

УДК 617.711-005.6.001.

**ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ І УТВОРЕННЯ КРОВОНОСНИХ КАПІЛЯРІВ І ВЕН СІТКІВКИ ОКА**  
**Максимум О.Ю.***Українська медична стоматологічна академія, м. Полтава***Ключові слова:** капіляри сітківки, фенестри, ендотеліальне вистилення

**Вступ.** Серед оболонок ока найскладніше збудована внутрішня – сітківка. Очевидно, через це вона залишається досі найменше вивченою, у порівнянні із зовнішньою і середньою оболонками очного яблука, та і труднощів для її дослідження більше, особливо на ультраструктурному рівні. Для глибокого розуміння перебігу гострих порушень венозного кровообігу в сітківці, з урахуванням метаболічних змін, які відбуваються в ішемічних ділянках, шляхів розвитку колатерального кровообігу, та патогенетичного лікування цього захворювання необхідні ґрунтовні знання з будови кровоносного мікроциркуляторного русла, венозних судин сітківки, анастомозів з венами судинної оболонки, артеріями сітківки, а також їх ультраструктури. На жаль, у науковій літературі ці питання досі залишаються мало висвітленими. Дослідники більше звертали увагу на артеріальну частину кровоносного русла очного яблука, яку легше вивчати, а венозну обминали [3, 9, 16].

Враховуючи все вищевикладене та велику актуальність проблеми для теоретичної та практичної медицини, а особливо для офтальмології, ми зайнялися її вивченням.

**Мета дослідження.** Вивчити особливості формування та будови капілярів і вен сітківки ока, в тому числі їх стінки, на ультраструктурному рівні.

**Матеріали та методи.** Дослідження виконані на 10 препаратах (10 очей) дев'яти доношених мертворождалих і новонароджених людей та 8 кролях (16) очей кролів-самців породи шиншила, масою 3-5 кг, які перебували на раціоні віварію впродовж досліду. В офтальмології для створення експериментальних моделей і вивчення змін тканин ока при різних захворюваннях частіше використовують очі кроля. При цьому враховують схожість очей кроля з очима людини [2, 9].

Для прижиттєвого вивчення мікроциркуляторного русла використовували біомікроскопію судин бульбарної кон'юнктиви за допомогою щільної лампи ІЦЛ – 2Б. Фотографування виконували фо-

тоапаратом “Зеніт” із використанням спеціальної насадки.

Дослідження на тваринах проводили з дотриманням “Правил проведення робіт з використанням експериментальних тварин” та біоетики. Евтаназію тварин проводили під внутрішньовенним тіопентал-натрієвим наркозом, після зникнення рогівкового рефлексу. Після того виконували лапаротомію з наступним розсіченням каудальної порожнистої вени і кровопусканням. У половини кролів виконували ін'єкцію кровоносних судин голови розчином паризької синьої або китайської туші з наступним просвітленням оболонок очей. Після енуклеації очей проводили їх фіксацію порізню, в залежності від методики подальшого дослідження макро- і мікропрепаратів.

Для гістологічного дослідження препарати очного яблука тварин і людини розрізали в сагітальній площині на дві неповні половини і поміщали на 5 діб у 10 % розчин нейтрального формаліну. Після того лезом бритви вирізали кусочки тканини з різних ділянок ока і маркірували їх. Зневоднення, ущільнення зрізів здійснювали за загальноприйнятими методиками [7]. Зрізи з парафінових блоків фарбували гематоксилін-еозин, пікрофуксином за ван-Гізеном, пікрофуксин-фукселином за Хартом, після чого ставили в канадський бальзам. Мікропрепарати фотографували фотоапаратом ЗЕНІТ-Е за допомогою спеціальної насадки до мікроскопа. Шматки тканини очного яблука для електронної мікроскопії фіксували в 2,5 % розчині глутарового альдегіду, а потім дофіксували в 2 % тетраоксиду осмія протягом 2 годин на фосфатному буфері (рН – 7,3). Дегідратацію проводили в батареї спиртів зростаючої міцності з поступовим переходом до ацетону і заливали в епон-аралдітову суміш. Блоки різали на мікротомах УМТП – 6М, Tesla BS – 492 і LKB – 8800 А. Прицільну заточку блоків виконували після вивчення напівтонких серійних зрізів, пофарбованих толуїдиновим синім. Ультратонкі зрізи контрастували в 2 % ураніл-ацетаті і цитраті свинцю. Перегляд і

фотографування досліджуваного матеріалу виконували на електронних мікроскопах JEM – 100 S, Hitachi – 100, Tesla – 100, EM – 100 AK.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для прижиттєвого вивчення мікроциркуляторного русла використовували біомікроскопію судин бу-

льбарної кон'юнктиви, оскільки доведено кореляцію будови в нормі і за умов патологічних змін судин бульбарної кон'юнктиви і сітківки [6]. На рисунку 1 зображено мікроциркуляторне русло бульбарної кон'юнктиви в нормі.

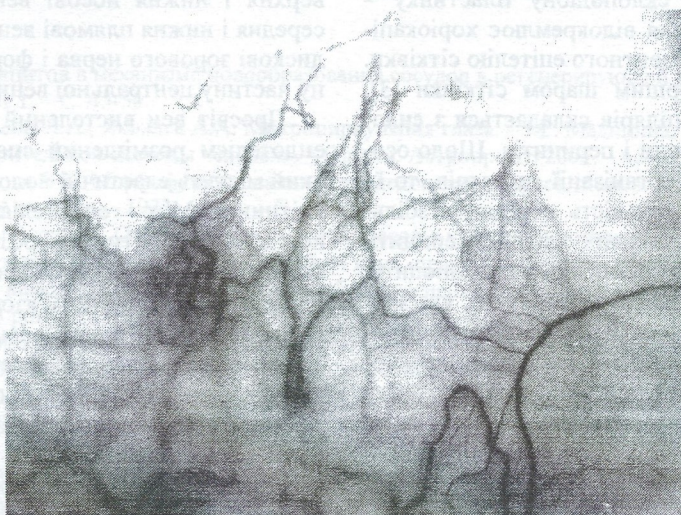


Рис. 1. Мікроциркуляторне русло бульбарної кон'юнктиви ока кроля. Різна глибина розміщення кровеносних судин. Вени менш звивисті. Мікрофотографія. 36. x12.

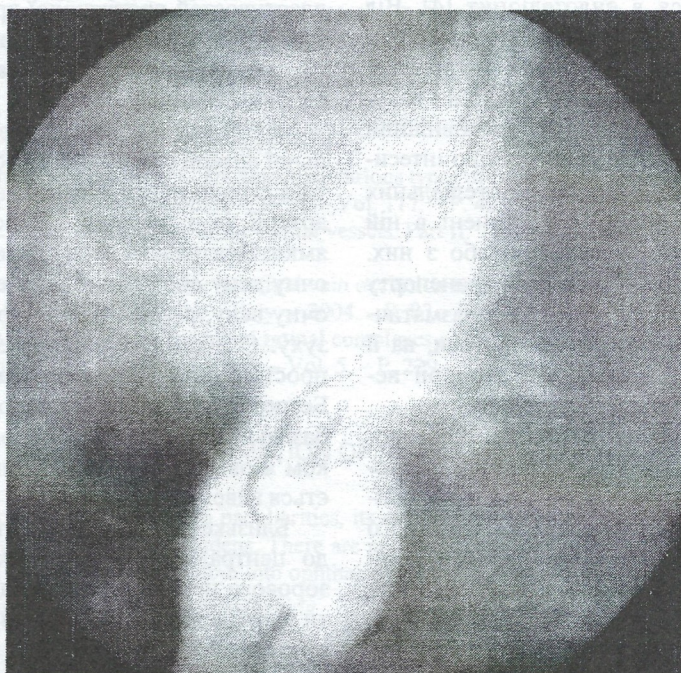


Рис. 2. Очне дно кроля в нормі. Диск зорового нерва овальної форми жовтуватого кольору. Місяця входу центральної артерії сітківки і виходу центральної вени сітківки.

Центральна артерія сітківки, діаметром 0,2 мм, дихотомічно ділиться на артеріоли першого, другого і третього порядків, діаметром 90 мкм, 30 мкм і 15 мкм відповідно. Артеріоли розгалужуються на капіляри. Діаметр капілярів становить 7-8 мкм. Капіляри утворюють густу одношарову, а по периферії – двошарову сітку. Вони поширюються від внутрішнього ядерного шару до шару вузлових клітин і розміщені між артеріолами і венами. На-

вколо тіла нервової клітини знаходиться один-два капіляри. Капіляр охоплює тіло гангліозної клітини з двох або трьох боків. Нервова клітина може однією поверхнею торкатися одного капіляра, а другою поверхнею – іншого, що співпадає з існуючими даними [10, 13]. Деякі дослідники [8, 10] судини сітківки кроля в нормі ділять на три зони: центральну, середню і периферичну. У перших

двох зонах вповдовж магістральних судин капіляри звивисті, а в периферичній зоні – прямі.

Крім власних судин сітківки, у її кровопостачанні бере участь ще одна система – це судини власне судинної оболонки. Від неї здійснюється забезпечення сітківки киснем і метаболітами шляхом їх дифузії через склоподібну пластинку – мембрану Бруха. Остання відокремлює хоріокапілярну пластинку від пігментного епітелію сітківки. Її навіть описують першим шаром сітківки [3]. Стінка кровоносних капілярів складається з ендотелію, базальної мембрани і перицитів. Щодо особливостей структурної організації капілярів, то їх ендотелій сплющений, кількість перицитів збільшена до числа ендотеліальних клітин. Перицити прилягають до базальної мембрани ендотеліоцитів і оточені власною базальною мембраною, яка зростається з базальною мембраною ендотеліоцитів. Згідно з новими даними, перицити, а не ендотеліоцити, формують фронтальну зону бруньки росту капілярів, синтезуючи компоненти міжклітинної речовини. Перицити випереджують мігруючий ендотелій і мають вищу проліферативну активність [1]. Базальна мембрана капілярів гомогенно електроннощільна і безперервна. Відростки перицитів оточують капіляр, часто пронизують базальну мембрану і вдаються в ендотеліоцит [4]. Від цитоплазми відходять пальцеподібні мікроворсинки, направлені у просвіт капіляра, а їх цитоплазма заповнена пухирцями. Піноцитозні пухирці і вакуолі розміщені як на внутрішній, так і на зовнішній поверхнях ендотеліоцитів. Це свідчить про інтенсивний піноцитоз [3] та здатність ендотеліальних клітин транспортувати рідину і розчинені в ній речовини, а також колоїд у капіляри або з них. Припускається, що вони є формою транспорту макромолекулярних речовин [12]. Ендоплазматична сітка представлена дрібними канальцями, на її мембранах розміщені рибосоми. Мітохондрії нечисленні. Ядра поліморфні.

Краї суміжних ендотеліальних клітин кровоносних капілярів з'єднуються між собою за допомогою щільних контактів, тобто відносяться до капілярів із безперервним вистеленням. З апікального боку вони скріплюються замкнутими пластинками за типом *zonula occludens*. Щільні контакти між сусідніми ендотеліоцитами мають безперервний характер, вони розміщуються по всьому краю клітин і ніби запечатують міжклітинний простір. Між тілами клітин видніються численні пальцеві удавлювання.

Заслуговує уваги ще одна найважливіша особливість безперервного ендотеліального вистелення капілярів сітківки. Це відсутність так званих пор або фенестр, які властиві судинам увеального тракту. Саме ця особливість будови капілярів пояснює наявність гемато-ретинального бар'єра, що забезпечує відсутність поширення високомолекулярних речовин із просвіту капілярів в інтерстиціальні тканини і навпаки [18].

Капілярна сітка розміщена між артеріолами і венулами. Злиттям венозних частин гемокапілярів формуються венули сітківки, які зливаються по дві, утворюючи венули трьох порядків, діаметром 120 мкм, 35 мкм і 19 мкм відповідно. З них формуються верхня і нижня скроневі венули сітківки, верхня і нижня носові венули сітківки, верхня, середня і нижня плямові венули, які зливаються на дисковій зорового нерва і формують внутрішньоочну частину центральної вени сітківки (рис. 2).

Просвіт вен вистелений ендотеліоцитами. Під ендотелієм розміщений сполучнотканинний шар, який містить еластичні волокна і гладеньком'язові клітини. Між ендотеліальними і гладеньком'язовими клітинами розміщена базальна мембрана. Зовні від них розташовується адвентиція. У дрібних вен гладеньком'язові клітини замінюються перицитами. Велика кількість перицитів надає стінці вени достатню еластичність. Усі вени відокремлені від нейрогенної тканини тонким шаром гліальних тканин, які віддають численні цитоплазматичні відростки, що вплітаються в адвентицію судин. У межах зорового нерва вони оточені не елементами глії, а сполучною тканиною оболонок нерва.

Просвіт вен істотно змінюється від реологічних властивостей протікаючої крові. У різних ділянках діаметр вен різний. Венули розміщені переважно під відповідними артеріолами. Центральна вена сітківки залишає оболонки зорового нерва трохи дотривавши від місця вступу в зоровий нерв центральної артерії сітківки. Тут вона об'єднується з густою сіткою венул, розміщених в адвентиції очної артерії та з венулами жирової клітковини очної ямки. Центральна вена сітківки впадає у дорсальну очну вену або задню колатеральну чи вентральну очну вену, рідше – безпосередньо в печеристу пазуху. Стінка центральної вени сітківки збудована простіше, ніж стінка центральної артерії сітківки. Безперервний шар ендотеліоцитів розміщується на базальній мембрані. Назовні лежать гладеньком'язові клітини або перицити, далі розташовується адвентиція.

Близьке прилягання центральної вени сітківки до центральної артерії сітківки у ділянці диска зорового нерва, їх перехреснування може викликати порушення відтоку крові по центральній вені сітківки. Розміщуючись над веною, адвентиція цієї артерії зливається з гліальною оболонкою ока. Атеросклеротично змінена стінка артерії своїм тиском може викликати перекрыття просвіту вени. Це частіше зустрічається у верхньо-скроневому секторі сітківки [3, 6, 11, 14, 15].

Усі викладені тут дані важливі для офтальмологів як контрольні для інтерпретації та порівняння з даними, одержаними при створенні експериментальної моделі тромбозу вен сітківки та лікуванні хворих з оклюзією вен сітківки [5, 17].

**Висновки.** 1. Краї суміжних ендотеліальних клітин стінки кровоносних капілярів сітківки ока

з'єднуються між собою щільними контактами з наявністю замкнутої зони – zonula occludens. Кровоносні капіляри сітківки ока відносяться до таких з безперервним ендотеліальним вистеленням.

В ендотеліальному вистеленні кровоносних капілярів сітківки ока відсутні пори. Кровоносні капіляри сітківки відносяться до нефенестрованих.

Капілярні сітки сітківки ока вливаються відразу у венули. Проміжна ланка між ними у гемомікроциркуляторному руслі сітківки ока відсутня.

Центральна вена сітківки формується з дорсальних і вентральних носових і скроневих венул і впадає в дорсальну, рідше у вентральну очні вени або безпосередньо у печеристу пазуху.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Банин В.В. Роль перичитов в механизме новообразования сосудов в регенерирующей соединительной ткани // Морфология. – 2004. – № 1. – С. 45-50.
2. Бунин А.Я., Кацнельсон Л.А., Яковлев А.А. Микроциркуляция глаза. – М.: Медицина, 1984. – 176 с.
3. Вит В.В. Строение зрительной системы человека. – Одесса: Астропринт, 2003. – 664 с.
4. Волкова О.В., Кованова Э.К. Морфофункциональное исследование сосудов глаза в условиях нарушения симпатической иннервации // Арх. анат. – 1973. – № 6. – С. 13-17.
5. Воскресенська Л.К., Максимук О.Ю. Антитромботична терапія у хворих з гострими порушеннями венозного кровообігу в судинах сітківки // Тези доповідей ювілейної наук.-практ. конференції офтальмологів з міжнародн. участю, присвяч. 100-річчю кафедри та клініки очних хвороб «Досягнення та перспективи розвитку сучасної офтальмології» 28-29 жовтня 2003 року. – Одеса, 2003. – С. 154-155.
6. Кацнельсон Л.А., Форофонова Т.И., Бунин А.Я. Сосудистые заболевания глаза. – М.: Медицина, 1990. – 272 с.
7. Киселева А.Ф., Житников А.Я., Кейсевич Л.В. Морфофункциональные методы исследования в норме и при патологии. – К.: Здоров'я, 1983. – 168 с.
8. Лычковский Л.М. Венозное русло глазного яблока кролика в условиях окольного кровообращения // Арх. анат. – 1965. – № 3. – С. 50-55.
9. Матешук-Вацеба Л.Р., Нетлюх М.А., Максимук О.Ю. Порівняльна анатомія ангиоархітектоніки судинної оболонки очного яблука людини і кроля // Вісник проблем біології і медицини. – 2000. – № 2, лютий-березень. – С. 14-19.
10. Савинова Л.М. Влияние длительного ограничения общей двигательной активности на гемомикроциркуляторное русло сетчатки глаза кролика // Арх. анат. – 1985. – В. 1. – С. 71-75.
11. Танковский В.Э. Распространенность тромбозов вен сетчатки у больных с гипертонической болезнью // Проблемы социальной гигиены и истории медицины. – 1997. – № 1. – С. 30 – 32.
12. Шахламов В.А. Капилляры (электронномикроскопическое исследование). – М.: Медицина, 1971. – 200 с.
13. Шибкова С.А. О взаимоотношениях сосудов и нервных структур в сетчатке // Арх.анат. – 1960. – В. 1. – С. 39 – 47.
14. Feist R.M., Ticho B.H., Shapiro M.J. Branch retinal vein occlusion and quadrant variation in arteriovenous crossing // Am. J. Ophthalmol. – 1992. – Vol. 113. – P. 664 – 672.
15. Hayreh S.S., Zimmerman B., Podhajsky C. Incidence of various types of retinal vein occlusion and their recurrence and demographic characteristics // Am. J. Ophthalmol. – 1994. – Vol. 117. – P. 429 – 441.
16. Hogan M.J., Feeney L. The Ultrastructure of the retinal vessels. Part II. The small vessels // J. Ultrastruct. Res. – 1963. – Vol. 9. – P. 29 – 36.
17. Maximuk O.Yu. Medical therapy efficiency in retinal vein occlusion treatment // 4 th Euroretina Congress May 13-15, 2004. University Hospital San Raffaele, Milano – Italy. – 2004. – P. 83 – 84.
18. Shakib V., Cunha-Vaz J. G. Studies on the blood retinal complexes of the retinal vessels and nytir role in the permeability of the blood retinal burrica // Exp. Eye res. – 1966. – Vol. 5. – P. 229 – 238.

## SUMMARY

### PACULARITIES OF STRUCTURE AND FORMATION OF RETINAL BLOOD CAPILLARES AND VEINS

**Maksymuk O.Ju.**

The wall of retinal blood capillaries has its own peculiarities, its own type of structure. Its endothelial cells' edges are interlinked with dense contacts having zonule occludens. There are no fenestrae in retinal capillary endothelial laying. The vena centralis retinal falls down into dorsal vein, seldom into ophthalmic vein or directly into cavernosal cavity.

**Key words:** retinal capillaries, fenestral, endothelial laying