

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-514-3-22>

**FORMATION OF THE BASAL MEMBRANE  
OF THE ENDOTHELIUM OF MICROVESSELS IN THE EARLY  
STAGES OF PRENATAL HUMAN ONTOGENESIS**

**СТАНОВЛЕННЯ БАЗАЛЬНОЇ МЕМБРАНИ ЕНДОТЕЛІУ  
МІКРОСУДИН НА РАННІХ СТАДІЯХ ПРЕНАТАЛЬНОГО  
ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ**

**Shevchenko O. O.**

*Doctor of Medical Sciences,  
Associate Professor,  
Associate Professor at the Department  
of Descriptive and Clinical Anatomy  
Bogomolets National Medical  
University  
Kyiv, Ukraine*

**Шевченко О. О.**

*доктор медичних наук, професор,  
професор кафедри описової  
та клінічної анатомії  
Національний медичний університет  
імені О. О. Богомольця  
м. Київ, Україна*

**Levon M. M.**

*Candidate of Medical Sciences,  
Associate Professor,  
Associate Professor at the Department  
of Descriptive and Clinical Anatomy  
Bogomolets National Medical  
University  
Kyiv, Ukraine*

**Левон М. М.**

*кандидат медичних наук, доцент,  
доцент кафедри описової та клінічної  
анатомії  
Національний медичний університет  
імені О. О. Богомольця  
м. Київ, Україна*

**Haidai O. S.**

*Candidate of Medical Sciences,  
Associate Professor,  
Associate Professor at the Department  
of Descriptive and Clinical Anatomy  
Bogomolets National Medical  
University  
Kyiv, Ukraine*

**Гайдай О. С.**

*кандидат медичних наук, доцент,  
доцент кафедри описової та клінічної  
анатомії  
Національний медичний університет  
імені О. О. Богомольця  
м. Київ, Україна*

Розвиток та подальша диференціація судинного ендотелію людини в пренатальному періоді онтогенезу є однією із найбільш не вирішених проблем вікової ангіології. Особливо мало вивчені проблеми становлення базальної мембрани судинного ендотелію на ранніх стадіях ембріогенезу людини. Цій темі присвячені окремі дослідження [1]. Будова базальної мембрани ендотеліоцитів різних судин в постнатальному онтогенезі достатньо вивчена [2, 3, 4]. Базальна

мембрана виконує чисельні функції: забезпечує адгезію ендотеліоцитів, що сприяє стабілізації ендотеліального шару, регулює проникність судинної стінки, що забезпечує сталість параметрів гомеостазу і реалізацію обмінної функції серцево-судинної системи в цілому, є бар'єром на шляху міграції клітин із інтерстиційного простору до крові і в зворотньому напрямку [5, 6, 7].

Методами електронної мікроскопії були вивчені процеси становлення базальної мембрани судинного ендотелію на ранніх стадіях пренатального розвитку людини.

Встановлено, що на ранніх етапах ембріогенезу метаболізм тканин, що розвиваються, забезпечується системою досудинної циркуляції, яка структурно утворена щілинами, що обмежені тілами та відростками мезенхімних клітин та щілинами між специфічними (робочими) клітинами органу, що розвивається. На 4–5 тижні ембріогенезу починаються процеси становлення системи мікроциркуляції. Первинні кровоносні мікросудини типу протокапілярів утворюються із кров'яних острівців, що являють собою скупчення веретеноподібних клітин мезенхіми. Веретеноподібні мезенхімні клітини формують тяжі неправильної форми, які обмежують інтерстиційні канали. Ці канали, розширюються і починають формуватися у первинні мікросудини типу протокапілярів, а мезенхімні клітини, що їх обмежують, перетворюються на берегові клітини. Однією із перших ознак диференціації веретеноподібних клітин у берегові клітини є з'єднання їх за допомогою щільних міжклітинних контактів. Однак, берегові клітини ще не утворюють суцільного клітинного шару і просвіт первинних протокапілярів на цій стадії розвитку сполучається із інтерстиційним простором. Первинні мікросудини типу протокапілярів утворюються дискретно, тому первинне протокапілярне русло незамкнене. Поступово первинні мікросудини типу протокапілярів анастомозують між собою і починає формуватися первинне замкнене протокапілярне русло. Берегові клітини, що обмежують просвіт первинних мікросудин типу протокапілярів, поступово диференціюються у примордіальні ендотеліоцити, які вже формують суцільний клітинний шар, що забезпечує формування замкненого первинного протокапілярного русла. Стінка первинних мікросудин типу протокапілярів вистелена примордіальними ендотеліоцитами, базальна мембрана відсутня. Однак, до аблюмінальної поверхні примордіальних ендотеліоцитів прилягають дискретно розташовані скупчення тонковолокнистого та хлоп'якоподібного матеріалу різної величини та електронної щільності. Перші подібні скупчення визначаються на аблюмінальній поверхні зони перикаріону. В окремих ділянках визначається тенденція до їх з'єднання, що свідчить про перші ознаки формування базальної мембрани.

Товщина базальної мембрани, що формується, неоднорідна: визначається чергування потовщених ділянок і локусів стоншення. В окремих ділянках відсутні морфологічні ознаки формування базальної мембрани. Навколо розташовані нечисельні відростки зірчастих мезенхімоцитів. Такі судини відповідають передциркуляційній фазі розвитку системи мікроциркуляції. На 6–7 тижні ембріонального розвитку відбувається з'єднання первинного внутрішньоорганного мікроциркуляторного русла через магістральні судини із загальним кровотоком, що забезпечує початок циркуляційної фази розвитку системи мікроциркуляції. Ознакою початку розвитку циркуляційної фази системи мікроциркуляції є морфологічне виділення в дифузному протокапілярному руслі привідних та відвідних відділів, що обумовлені особливостями регіонарної гемодинаміки. Найбільш високі темпи ланкової диференціації визначаються у привідних судинах. В привідних мікросудинах ендотеліоцити, що вистеляють їх стінку, поступово набувають ультраструктурних ознак, які притаманні ендотеліоцитам артеріолярної ланки вторинного гемомікроциркуляторного русла. Морфологічні ознаки формування базальної мембрани найбільш рано проявляються під час ланкової диференціації привідних мікросудин і темпи її утворення найбільш високі. Поступово розвивається базальна мембрана. В привідних мікросудинах базальна мембрана представлена неоднорідним за товщиною і електронною щільністю шаром, який оточує аблюмінальну поверхню ендотеліоцитів. По мірі росту плода базальна мембрана стає більш однорідною за товщиною та електронною щільністю. Найбільш високі темпи розвитку базальної мембрани привідних мікросудин визначаються на 12–14 тижні ембріогенезу. Імовірно високі темпи розвитку базальної мембрани привідних мікросудин обумовлені високою синтетичної активністю ендотеліоцитів, які в цей період мають найбільш розвинені органели синтетичного апарату, і значною синтетичною активністю міоцитів судинної стінки, що формуються. Визначаються прямі корелятивні зв'язки між максимальним розвитком органел синтетичного апарату ендотеліоцитів на 11–12 тижнях пренатального онтогенезу і темпами розвитку базальної мембрани. Відвідні судини поступово диференціюються у венулярну ланку вторинного гемомікроциркуляторного русла, однак, темпи їх ланкової диференціації більш уповільнені. Ендотеліоцити, які вистеляють відвідні судини первинного протокапілярного русла поступово набувають субмікроскопічних ознак, що притаманні ендотеліоцитам венулярних мікросудин. Повільно розвивається базальна мембрана, яка поступово потовщується і стає більш електроннощільною. Імовірно базальна мембрана відвідних мікросудин є результатом синтетичної активності ендотеліоцитів і клітин

оточуючої паравазальної тканини, які поступово диференціюються у перицити. Темпи розвитку базальної мембрани обмінних мікросудин досить високі. Фрагменти електроннощільного матеріалу, які дискретно розташовані на аблюмінальній поверхні ендотеліоцитів обмінних мікросудин, внаслідок бічного росту поступово з'єднуються між собою, утворюючи неперервний шар неоднорідний за товщиною. Цей шар щільно фіксується до аблюмінальної поверхні ендотеліоцитів, утворюючи своєрідну матрицю для подальшого росту базальної мембрани. По мірі ланкової диференціації базальна мембрана обмінних мікросудин, які розвиваються у кровоносні капіляри, поступово потовщується, стає більш однорідною, збільшується її електронна щільність. Найбільш високі темпи становлення базальної мембрани обмінних мікросудин визначаються на 11–12 – 12–14 тижнях пренатального онтогенезу, що відповідає максимальному розвитку органел синтетичного апарату ендотеліоцитів.

Таким чином проведені дослідження свідчать про поступове формування базальної мембрани на етапах розвитку кровоносних судин гемомікроциркуляторного русла в пренатальному періоді онтогенезу людини. Темпи та особливості морфологічного становлення базальної мембрани обумовлено особливостями ланкової диференціації судин первинного протокапілярного русла у відповідні ланки вторинного гемомікроциркулярного русла.

### Література:

1. Poschl E. Collagen IV is essential for basement membrane stability but dispensable for initiation of its assembly during early development. *Development*. 2004. Vol. 131, no. 7. P. 1619–1628. URL: <https://doi.org/10.1242/dev.01037> (date of access: 16.12.2024).
2. Козак Г. І., Запривода Л. П., Остапенко О. В. Гістологія короткий курс : навч. посіб. / ред. Ю. Б. Чайковський. 2-ге вид. Вінниця : Нова кн., 2018. 336 с.
3. Mak K. M., Mei R. Basement Membrane Type IV Collagen and Laminin: An Overview of Their Biology and Value as Fibrosis Biomarkers of Liver Disease. *The Anatomical Record*. 2017. Vol. 300, no. 8. P. 1371–1390. URL: <https://doi.org/10.1002/ar.23567> (date of access: 16.12.2024).
4. Protein composition and biomechanical properties of in vivo-derived basement membranes / W. Halfter et al. *Cell Adhesion & Migration*. 2013. Vol. 7, no. 1. P. 64–71. URL: <https://doi.org/10.4161/cam.22479> (date of access: 16.12.2024).
5. Mak K. M., Mei R. Basement Membrane Type IV Collagen and Laminin: An Overview of Their Biology and Value as Fibrosis Biomarkers of

Liver Disease. *The Anatomical Record*. 2017. Vol. 300, no. 8. P. 1371–1390. URL: <https://doi.org/10.1002/ar.23567> (date of access: 16.12.2024).

6. Chang J., Chaudhuri O. Beyond proteases: Basement membrane mechanics and cancer invasion. *Journal of Cell Biology*. 2019. Vol. 218, no. 8. P. 2456–2469. URL: <https://doi.org/10.1083/jcb.201903066>(date of access: 16.12.2024).

7. Traversing the basement membrane in vivo: A diversity of strategies / L. C. Kelley et al. *Journal of Cell Biology*. 2014. Vol. 204, no. 3. P. 291–302. URL: <https://doi.org/10.1083/jcb.201311112>(date of access: 16.12.2024).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-514-3-23>

**MORPHOLOGICAL FEATURES OF LIVER SINUSOIDAL  
CAPILLARIES IN RATS AFTER 6 WEEKS OF EXPERIMENTAL  
APPLICATION OF CANNABIDIOL OIL**

**МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СИНУСОЇДНИХ КАПІЛЯРІВ  
ПЕЧІНКИ У ЩУРІВ ПІСЛЯ 6 ТИЖНІВ  
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОЛІЇ  
КАНАБІДІОЛУ**

**Shevchuk M. M.**

*Candidate of Medical Sciences,  
Associate Professor,  
Associate Professor at the Department  
of Pathological Anatomy and Forensic  
Medicine  
Danylo Halytsky Lviv National Medical  
University  
Lviv, Ukraine*

**Шевчук М. М.**

*кандидат медичних наук, доцент,  
доцент кафедри патологічної  
анатомії та судової медицини  
Львівський національний медичний  
університет імені Данила Галицького  
м. Львів, Україна*

**Volos L. I.**

*Doctor of Medical Sciences, Professor,  
Professor at the Department of  
Pathological Anatomy and Forensic  
Medicine, Danylo Halytsky Lviv  
National Medical University  
Lviv, Ukraine*

**Волос Л. І.**

*доктор медичних наук, професор,  
професор кафедри патологічної  
анатомії та судової медицини  
Львівський національний медичний  
університет імені Данила Галицького  
м. Львів, Україна*