
39. Idrees M, Zhang L, Al-Ogaili Z, Yau HV, Zhu S, Jaques B, et al. Umbilical fissure vein, anatomical variation and potential surgical application. *ANZ J Surg.* 2021;91(7-8):479-83. doi: [10.1111/ans.16963](https://doi.org/10.1111/ans.16963)
40. Nasser BH, Hamid D, Zakharian Y, Jadaon JE. Intra-amniotic umbilical vein varix: A case report and review of the literature. *Int J Gynaecol Obstet.* 2023;160(3):1045-50. doi: [10.1002/ijgo.14525](https://doi.org/10.1002/ijgo.14525)
41. Kamupira SR, Tarr JD, Kuruvilla M. Contrast study in umbilical venous line extravasation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2022;107(2):120. doi: [10.1136/archdischild-2020-321081](https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-321081)
42. Murtada SI, Ramachandra AB, Humphrey JD. Ex vivo biomechanical characterization of umbilical vessels: Possible shunts in congenital heart palliation. *J Biomech* [Internet]. 2023[cited 2025 Feb 23];151:111518. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021929023000878?via%3Dihub> doi: [10.1016/j.jbiomech.2023.111518](https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2023.111518)
43. Govender I, Okonta HI, Adeleke O, Rangiah S. Umbilical vein catheterisation for the family physician working in primary health care. *S Afr Fam Pract* (2004). 2024;66(1):1-6. doi: [10.4102/safp.v66i1.5797](https://doi.org/10.4102/safp.v66i1.5797)
44. Dauvillée J, Ingargiola I, Jouret M, Biard JM, Steenhaut P, Bernard P. Fetal umbilical-systemic shunt with a positive issue. *J Gynecol Obstet Hum Reprod* [Internet]. 2020[cited 2025 Jan 21];49(4):101656. Available from:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2468784719306890?via%3Dihub> doi: [10.1016/j.jogoh.2019.101656](https://doi.org/10.1016/j.jogoh.2019.101656)

45. Goh SSM, Kan SY, Bharadwaj S, Poon WB. A review of umbilical venous catheter-related complications at a tertiary neonatal unit in Singapore. *Singapore Med J*. 2021;62(1):29-33. doi: [10.11622/smedj.2019140](https://doi.org/10.11622/smedj.2019140)

46. Zitouni H, Cheikhrouhou T, Regaieg C, Ben Thabet A, Kallel R, Ammar S, et al. A Case of Intra-Amniotic Umbilical Vein Varices Misdiagnosed as an Omphalocele. *Fetal Pediatr Pathol*. 2023;42(4):719-21. doi: [10.1080/15513815.2023.2201626](https://doi.org/10.1080/15513815.2023.2201626)

47. Levit OL, Shabanova V, Bizzarro MJ. Umbilical catheter-associated complications in a level IV neonatal intensive care unit. *J Perinatol*. 2020;40(4):573-80. doi: [10.1038/s41372-019-0579-3](https://doi.org/10.1038/s41372-019-0579-3)

48. Madrid-Pinilla A, Zambrano-Benavides D, Quintero JC. An unusual umbilical venous connection to a left posterior intercostal vein. *Cardiol Young*. 2022;32(1):118-21. doi: [10.1017/s1047951121002213](https://doi.org/10.1017/s1047951121002213)

49. Rajendran G, Sinha AK. Umbilical venous catheter extravasation diagnosed by point-of-care ultrasound. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2021;106(5):549. doi: [10.1136/archdischild-2020-320008](https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-320008)

50. Dubetskyi BI, Makarchuk OM, Zhurakivska OY, Rymarchuk MI, Andriets OA, Lenchuk TL, et al. Pregnancy and umbilical cord pathology: structural and functional parameters of the umbilical cord. *J Med Life*. 2023;16(8):1282-91. doi: [10.25122/jml-2023-0025](https://doi.org/10.25122/jml-2023-0025)

51. Wang Q, Gao Z, Guo K, Lu J, Wang F, Wu T, et al. Human Umbilical Cord Wharton Jelly Cells Treatment Prevents Osteoporosis Induced by D-Galactose. *Int J Clin Pract* [Internet]. 2022[cited 2025 Jan 21];2022:4593443. Available from: <https://doi.org/10.1155/2022/4593443> doi: [10.1155/2022/4593443](https://doi.org/10.1155/2022/4593443)

52. Stuttaford L, Webb J, Smith SL, Powell C, Watkins WJ, Chakraborty M. Estimating insertion length of umbilical arterial and venous catheters in newborn

infants: time for change. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2022;35(19):3770-5. doi: [10.1080/14767058.2020.1838478](https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1838478)

53. Rubin JM, Fowlkes JB, Pinter SZ, Treadwell MC, Kripfgans OD. Umbilical Vein Pulse Wave Spectral Analysis: A Possible Method for Placental Assessment Through Evaluation of Maternal and Fetal Flow Components. *J Ultrasound Med.* 2022;41(10):2445-57. doi: [10.1002/jum.15927](https://doi.org/10.1002/jum.15927)

54. Castañeda-Pérez DA, Villegas-Álvarez C, Román-Flores AS, Pierdant-Pérez M, Herbert-Anaya D, Reyes-Vaca JG, et al. Comparison between Wright and Shukla formulas: which is better for the placement of umbilical catheters in newborns ≤ 1500 g? *Bol Med Hosp Infant Mex.* 2023;80(3):177-82. doi: [10.24875/bmhim.23000029](https://doi.org/10.24875/bmhim.23000029)

55. Soonsawad S, Kieran EA, Ting JY, AlonsoPrieto E, Panczuk JK. Factors Associated with Umbilical Venous Catheter Malposition in Newborns: A Tertiary Center Experience. *Am J Perinatol.* 2022;39(16):1805-11. doi: [10.1055/s-0041-1726385](https://doi.org/10.1055/s-0041-1726385)

56. Dagdeviren G, Keles A, Yücel Celik O, Yucel A, Sahin D. Prenatal diagnosis of the persistent right umbilical vein, incidence and clinical significance. *J Obstet Gynaecol.* 2022;42(3):443-6. doi: [10.1080/01443615.2021.1916811](https://doi.org/10.1080/01443615.2021.1916811)

57. Lepp KM, Carter BM, Bain LC, Antonini RE. Umbilical Line Securement Bundle to Reduce Line Loss in the Neonate. *Adv Neonatal Care.* 2024;24(6):510-6. doi: [10.1097/anc.0000000000001198](https://doi.org/10.1097/anc.0000000000001198)

58. Jensen Rahbek LS, Hjortdal A, Rawashdeh YF. Surgical retrieval of transected umbilical vein catheter in an extremely preterm neonate. *BMJ Case Rep* [Internet]. 2023[cited 2025 Jan 27];16(12):e257355. Available from: <https://casereports.bmj.com/content/16/12/e257355.long> doi: [10.1136/bcr-2023-257355](https://doi.org/10.1136/bcr-2023-257355)

59. Arora R, Arora P, Tan-Dy C. Four-vessel umbilical cord in a neonate with no associated congenital anomalies. *BMJ Case Rep* [Internet]. 2022[cited 2025 Mar 03];15(7):e251453. Available from:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9316014/pdf/bcr-2022-251453.pdf> doi: [10.1136/bcr-2022-251453](https://doi.org/10.1136/bcr-2022-251453)

60. Toscano P, Saccone G, Di Meglio L, Di Meglio L, Mastantuoni E, Riccardi C, et al. Intrahepatic persistent fetal right umbilical vein: a retrospective study. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2021;34(24):4025-8. doi: [10.1080/14767058.2019.1702954](https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1702954)

61. Couck I, van der Merwe J, Russo F, Richter J, Aertsen M, Cauwberghs B, et al. Umbilical venous diameter and flow in monochorionic diamniotic twin pregnancy: association with placental sharing and fetal demise. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2022;60(4):514-22. doi: [10.1002/uog.24903](https://doi.org/10.1002/uog.24903)

62. Colella M, Zanin A, Toumazi A, Bourmaud A, Boizeau P, Guilmin-Crepon S, et al. Association between Portal Vein Thrombosis after Umbilical Vein Catheterization and Neonatal Asphyxia. *Neonatology.* 2024;121(4):478-84. doi: [10.1159/000537902](https://doi.org/10.1159/000537902)

63. Akar S, Dincer E, Topcuoğlu S, Yavuz T, Akay H, Gokmen T, et al. Determination of Accurate Position of Umbilical Venous Catheters in Premature Infants. *Am J Perinatol.* 2022;39(4):369-72. doi: [10.1055/s-0040-1716405](https://doi.org/10.1055/s-0040-1716405)

64. Keven A, Kabaalioglu A, Durmaz E, Çeken K. Imaging appearance of post umbilical venous catheter displacement: liver collections in children. *Med Ultrason.* 2021;23(1):89-93. doi: [10.11152/mu-2615](https://doi.org/10.11152/mu-2615)

65. Yadav A, Meena J, Kumar J. Ultrasound-Guided Umbilical Venous Catheter Insertion to Reduce Rate of Catheter Tip Malposition in Neonates: A Randomized, Controlled Trial: Correspondence. *Indian J Pediatr.* 2022;89(11):1163. doi: [10.1007/s12098-022-04295-w](https://doi.org/10.1007/s12098-022-04295-w)

66. Manerkar S, Mondkar J, Kaur A. Ultrasound-Guided Umbilical Venous Catheter Insertion to Reduce Rate of Catheter Tip Malposition in Neonates: A Randomized, Controlled Trial: Authors' Reply. *Indian J Pediatr.* 2022;89(11):1164. doi: [10.1007/s12098-022-04295-w](https://doi.org/10.1007/s12098-022-04295-w)

67. Novoa V, Shazly S, Ibiroga ER, Sutton L, Tonni G, Prefumo F, et al. Perinatal outcomes of fetal intra-abdominal umbilical vein varix: a multicenter cohort study. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2021;34(20):3393-6. doi: [10.1080/14767058.2019.1685969](https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1685969)
68. Rubortone SA, Costa S, Perri A, D'Andrea V, Vento G, Barone G. Real-time ultrasound for tip location of umbilical venous catheter in neonates: a pre/post intervention study. *Ital J Pediatr* [Internet]. 2021[cited 2025 Feb 21];47(1):68. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7977571/pdf/13052_2021_Article_1014.pdf doi: [10.1186/s13052-021-01014-7](https://doi.org/10.1186/s13052-021-01014-7)
69. Yeung CY. Complications of umbilical venous catheters in neonates: A safety reappraisal. *Pediatr Neonatol.* 2020;61(1):1-2. doi: [10.1016/j.pedneo.2020.01.001](https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2020.01.001)
70. Pelanis E, Kumar RP, Aghayan DL, Palomar R, Fretland ÅA, Brun H, et al. Use of mixed reality for improved spatial understanding of liver anatomy. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2020;29(3):154-60. doi: [10.1080/13645706.2019.1616558](https://doi.org/10.1080/13645706.2019.1616558)
71. 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;276:179-84. doi: [10.1016/j.ejogrb.2022.07.022](https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2022.07.022)
72. Rüdiger M, Dinger J. The side-entry method: An easy approach of umbilical vascular catheterization. *Resusc Plus* [Internet]. 2024[cited 2025 Jan 28];19:100694. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11239701/pdf/main.pdf> doi: [10.1016/j.resplu.2024.100694](https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100694)
73. Cicek M, Kalaycik Sengul O, Dogan S, Yilmaz Semerci S, Buyukkale G. Outcomes in Children With Umbilical Catheter-Related Portal Venous Thrombosis. *Cureus* [Internet]. 2025[cited 2025 Mar 03];17(2):e78386. Available

from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11879635/pdf/cureus-0017-00000078386.pdf> doi: [10.7759/cureus.78386](https://doi.org/10.7759/cureus.78386)

74. Bianba Z, Liu H, Yang Z, Hu Y, Chen H. In-Situ Umbilical Venous Catheterization Replacement Guided by Guide Wire Through Side Hole in a Preterm Infant. *Indian J Pediatr.* 2024;91(11):1196. doi: [10.1007/s12098-024-05233-8](https://doi.org/10.1007/s12098-024-05233-8)

75. Barone G, Pittiruti M, Prontera G, Ancora G, D'Andrea V. A novel neonatal protocol for Safe Insertion of Umbilical Venous Catheters (SIUVeC): Minimizing complications in placement and management. *J Vasc Access.* 2025;26(2):681-6. doi: [10.1177/11297298241236220](https://doi.org/10.1177/11297298241236220)

76. Wu B, Wu D, Wang C, Sun X, Dong F, Liu N, et al. Association between umbilical venous catheter-related hepatic complications and tip position in neonates: a retrospective ultrasound-based analysis. *BMC Pediatr* [Internet]. 2025[cited 2025 Mar 29];25(1):207. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11912731/pdf/12887_2025_Article_5557.pdf doi: [10.1186/s12887-025-05557-0](https://doi.org/10.1186/s12887-025-05557-0)

77. Li KY, Zheng X, Luo JJ, Yang ZX, Du J, Hei MY. Rate and risk factors of tip displacement of umbilical venous catheterization at different indwelling time points in preterm infants. *Zhonghua Er Ke Za Zhi.* 2024;62(10):975-80. doi: [10.3760/cma.j.cn112140-20240425-00290](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112140-20240425-00290)

78. Ponin L, Ruangkit C, Ruangwattanapaisarn N, Nuntnarumit P. Real-time ultrasound to assess the umbilical catheter position in neonates: a randomized, controlled trial. *J Perinatol.* 2025;45(2):235-41. doi: [10.1038/s41372-024-02128-6](https://doi.org/10.1038/s41372-024-02128-6)

79. Wren JT Jr, Eslambolchi A, Clark K, Najaf T. Affordable Implementation of a Point-of-Care Ultrasound Program in a Large Tertiary Neonatal Intensive Care Unit to Assess Umbilical Venous Catheter Tips and Aid Central Placement. *Am J Perinatol.* 2025;42(3):334-41. doi: [10.1055/a-2358-6632](https://doi.org/10.1055/a-2358-6632)

80. El-Shabrawi MHF, Abdel Sattar AH, Hassanin F, Sheba MF, Elhennawy A, Kamal NM, et al. Portal vein thrombosis complicating neonatal umbilical vein

catheterization in a 3-month-old infant with coincidental extrahepatic biliary atresia: A case report. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2025[cited 2025 Mar 11];104(5):e41238. Available from:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11789905/pdf/medi-104-e41238.pdf>

doi: [10.1097/md.00000000000041238](https://doi.org/10.1097/md.00000000000041238)

81. Luo J, Zheng X, Yang Z, Li K, Chen L, Hei M. Comparative analysis of formulae for umbilical venous catheterization depth based on birth weight. *Pediatr Investig*. 2024;8(4):265-70. doi: [10.1002/ped4.12451](https://doi.org/10.1002/ped4.12451)

82. Gibson K, Smith A, Sharp R, Ullman A, Morris S, Esterman A. Adverse events associated with umbilical vascular catheters in the neonatal intensive care unit: A retrospective cohort study. *Aust Crit Care*. 2024;37(5):747-54. doi: [10.1016/j.aucc.2024.01.013](https://doi.org/10.1016/j.aucc.2024.01.013)

83. Layton BM, Lapsia SK. The Portal Vein: A Comprehensive Review. *Radiographics*. 2023;43(11):230058. doi: [10.1148/rg.230058](https://doi.org/10.1148/rg.230058)

84. Al-Turaihi Z, Simon M, Smith RJ, Horrow MM. US of the Portal Vein. *Radiographics*. 2024;44(5):230118. doi: [10.1148/rg.230118](https://doi.org/10.1148/rg.230118)

85. Sierre S, Lambert G. Portal Venous Disease. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2024;27(2):100959. doi: [10.1016/j.tvir.2024.100959](https://doi.org/10.1016/j.tvir.2024.100959)

86. Gökçay B, Öztürk H, Sarı S, Eğritaş Gürkan Ö, Dalgıç B. Extrahepatic Portal Vein Obstruction in Children. *Exp Clin Transplant*. 2024;22(Suppl 5):117-23. doi: [10.6002/ect.pedsymp2024.p6](https://doi.org/10.6002/ect.pedsymp2024.p6)

87. Гнатюк МС, Монастирська НЯ, Герасимюк ІЄ. Морфометрична оцінка особливостей ремоделювання структур спільної жовчної протоки при резекції різних об'ємів печінки. *Österreichisches Multiscience Journal*. 2020;1(25):38-41.

88. Гнатюк МС, Монастирська НЯ, Татарчук ЛВ. Кількісний морфологічний аналіз особливостей ремоделювання артеріального русла спільної жовчної протоки при резекціях різних об'ємів печінки. *Вісник*

проблем біології і медицини. 2020;3:222-4. doi: [10.29254/2077-4214-2020-3-157-222-224](https://doi.org/10.29254/2077-4214-2020-3-157-222-224)

89. Driever EG, Cannegieter SC, Gregory S, Kane P, Zen Y, Lisman T, et al. Portal vein intimal thickening in patients with cirrhosis is associated with indicators of portal hypertension. *J Thromb Haemost*. 2025;23(5):1551-61. doi: [10.1016/j.jtha.2025.01.010](https://doi.org/10.1016/j.jtha.2025.01.010)

90. Afonso MB, Marques V, van Mil SWC, Rodrigues CMP. Human liver organoids: From generation to applications. *Hepatology*. 2024;79(6):1432-51. doi: [10.1097/hep.0000000000000343](https://doi.org/10.1097/hep.0000000000000343)

91. Lotto J, Stephan TL, Hoodless PA. Fetal liver development and implications for liver disease pathogenesis. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2023;20(9):561-81. doi: [10.1038/s41575-023-00775-2](https://doi.org/10.1038/s41575-023-00775-2)

92. Liu Z, Shen T, Xia K, He J, Rui T, Chen W. Classification of variant portal vein anatomy based on three-dimensional CT: surgical implications. *Surg Radiol Anat*. 2024;46(8):1177-84. doi: [10.1007/s00276-024-03427-5](https://doi.org/10.1007/s00276-024-03427-5)

93. Nießen A, Klaiber U, Lewosinska M, Nickel F, Billmann F, Hinz U, et al. Portal vein resection in pancreatic neuroendocrine neoplasms. *Surgery*. 2024;175(4):1154-61. doi: [10.1016/j.surg.2023.12.020](https://doi.org/10.1016/j.surg.2023.12.020)

94. Rosselli M, Popescu A, Bende F, Al Refaie A, Lim A. Imaging in Vascular Liver Diseases. *Medicina (Kaunas)* [Internet]. 2024[cited 2025 Jan 21];60(12):1955. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11677191/pdf/medicina-60-01955.pdf>
doi: [10.3390/medicina60121955](https://doi.org/10.3390/medicina60121955)

95. Takimoto A, Wolfe N, Jiahui L, Kato D, Yasui A, Uchida H, et al. Portal vein hypoplasia is present in patients with biliary atresia at the time of diagnosis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2024;79(4):818-25. doi: [10.1002/jpn3.12349](https://doi.org/10.1002/jpn3.12349)

96. Гнатюк МС, Татарчук ЛВ, Монастирська НЯ. Субмікроскопічні зміни в печінці при пострезекційній портальній гіпертензії. В: Матеріали II

Міжнар. наук.-практ. конф. Priority directions of science and technology development; 2020 Жов 25-27; Київ. Київ; 2020, с. 117-20.

97. Gadani S, Chansangrat J, Kapoor B, McBride A, Partovi S, Obuchowski N, et al. Liver Vein Deprivation versus Portal Vein Embolization: Retrospective Review of Safety and Effectiveness. *J Vasc Interv Radiol*. 2025;36(1):31-9. doi: [10.1016/j.jvir.2024.09.025](https://doi.org/10.1016/j.jvir.2024.09.025)

98. Liu Y, Qiao L, Hao X, Lu H, Duan Y, Dong Q. Variations of the right branch of hepatic portal vein in children based on three-dimensional simulation technology. *Surg Radiol Anat*. 2020;42(12):1467-73. doi: [10.1007/s00276-020-02499-3](https://doi.org/10.1007/s00276-020-02499-3)

99. Zuo H, Di W, Wang D, Shao C. The "Hand as Foot" teaching method in liver segment anatomy. *Asian J Surg*. 2023;46(2):1101-2. doi: [10.1016/j.asjsur.2022.07.153](https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2022.07.153)

100. Shankar S, Rammohan A, Rela M, Srinivasan P. Surgical anatomy of segment four of liver and its implications in hepato-biliary surgery and liver transplantation. *Journal of Liver Transplantation* [Internet]. 2022[cited 2025 Jan 27];6:100076. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666967622000071> doi: [10.1016/j.liver.2022.100076](https://doi.org/10.1016/j.liver.2022.100076)

101. Huang X, Lu Q, Zhang YW, Zhang L, Ren ZZ, Yang XW, et al. Intrahepatic portal venous systems in adult patients with cavernous transformation of portal vein: Imaging features and a new classification. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*. 2024;23(5):481-6. doi: [10.1016/j.hbpd.2023.01.002](https://doi.org/10.1016/j.hbpd.2023.01.002)

102. Thompson WL, Takebe T. Human liver model systems in a dish. *Dev Growth Differ*. 2021;63(1):47-58. doi: [10.1111/dgd.12708](https://doi.org/10.1111/dgd.12708)

103. Kurelli S, Wang J, Abbas S, Kanduri H, Liu W. Hepatobiliary and hepatic vascular anatomy evaluated with computed tomography and magnetic resonance imaging: the current status. *Radiology of Infectious Diseases*. 2020;7(1):1-6. doi: [10.1016/j.jrid.2020.02.005](https://doi.org/10.1016/j.jrid.2020.02.005)

104. Anwar AS, Srikala J, Papalkar AS, Parveez MQ, Sharma A. Study of anatomical variations of hepatic vasculature using multidetector computed tomography angiography. *Surg Radiol Anat.* 2020;42(12):1449-57. doi: [10.1007/s00276-020-02532-5](https://doi.org/10.1007/s00276-020-02532-5)
105. Lada E, Anna M, Patrik M, Zbynek T, Miroslav J, Hynek M, et al. Porcine Liver Anatomy Applied to Biomedicine. *J Surg Res.* 2020;250:70-9. doi: [10.1016/j.jss.2019.12.038](https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.12.038)
106. Ichida H, Imamura H, Yoshioka R, Mizuno T, Mise Y, Kuwatsuru R, et al. Re-evaluation of the Couinaud classification for segmental anatomy of the right liver, with particular attention to the relevance of cranio-caudal boundaries. *Surgery.* 2021;169(2):333-40. doi: [10.1016/j.surg.2020.08.029](https://doi.org/10.1016/j.surg.2020.08.029)
107. Mamontov I, Ivakhno I, Tamm T, Panasenko V, Padalko V, Zulfugarov I. Morphometric parameters of hepatocytes in experimental complete extrahepatic bile duct obstruction. *ScienceRise: Medical Science.* 2020;1:51-6. doi: [10.15587/2519-4798.2020.193845](https://doi.org/10.15587/2519-4798.2020.193845)
108. Mandorfer M, Hernández-Gea V, García-Pagán JC, Reiberger T. Noninvasive Diagnostics for Portal Hypertension: A Comprehensive Review. *Semin Liver Dis.* 2020;40(3):240-55. doi: [10.1055/s-0040-1708806](https://doi.org/10.1055/s-0040-1708806)
109. Lawson TR, Schroeder JA. Nuclear imaging in the identification of aberrant vascular anatomy prior to hepatic arterial infusion. *Radiol Case Rep.* 2022;17(6):2253-6. doi: [10.1016/j.radcr.2022.04.001](https://doi.org/10.1016/j.radcr.2022.04.001)
110. Dawood Y, Buijtendijk MFJ, Shah H, Smit JA, Jacobs K, Hagoort J, et al. Imaging fetal anatomy. *Semin Cell Dev Biol.* 2022;131:78-92. doi: [10.1016/j.semcdb.2022.02.023](https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2022.02.023)
111. Terasaki F, Yamamoto Y, Sugiura T, Okamura Y, Ito T, Ashida R, et al. Description of the Vascular Anatomy of Livers with Absence of the Portal Bifurcation. *World J Surg.* 2021;45(3):833-40. doi: [10.1007/s00268-020-05848-w](https://doi.org/10.1007/s00268-020-05848-w)

112. Kumar P, Bhatia M, Garg A, Jain S, Kumar K. Abernethy malformation: A comprehensive review. *Diagn Interv Radiol*. 2022;28(1):21-8. doi: [10.5152/dir.2021.20474](https://doi.org/10.5152/dir.2021.20474)
113. Kang W, Hongjiang Fu. Cinematic Rendering of the Variant Portal Venous Anatomy. *Radiology*. 2022;304(3):532. doi: [10.1148/radiol.212620](https://doi.org/10.1148/radiol.212620)
114. Чуклін СМ, Чуклін СС, Чукла РО. Ектопічні варикозно розширені вени: анатомічні особливості для хірургів і інтервенційних радіологів. *Медицина невідкладних станів*. 2023;19(5):299-311. doi: [10.22141/2224-0586.19.5.2023.1605](https://doi.org/10.22141/2224-0586.19.5.2023.1605)
115. 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)
116. Oechtering TH, Roberts GS, Panagiotopoulos N, Wieben O, Reeder SB, Roldán-Alzate A. Clinical Applications of 4D Flow MRI in the Portal Venous System. *Magn Reson Med Sci*. 2022;21(2):340-53. doi: [10.2463/mrms.rev.2021-0105](https://doi.org/10.2463/mrms.rev.2021-0105)
117. Jeong J, Tanaka M, Iwakiri Y. Hepatic lymphatic vascular system in health and disease. *J Hepatol*. 2022;77(1):206-18. doi: [10.1016/j.jhep.2022.01.025](https://doi.org/10.1016/j.jhep.2022.01.025)
118. Tyagi G, Jha RK. Portal Vein Variations, Clinical Correlation, and Embryological Explanation: A Review Article. *Cureus* [Internet]. 2023[cited 2025 Jan 27];15(3):e36400. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10115697/pdf/cureus-0015-00000036400.pdf> doi: [10.7759/cureus.36400](https://doi.org/10.7759/cureus.36400)
119. Katsourakis A, Chytas D, Filo E, Chatzis I, Chouridis P, Komsis G, et al. Incidence of Extrahepatic Portal Vein Anatomic Variations and Their Clinical Implications in Daily Practice. *J Clin Med Res*. 2021;13(9):460-5. doi: [10.14740/jocmr4581](https://doi.org/10.14740/jocmr4581)
120. Гриненко ОВ. Хірургічне лікування гепатоцелюлярної карциноми з пухлинним тромбозом воротної вени [автореферат]. Київ; 2021. 22 с.

121. Pechriggl E, Blumer M, Tubbs RS, Olewnik Ł, Konschake M, Fortélny R, et al. Embryology of the Abdominal Wall and Associated Malformations-A Review. *Front Surg* [Internet]. 2022[cited 2025 Mar 05];9:891896. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9300894/pdf/fsurg-09-891896.pdf> doi: [10.3389/fsurg.2022.891896](https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.891896)
122. Sozen B, Conkar D, Veenvliet JV. Carnegie in 4D? Stem-cell-based models of human embryo development. *Semin Cell Dev Biol*. 2022;131:44-57. doi: [10.1016/j.semcdb.2022.05.023](https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2022.05.023)
123. Sherer DM, Al-Haddad S, Cheng R, Dalloul M. Current Perspectives of Prenatal Sonography of Umbilical Cord Morphology. *Int J Womens Health*. 2021;13:939-71. doi: [10.2147/ijwh.s278747](https://doi.org/10.2147/ijwh.s278747)
124. Cotter TG, Minhem M, Wang J, Peeraphatdit T, Ayoub F, Pillai A, et al. Living Donor Liver Transplantation in the United States: Evolution of Frequency, Outcomes, Center Volumes, and Factors Associated With Outcomes. *Liver Transpl*. 2021;27(7):1019-31. doi: [10.1002/lt.26029](https://doi.org/10.1002/lt.26029)
125. Odibo A, Kayisli U, Kayisli O, Odibo L, Schatz F, Bronsteen R, et al. 232 Longitudinal assessment of umbilical vein flow, small for gestational age (SGA) and adverse neonatal outcomes. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2021;224(2 Suppl):S153. doi: [10.1016/j.ajog.2020.12.254](https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.12.254)
126. Alfaro-Cruz LM, Barton KR, Hertel PM, Carter BA, Bergner EM, Garcia-Prats JA, et al. "TPN-oma": A Rare Complication of Lipid Extravasation With Umbilical Venous Catheterization Misplacement. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2020;70(4):e84. doi: [10.1097/mpg.0000000000002408](https://doi.org/10.1097/mpg.0000000000002408)
127. Hamidi OP, Driver C, Steller JG, Peek EE, Monasta L, Stampalija T, et al. Umbilical Venous Volume Flow in Late-Onset Fetal Growth Restriction. *J Ultrasound Med*. 2023;42(1):173-83. doi: [10.1002/jum.15993](https://doi.org/10.1002/jum.15993)
128. Hamidi O, Driver C, Stampalija T, Martinez S, Gumina D, Hobbins J, et al. 284 Umbilical vein flow in fetal growth restriction versus small for

gestational age fetuses. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2021;224(2 Suppl):S186. doi: [10.1016/j.ajog.2020.12.306](https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.12.306)

129. Alaghmand M, Manzano MJ, Khati NJ, Venbrux AC. Anatomy of Alimentary Tract Vasculature. In: Mauro MA, Murphy KP, Venbrux AC, Morgan RA. *Image-Guided Interventions*. 3rd ed. Saunders: Elsevier Inc; 2020, p. 212-221. doi: [10.1016/B978-0-323-61204-3.00025-7](https://doi.org/10.1016/B978-0-323-61204-3.00025-7)

130. Zampieri F, Thiene G, Basso C, Zanatta A. The three fetal shunts: A story of wrong eponyms. *J Anat*. 2021;238(4):1028-35. doi: [10.1111/joa.13357](https://doi.org/10.1111/joa.13357)

131. Zhai J, Xiao Z, Wang Y, Wang H. Human embryonic development: from peri-implantation to gastrulation. *Trends Cell Biol*. 2022;32(1):18-29. doi: [10.1016/j.tcb.2021.07.008](https://doi.org/10.1016/j.tcb.2021.07.008)

132. Rossant J, Tam PPL. Early human embryonic development: Blastocyst formation to gastrulation. *Dev Cell*. 2022;57(2):152-65. doi: [10.1016/j.devcel.2021.12.022](https://doi.org/10.1016/j.devcel.2021.12.022)

133. Valenzuela-Fuenzalida JJ, Avalos-Díaz C, Droguett-Utreras A, Guerra-Loyola J, Nova-Baeza P, Orellana-Donoso M, et al. Clinical implications of aberrant anatomy of the common hepatic duct in liver surgery: a systematic review and meta-analysis. *Surg Radiol Anat*. 2024;46(12):2027-47. doi: [10.1007/s00276-024-03494-8](https://doi.org/10.1007/s00276-024-03494-8)

134. Gürses C, Karadağ B, İsenlik BST. Normal variants of ductus venosus spectral Doppler flow patterns in normal pregnancies. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2020;33(8):1288-94. doi: [10.1080/14767058.2018.1517323](https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1517323)

135. Sidhu PS, Lui F. *Embryology, Ductus Venosus*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.

136. Gremen E, Mathieu E, Teyssier Y, Sengel C, Ghelfi J. Optimization of Venous Access for Transvenous Retrograde Cannulation of the Thoracic Duct. *J Vasc Interv Radiol*. 2024;35(5):790-1. doi: [10.1016/j.jvir.2023.08.045](https://doi.org/10.1016/j.jvir.2023.08.045)

137. Fickert P, Lin AC, Ritschl H, Hammer N, Denk H. Portal venous branches as an anatomic railroad for a gut-bile duct-axis. *J Hepatol.* 2023;79(2):82-4. doi: [10.1016/j.jhep.2023.03.043](https://doi.org/10.1016/j.jhep.2023.03.043)

138. Mori H, Kawasaki Y, Murakami Y, Fujino M, Sasaki T, Nakamura K, et al. Agenesis of the venous duct with abnormal return of the umbilical vein into the superior vena cava: A case report. *Echocardiography.* 2022;39(8):1142-5. doi: [10.1111/echo.15423](https://doi.org/10.1111/echo.15423)

139. George RS, Lozier JS, Bocks ML. Palliative stenting of the venous duct in a premature neonate with obstructed infradiaphragmatic total anomalous pulmonary venous connection. *Cardiol Young.* 2023;33(4):633-6. doi: [10.1017/s1047951122002219](https://doi.org/10.1017/s1047951122002219)

140. Sakamoto K, Ogawa K, Tamura K, Ito C, Iwata M, Sakamoto A, et al. Rare Portal Venous Anomaly in a Living Liver Donor: A Case Report. *Transplant Proc.* 2021;53(8):2559-63. doi: [10.1016/j.transproceed.2021.08.009](https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2021.08.009)

141. Nakashima J, Bordoni B. *Anatomy, Abdomen and Pelvis: Hepatoduodenal Ligament.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.

142. Born M. The Ductus Venosus. *Rofo.* 2021;193(5):521-6. doi: [10.1055/a-1275-0984](https://doi.org/10.1055/a-1275-0984)

143. Nagy RD, Cernea N, Dijmarescu AL, Manolea MM, Zorilă GL, Drăgușin RC, et al. Ductus Venosus Agenesis and Portal System Anomalies- Association and Outcome. *Biology (Basel)* [Internet]. 2022[cited 2025 Jan 22];11(4):548. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9031854/pdf/biology-11-00548.pdf> doi: [10.3390/biology11040548](https://doi.org/10.3390/biology11040548)

144. Savoia F, Scala C, Coppola M, Riemma G, Vitale SG, Mikuš M, et al. The diagnostic performance of the ductus venosus for the detection of cardiac defects in the first trimester: a systematic review and diagnostic test accuracy meta-analysis. *Arch Gynecol Obstet.* 2023;308(2):435-51. doi: [10.1007/s00404-022-06812-w](https://doi.org/10.1007/s00404-022-06812-w)

145. Piemonti L, Simonetto C, Bovino A, Pinto A, Garzon S, Grisolia G, et al. Agenesis of the ductus venosus and fetal growth restriction: Is there a relation? A tertiary care center experience and systematic review of the literature. *J Clin Ultrasound*. 2024;52(7):949-55. doi: [10.1002/jcu.23718](https://doi.org/10.1002/jcu.23718)
146. Mastromoro G, Pizzuti A, Ventriglia F. Role of ductus venosus agenesis in right ventricle development. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2022;35(16):3110-3. doi: [10.1080/14767058.2020.1810231](https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1810231)
147. Brown N, Bhatt H, Salunke A, Chinnakotla S, Qureshi AM, Aggarwal V. Stenting of ductus venosus as a palliation for portal hypertension because of neonatal cirrhosis. *Liver Int*. 2022;42(4):879-83. doi: [10.1111/liv.15190](https://doi.org/10.1111/liv.15190)
148. Seravalli V, Masini G, Ponziani I, Di Tommaso M, Pasquini L. Ductus venosus Doppler assessment: do the results differ between the sagittal and the transverse approach? *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2022;35(25):9661-6. doi: [10.1080/14767058.2022.2050364](https://doi.org/10.1080/14767058.2022.2050364)
149. Kagan KO, Chaoui R, Hoopmann M. Absent or atypical drainage of the ductus venosus. *Arch Gynecol Obstet*. 2023;307(2):633-4. doi: [10.1007/s00404-022-06828-2](https://doi.org/10.1007/s00404-022-06828-2)
150. Zhou Y, Chen Q, Luan R, Zhao Y. Shunt rate of ductus arteriosus and ductus venosus in middle and late fetuses and their application value in the evaluation of fetal growth restriction. *Pak J Med Sci*. 2023;39(6):1589-94. doi: [10.12669/pjms.39.6.7649](https://doi.org/10.12669/pjms.39.6.7649)
151. Baller SE, Reinehr M, Haslinger C, Restin T, Fauchère JC. Case report of neonatal ductus venosus atresia. *J Neonatal Perinatal Med*. 2021;14(2):307-12. doi: [10.3233/npm-190398](https://doi.org/10.3233/npm-190398)
152. Bohîlțea RE, Bacalbașa N, Mihai BM, Grigoriu C, Gheorghe CM, Georgescu TA, et al. Ductus venosus reversed flow in omphalocele: Could it be a prognostic factor for long-term neurological impairment? *J Med Life*. 2021;14(5):726-30. doi: [10.25122/jml-2021-0344](https://doi.org/10.25122/jml-2021-0344)

153. Hajiahmadi S, Adariani AR, Amini E, Rasti S. Reference values for ductus venosus Doppler velocity indices between 11 and 13+6 weeks of gestation: A single-center prospective study in Iran. J Res Med Sci [Internet]. 2023[cited 2025 Jan 22];28:55. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10366976/pdf/JRMS-28-55.pdf> doi: [10.4103/jrms.jrms_808_22](https://doi.org/10.4103/jrms.jrms_808_22)
154. Souka A, Antsaklis P, Tasias K, Fasoulakis Z, Daskalakis G. The Incidence of the Agenesis of Fetal Ductus Venosus at the 11-13 Weeks' Ultrasound Examination. Cureus [Internet]. 2022[cited 2025 Mar 03];14(11):e31748. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9770524/pdf/cureus-0014-00000031748.pdf> doi: [10.7759/cureus.31748](https://doi.org/10.7759/cureus.31748)
155. Seo N, Kurihara Y, Suekane T, Yokoi N, Nakagawa K, Tahara M, et al. Altered Transmission of Cardiac Cycles to Ductus Venosus Blood Flow in Fetal Growth Restriction: Why Ductus Venosus Reflects Fetal Circulatory Changes More Precisely. Diagnostics (Basel) [Internet]. 2022[cited 2025 Mar 03];12(6):1393. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9221754/pdf/diagnostics-12-01393.pdf> doi: [10.3390/diagnostics12061393](https://doi.org/10.3390/diagnostics12061393)
156. Souza ASR, Carvalho CF, Souza GFA, Moraes RB. Characterization of the normal fetal circulatory system of the ductus venosus using sound complexity parameters. Braz J Med Biol Res [Internet]. 2023[cited 2025 Feb 26];56:e13018. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10644967/pdf/1414-431X-bjmbr-56-e13018.pdf> doi: [10.1590/1414-431x2023e13018](https://doi.org/10.1590/1414-431x2023e13018)
157. Sekielska-Domanowska MI, Myszkowski B, Czuba B, Pietryga M, Cnota W, Dubiel M. The role of individual blood flow parameters through ductus venosus in the first and second trimesters of pregnancy in predicting the condition of the fetus and newborn. Ginekol Pol. 2022;93(7):558-63. doi: [10.5603/gp.a2021.0220](https://doi.org/10.5603/gp.a2021.0220)

158. Li S, Wu H, Zhu L, Li Q, Dong X. Reference values of normal fetal ductus venosus Doppler flow measurements at 11-14 weeks of gestation. PLoS One [Internet]. 2024[cited 2025 Jan 18];19(10):e0312874. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11516001/pdf/pone.0312874.pdf> doi: [10.1371/journal.pone.0312874](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312874)
159. Мішалов ВД, Чайковський ЮБ, Твердохліб ІВ. Про правові, законодавчі та етичні норми і вимоги при виконанні наукових морфологічних досліджень. Morphology. 2007;1(2):108-15.
160. Мішалов ВД, Твердохліб ІВ, Юрченко ВТ. Правове та законодавче обґрунтування порядку вилучення біологічних об'єктів від трупа людини для наукових досліджень з анатомії, гістології, цитології. Morphology. 2016;10(1):107-11. doi: [10.26641/1997-9665.2016.1.107-111](https://doi.org/10.26641/1997-9665.2016.1.107-111)
161. World Medical Association. WMA Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants [Internet]. 3rd ed. World Medical Association; 2025[cited 2025 Mar 05]. Available from: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/>
162. Fan H, Su Y. Application of the "Hand as Foot" teaching method in liver Couinaud segmentation. Asian J Surg. 2024;47(7):3280-1. doi: [10.1016/j.asjsur.2024.03.148](https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2024.03.148)
163. Ахтемійчук ЮТ, Цигикало ОВ. Фотодокументування морфологічних досліджень. Вісник морфології. 2000;6(2):327-9.
164. Shima D, Sunaguchi N, Yuasa T, Ando M, Mori K, Gupta R, et al. X-ray Dark-Field Imaging (XDFI)-a Promising Tool for 3D Virtual Histopathology. Mol Imaging Biol. 2021;23(4):481-94. doi: [10.1007/s11307-020-01577-7](https://doi.org/10.1007/s11307-020-01577-7)
165. Hong Z, Chen Z, Chen Q, Yang H. Advancing X-ray Luminescence for Imaging, Biosensing, and Theragnostics. Acc Chem Res. 2023;56(1):37-51. doi: [10.1021/acs.accounts.2c00517](https://doi.org/10.1021/acs.accounts.2c00517)

166. Ylimaula S, Räsänen L, Hurskainen M, Peuna A, Julkunen P, Nieminen MT, et al. X-ray scatter in projection radiography. *Radiat Prot Dosimetry*. 2024;200(2):120-9. doi: [10.1093/rpd/ncad275](https://doi.org/10.1093/rpd/ncad275)
167. Shao HC, Li Y, Wang J, Jiang S, Zhang Y. Real-time liver motion estimation via deep learning-based angle-agnostic X-ray imaging. *Med Phys*. 2023;50(11):6649-62. doi: [10.1002/mp.16691](https://doi.org/10.1002/mp.16691)
168. Modi K, Chaturvedi A, Ahmad A, Bhadoria P. Morphometry of Fetal Liver From Human Fetuses Between 12-36 Weeks Gestational Age. *Cureus* [Internet]. 2022 cited 2025 Jan 29];14(4):e24060. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9097932/pdf/cureus-0014-00000024060.pdf> doi: [10.7759/cureus.24060](https://doi.org/10.7759/cureus.24060)
169. Слободян ОМ, Забродська ОС, Процак ТВ, Цуркан ІМ. Сучасні відомості про розвиток і становлення топографії пупкової вени (огляд літератури). *Вісник проблем біології і медицини*. 2021;4:66-9. doi: [10.29254/2077-4214-2021-4-162-66-69](https://doi.org/10.29254/2077-4214-2021-4-162-66-69)
170. Слободян ОМ, Забродська ОС. Становлення топографії пупкової вени у передплodів. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 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)
171. Забродська ОС, Слободян ОМ. Особливості фетальної топографії пупкової вени. *Клінічна та експериментальна патологія*. 2024;23(4):51-6. doi: [10.24061/1727-4338.XXIII.4.90.2024.07](https://doi.org/10.24061/1727-4338.XXIII.4.90.2024.07)
172. Забродська ОС. Особливості мікроанатомії пупкової вени в фетальному та ранньому неонатальному періодах онтогенезу. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 2024;23(4):82-9. doi: [10.24061/1727-0847.23.4.2024.72](https://doi.org/10.24061/1727-0847.23.4.2024.72)
173. Забродська ОС. Особливості структурної організації пупкової вени в постнатальному періоді онтогенезу. *Вісник проблем біології і медицини*. 2025;1:411-8. doi: [10.29254/2077-4214-2025-1-176-411-418](https://doi.org/10.29254/2077-4214-2025-1-176-411-418)

174. Слободян ОМ, Забродська ОС, Вацик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація: монографія. Чернівці: БДМУ; 2024. 112 с.

175. Zabrodska OS, Slobodian OM, Protsak TV. Anatomical and functional changes in the structure of the liver in accordance with ontogenetic features. В: Матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю Природничі читання; 2021 Чер 24-26; Братислава. Братислава; 2021, с. 9-10.

176. Zabrodska OS, Slobodian OM. Age aspects of studying the anatomical structures of the umbilical vein. В: Матеріали П'ятої Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю Теорія та практика сучасної морфології; 2021 Жов 20-22; Дніпро. Дніпро; 2021, с. 40-1.

177. Zabrodska OS. Anatomical aspects of the umbilical vein study. В: Матеріали 103-ї підсумкової наук.-практ. конф. з міжнар. участю професорсько-викладацького персоналу Буковинського державного медичного університету; 2022 Лют 07, 09, 14; Чернівці. Чернівці: Медуніверситет; 2022, с. 20-1.

178. Slobodian OM, Zabrodska OS. Features of the topography of umbilical vein. В: Матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю, присвяченої 100-річчю від дня народження професорки Вікторії Антонівни Малішевської Прикладні питання сучасної морфології; 2022 Бер 23-24; Чернівці. Чернівці; 2022, с. 75-6.

179. Zabrodska OS, Slobodian OM. Features of ontogenetic transformations of the umbilical vein and its combinations. В: Матеріали Сьомої Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю Теорія та практика сучасної морфології; 2023. Лис 1-3; Дніпро. Дніпро; 2023, с. 31-2.

180. Zabrodska OS, Slobodian OM. Umbilical vein: topographical features. В: Матеріали Всеукр. наук. конф. з міжнар. участю, присвяченої 100-річчю від дня народження професора Лева Михайловича Личковського Актуальні питання морфології; 2024 Тра 17; Львів. Львів; 2024, с. 97-9.

181. Zabrodska OS, Rak RO. Modern data about morphogenesis of umbilical vein. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, присвяченої 100-річчю професора К. С. Кабака Тканинні реакції в нормі, експерименті та клініці; 2024 Чер 13-14; Київ. Ukrainian Scientific Medical Youth Journal. 2024;2:88-9.

ДОДАТОК А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Список праць, у яких опубліковані основні результати дисертації:

1. Слободян ОМ, **Забродська ОС**. Становлення топографії пупкової вени у передплодів. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2021;20(2):35-41. DOI: 10.24061/1727-0847.20.2.2021.16. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання статті).*

2. **Забродська ОС**, Слободян ОМ. Особливості фетальної топографії пупкової вени. Клінічна та експериментальна патологія. 2024;4(90):51-6. DOI: 10.24061/1727-4338.XXIII.4.90.2024.07. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання статті).*

3. **Забродська ОС**. Особливості мікроанатомії пупкової вени в фетальному та ранньому неонатальному періодах онтогенезу. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2024;23(4):82-9. DOI: 10.24061/1727-0847.23.4.2024.72. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання статті).*

4. **Забродська ОС**. Особливості структурної організації пупкової вени в постнатальному періоді онтогенезу. Вісник проблем біології і медицини. 2025;1(176):411-8. DOI: 10.29254/2077-4214-2025-1-176-411-418. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання статті).*

Наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. **Zabrodska OS**, Slobodian OM, Protsak TV. Anatomical and functional changes in the structure of the liver in accordance with ontogenetic features. В зб.: матер. науково-практичної конференції з міжнародною участю «Природничі

читання». 2021. Червень 24-26; Братислава; с. 9-10. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

6. **Zabrodska OS**, Slobodian OM. Age aspects of studying the anatomical structures of the umbilical vein. В зб.: матер. п'ятої всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Теорія та практика сучасної морфології». 2021. Жовтень 20-22; Дніпро; с. 40-1. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

7. **Zabrodska OS**. Anatomical aspects of the umbilical vein study. В зб.: матер. 103-ї підсумкової науково-практичної конференції з міжнародною участю професорсько-викладацького персоналу Буковинського державного медичного університету. 2022. Лютий 07, 09, 14; Чернівці; с. 20-1. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

8. Slobodian OM, **Zabrodska OS**. Features of the topography of umbilical vein. В зб.: матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвячена 100-річчю від дня народження професорки Вікторії Антонівни Малішевської «Прикладні питання сучасної морфології»; 2022. Березень 23-24; Чернівці; с. 75-6. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

Список праць, які додатково відображають наукові результати дисертації:

9. Слободян OM, **Забродська ОС**, Процак ТВ, Цуркан ІМ. Сучасні відомості про розвиток і становлення топографії пупкової вени. Вісник проблем біології і медицини. 2021;4(162):66-9. DOI: 10.29254/2077-4214-2021-4-162-66-69. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання статті).*

10. Слободян ОМ, **Забродська ОС**, Вацик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація. БДМУ, 2024. 112 с. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання монографії).*

11. **Zabrodska OS**, Slobodian OM. Features of ontogenetic transformations of the umbilical vein and its combinations. В зб.: матер. сьомої всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Теорія та практика сучасної морфології». 2023. Листопад 1-3; Дніпро; с. 31-2. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

12. **Zabrodska OS**. Features of anatomical formation of the umbilical vein in prefetuses. В зб.: матер. 104-ї підсумкової науково-практичної конференції з міжнародною участю професорсько-викладацького персоналу Буковинського державного медичного університету. 2023. Лютий 06, 08, 13; Чернівці; с. 19-20. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

13. **Zabrodska OS**, Slobodian OM. Umbilical vein: topographical features. В зб.: матер. Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Актуальні питання морфології» присвяченої 100-річчю від дня народження професора Лева Михайловича Личковського. 2024. Травень 17; Львів; с. 97-9. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

14. **Zabrodska OS**, Rak RO. Modern data about morphogenesis of umbilical vein. В зб.: матер. Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Тканинні реакції в нормі, експерименті та клініці» присвячена 100-річчю професора К. С. Кабака. 2024. Червень 13-14; Київ; с. 88-9. *(Авторці належить концепція роботи та дизайн, збір та аналіз даних, написання тез).*

ДОДАТОК Б

ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

- Науково-практична конференція з міжнародною участю «Природничі читання». м. Братислава, Словаччина, 24-26 червня 2021 року (*публікація матеріалів*);
- П'ята Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Теорія та практика сучасної морфології». м. Дніпро, Україна, 20-21 жовтня 2021 року (*публікація матеріалів*);
- Науково-практична конференція з міжнародною участю, присвячена 100-річчю від дня народження професорки Вікторії Антонівни Малішевської «Прикладні питання сучасної морфології». м. Чернівці, 23-24 березня 2022 року (*усна доповідь і публікація матеріалів*);
- Сьома Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Теорія та практика сучасної морфології». м. Дніпро, Україна, 1-3 листопада 2023 року (*публікація матеріалів*);
- Наукова конференція з міжнародною участю «Актуальні питання морфології» присвяченої 100-річчю від дня народження професора Лева Михайловича Личковського. м. Львів, Україна, 17 травня 2024 року (*публікація матеріалів*);
- Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю, присвячена 100-річчю професора К. С. Кабака. 2024. м. Київ, Україна, 13-14 червня; 2024 року (*публікація матеріалів*);
- 103-105 підсумкові наукові конференції професорсько-викладацького персоналу Буковинського державного медичного університету. м. Чернівці, 2022-2024 роки (*усні доповіді*).

ДОДАТОК В.1

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор за галузь вищої освіти з науково-педагогічної роботи Буковинського державного медичного університету, доцент
Володимир ХОДОРОВСЬКИЙ
 «2» лютого 2025 року

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: «Вікові особливості анатомії пупкової вени та її сполучень».

2. Установа-розробник: Буковинський державний медичний університет МОЗ України, кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії.

Розроблювач: аспірантка кафедри Забродська Ольга Сергіївна.

3. Джерела інформації:

- 1). Слободян ОМ, Забродська ОС, Вацик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація. Чернівці. БДМУ, 2024. 112 с.
- 2). Слободян ОМ, Забродська ОС, Процак ТВ, Цуркан ІМ. Вісник проблем біології і медицини. Сучасні відомості про розвиток і становлення топографії пупкової вени. 2021;4(162):66-9. Doi 10.29254/2077-4214-2021-4-162-66-69
- 3). Забродська ОС. Особливості мікроанатомії пупкової вени в фетальному та ранньому неонатальному періодах онтогенезу. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2024;23(4):82-9. DOI 10.24061/1727-0847.23.4.2024.72

4. Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії Буковинського державного медичного університету.

5. Термін впровадження: 2024-2025 навчальний рік.

6. Форми впровадження: у матеріали лекцій та практичних занять з анатомії людини, клінічної анатомії та оперативної хірургії, а також у наукову роботу кафедри.

Затверджено на засіданні кафедри (протокол № 11 від «10» лютого 2025 р.).

**Завідувач кафедри
анатомії, клінічної анатомії
та оперативної хірургії
Буковинського державного медичного університету,
доктор медичних наук,
професор**



Олександр СЛОБОДЯН

ДОДАТОК В.2

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор
з наукової роботи Тернопільського
національного медичного університету
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України
д.біол.н., професор

«13» жовтня 2025 р.
Кліш І.М.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Пропозиція для впровадження: «Вікові особливості анатомії пупкової вени та її сполучень».

Установа-розробник: Буковинський державний медичний університет МОЗ України, кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії, аспірант – Забродська Ольга Сергіївна.

Джерела інформації:

1. Слободян ОМ, Забродська ОС, Вацик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація. Чернівці. БДМУ, 2024. 112 с.

2. Забродська ОС. Особливості мікроанатомії пупкової вени в фетальному та ранньому неонатальному періодах онтогенезу. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2024;23(4):82-9. DOI 10.24061/1727-0847.23.4.2024.72

3. Слободян ОМ, Забродська ОС, Процак ТВ, Цуркан ІМ. Вісник проблем біології і медицини. Сучасні відомості про розвиток і становлення топографії пупкової вени. 2021;4(162):66-9. Doi 10.29254/2077-4214-2021-4-162-66-69

Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра анатомії людини Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського.

Термін впровадження: 2024-2025 навчальний рік.

Форми впровадження: у матеріали лекцій та практичних занять з анатомії людини, а також у наукову роботу кафедри.

Затверджено на засіданні кафедри (протокол № 2 від 13.02. 2025 року).

Завідувач кафедри анатомії людини
Тернопільського національного
медичного університету
ім. І.Я.Горбачевського МОЗ України,
д.мед.н., професор



І.Є. Герасимюк

ДОДАТОК В.3

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи
Тернопільського національного
медичного університету
ім. І.Я.Горбачевського МОЗ України
д.мед.н, професор
Аркадій Шульгай



«*лютого*» 2025 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Пропозиція для впровадження: «Вікові особливості анатомії пупкової вени та її сполучень».

Установа-розробник: Буковинський державний медичний університет МОЗ України, кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії, аспірант – Забродська Ольга Сергіївна.

Джерела інформації:

1. Слободян ОМ, Забродська ОС, Вацик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація. Чернівці. БДМУ, 2024. 112 с.
2. Забродська ОС. Особливості мікроанатомії пупкової вени в фетальному та ранньому неонатальному періодах онтогенезу. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2024;23(4):82-9. DOI 10.24061/1727-0847.23.4.2024.72
3. Слободян ОМ, Забродська ОС, Процак ТВ, Цуркан ІМ. Вісник проблем біології і медицини. Сучасні відомості про розвиток і становлення топографії пупкової вени. 2021;4(162):66-9. Doi 10.29254/2077-4214-2021-4-162-66-69

Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра оперативної хірургії та клінічної анатомії Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України

Термін впровадження: 2024-2025 навчальний рік.

Форми впровадження: у матеріали лекцій та практичних занять з оперативної хірургії та клінічної анатомії, а також у наукову роботу кафедри.

Затверджено на засіданні кафедри (протокол № 1 від 06.01 2025 року).

Завідувач кафедри оперативної хірургії та клінічної анатомії
Тернопільського національного
медичного університету
ім. І.Я.Горбачевського МОЗ України,
Заслужений працівник освіти України,
д.мед.н., професор

М. Гнатюк

Михайло ГНАТЮК

ДОДАТОК В.4



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Львівського національного медичного
університету імені Данила Галицького
Вікторія СЕРГІЄНКО
«20» 02 2025 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Пропозиція для впровадження: «Вікові особливості анатомії пупкової вени та її сполучень»

Установа-розробник: Буковинський державний медичний університет МОЗ України, кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії, аспірант – Забродська Ольга Сергіївна.

Джерела інформації:

1. Слободян ОМ, Забродська ОС, Вацик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація. Чернівці. БДМУ, 2024. 112 с.
2. Слободян ОМ, Забродська ОС. Становлення топографії пупкової вени у передплодів. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2021;2(20):35-41. DOI: 10.24061/1727-0847.20.2.2021.16
3. Забродська ОС. Особливості мікроанатомії пупкової вени в фетальному та ранньому неонатальному періодах онтогенезу. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2024;23(4):82-9. DOI 10.24061/1727-0847.23.4.2024.72

Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра нормальної анатомії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького.

Термін впровадження: 2024-2025 навчальний рік.

Форми впровадження: у матеріали лекцій та практичних занять з анатомії людини, а також у наукову роботу кафедри.

Затверджено на засіданні кафедри (протокол № 4 від 9.12. 2025 року).

Завідувач кафедри нормальної анатомії
Львівського національного
медичного університету
імені Данила Галицького,
доктор медичних наук, професор

Леся МАТЕШУК-ВАЦЕБА

ДОДАТОК В.5



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Львівського національного медичного університету
імені Данила Галицького
професор Вікторія СЕРГІЄНКО

«17» лютого 2025 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Пропозиція для впровадження: «Вікові особливості анатомії пупкової вени та її сполучень».

Установа-розробник: Буковинський державний медичний університет МОЗ України, кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії, аспірант – Забродська Ольга Сергіївна.

Джерела інформації:

1. Слободян ОМ, Забродська ОС, Вацик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація. Чернівці. БДМУ, 2024. 112 с.
2. Слободян ОМ, Забродська ОС, Процак ТВ, Цуркан ІМ. Вісник проблем біології і медицини. Сучасні відомості про розвиток і становлення топографії пупкової вени. 2021;4(162):66-9. Doi 10.29254/2077-4214-2021-4-162-66-69
3. Забродська ОС. Особливості мікроанатомії пупкової вени в фетальному та ранньому неонатальному періодах онтогенезу. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2024;23(4):82-9. DOI 10.24061/1727-0847.23.4.2024.72

Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра оперативної хірургії з топографічною анатомією Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького.

Термін впровадження: 2024-2025 навчальний рік.

Форми впровадження: у матеріали лекцій з клінічної анатомії та оперативної хірургії, а також у наукову роботу кафедри.

Затверджено на засіданні кафедри (протокол № 9 від 15 січня 2025 року).

Завідувач кафедри оперативної хірургії
з топографічною анатомією
Львівського національного медичного університету
імені Данила Галицького,
доктор медичних наук, професор

Зоряна МАСНА

ДОДАТОК В.6

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи
Івано-Франківського національного
медичного університету
професор Сергій ПРАЩЕНКО

«03» жовтня 2025 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Пропозиція для впровадження: «Вікові особливості анатомії пупкової вени та її сполучень».

Установа-розробник: Буковинський державний медичний університет МОЗ України, кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії, аспірант – Забродська Ольга Сергіївна.

Джерела інформації:

1. Слободян ОМ, Забродська ОС, Вацик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація. Чернівці. БДМУ, 2024. 112 с.

2. Забродська ОС. Особливості мікроанатомії пупкової вени в фетальному та ранньому неонатальному періодах онтогенезу. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2024;23(4):82-9. DOI 10.24061/1727-0847.23.4.2024.72

3. Слободян ОМ, Забродська ОС, Процак ТВ, Цуркан ІМ. Вісник проблем біології і медицини. Сучасні відомості про розвиток і становлення топографії пупкової вени. 2021;4(162):66-9. Doi 10.29254/2077-4214-2021-4-162-66-69

Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра анатомії людини Івано-Франківського національного медичного університету.

Термін впровадження: 2024-2025 навчальний рік.

Форми впровадження: у матеріали лекцій та практичних занять з анатомії людини, а також у наукову роботу кафедри.

Затверджено на засіданні кафедри (протокол № 9 від 30.09 2025 року).

Завідувач кафедри анатомії людини
Івано-Франківського національного
медичного університету
доктор медичних наук, професор



Оксана ПОПАДИНЕЦЬ

ДОДАТОК В.7

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Перший проректор з науково-педагогічної роботи
Полтавського державного медичного університету
д. м. н., професор **В.М. Цирник**



АКТ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів, отриманих у дисертаційній роботі, у наукову роботу та
навчальний процес

1. **Пропозиція про впровадження:** вікові особливості анатомії пупкової вени та її сполучень.
2. **Установа-розробник:** Буковинський державний медичний університет МОЗ України, кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії, аспірант – Забродська Ольга Сергіївна
3. **Джерела інформації:**
 - Слободян ОМ, Забродська ОС, Вашик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація. Чернівці. БДМУ, 2024. 112 с.
 - Слободян ОМ, Забродська ОС. Становлення топографії пупкової вени у передплідів. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2021;2(20):35-41. DOI: 10.24061/1727-0847.20.2.2021.16
 - Забродська ОС. Особливості мікроанатомії пупкової вени в фетальному та ранньому неонатальному періодах онтогенезу. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2024;23(4):82-9. DOI 10.24061/1727-0847.23.4.2024.72
4. **Базова установа, яка проводить впровадження:** кафедра анатомії з клінічною анатомією та оперативною хірургією Полтавського державного медичного університету.
5. **Термін впровадження:** січень-лютий 2025 р.
6. **Форма впровадження:** у навчальну роботу кафедри анатомії з клінічною анатомією та оперативною хірургією Полтавського державного медичного університету, в матеріали лекцій та практичних занять при вивченні циклу «Клінічна анатомія передньої стінки живота з особливостями дитячого віку» у науково-дослідну роботу кафедри.
7. **Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелах інформації (п.3):** використання результатів наукових досліджень у навчальному процесі дозволяє розширити знання студентів щодо детального вивчення вікових особливостей анатомії пупкової вени та її сполучень.
8. **Зауваження, пропозиції:** не вносилися.
9. **Обговорено та затверджено на засіданні кафедри, протокол № 14 від 19 лютого 2025 року.**

Відповідальний за впровадження:
завідувач кафедри анатомії з клінічною
анатомією та оперативною хірургією
Полтавського державного
медичного університету
доктор біологічних наук, професор

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ
Начальник відділу кадрів
Г. Вошко
М. Полтава

Сергій БІЛАШ

ДОДАТОК В.8



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи

Дніпровський державний медичний університет,

Професор

Олександр ГУДАР'ЯН

12.02.2025 р.

АКТ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів, отриманих у дисертаційній роботі, у наукову роботу
та навчальний процес

Пропозиція для впровадження: «Вікові особливості анатомії пупкової вени та її сполучень».

Установа-розробник: Буковинський державний медичний університет МОЗ України, кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії, аспірант – Забродська Ольга Сергіївна.

Джерела інформації:

1. Слободян ОМ, Забродська ОС, Вацик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація. Чернівці. БДМУ, 2024. 112 с.

2. Забродська ОС, Слободян ОМ. Особливості фетальної топографії пупкової вени. Клінічна та експериментальна патологія. 2025;4(90):51-56. DOI 10.24061/1727-4338.XXIII.4.90.2024.07

3. Слободян ОМ, Забродська ОС, Процак ТВ, Цуркан ІМ. Вісник проблем біології і медицини. Сучасні відомості про розвиток і становлення топографії пупкової вени. 2021;4(162):66-9. Doi 10.29254/2077-4214-2021-4-162-66-69

Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра клінічної анатомії, анатомії та оперативної хірургії Дніпровського державного медичного університету МОЗ України.

Термін впровадження: 2024-2025 навчальний рік.

Форми впровадження: у матеріали лекцій та практичних занять з анатомії людини, клінічної анатомії та оперативної хірургії, а також у наукову роботу кафедри.

Затверджено на засіданні кафедри (протокол № 7 від 10.02.2025 року).

Завідувачка кафедри клінічної анатомії,
анатомії і оперативної хірургії.

Дніпровського державного медичного університету,
д.мед.н., професорка

Олена НЕФЬОДОВА

ДОДАТОК В.9



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Пропозиція для впровадження: «Вікові особливості анатомії пупкової вени та її сполучень».

Установа-розробник: Буковинський державний медичний університет МОЗ України, кафедра анатомії, клінічної анатомії та оперативної хірургії, аспірант – Забродська Ольга Сергіївна.

Джерела інформації:

1. Слободян ОМ, Забродська ОС, Вацик ММ. Клінічна анатомія пупкової вени та її катетеризація. Чернівці. БДМУ, 2024. 112 с.
2. Забродська ОС, Слободян ОМ. Особливості фетальної топографії пупкової вени. Клінічна та експериментальна патологія. 2024;23(4):51-56. DOI 10.24061/1727-4338.XXIII.4.90.2024.07
3. Забродська ОС. Особливості мікроанатомії пупкової вени в фетальному та ранньому неонатальному періодах онтогенезу. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2024;23(4):82-9. DOI 10.24061/1727-0847.23.4.2024.72

Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра оперативної хірургії та клінічної анатомії Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова.

Термін впровадження: 2024-2025 навчальний рік.

Форми впровадження: у матеріали лекцій та практичних занять з клінічної анатомії та оперативної хірургії, а також у наукову роботу кафедри.

Ефективність впровадження за критеріями, висловленими в джерелах інформації (п.3): використання результатів наукових досліджень у науково-дослідній роботі та навчальному процесі дозволяє розширити знання щодо морфологічних особливостей анатомії пупкової вени та її сполучень.

8. **Зауваження, пропозиції:** не вносилися.

9. **Обговорено та затверджено** на засіданні кафедри, протокол № 2 від 26 лютого 2025 року.

**Завідувач кафедри оперативної хірургії та клінічної анатомії
Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова
д.мед.н., професор**

В.І. Півторак