



Н.Я. Якимів<sup>1</sup>, Ю.Я. Кривко<sup>2</sup>, С.Я. Якимів<sup>3</sup>

## Ультроструктурна характеристика райдужно-рогівкового кута очного яблука щурів у нормі

<sup>1</sup> 8-а міська клінічна лікарня, м. Львів

<sup>2</sup> Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

<sup>3</sup> ДЗ «Клінічна лікарня ДТГО «Львівська залізниця», м. Львів

**Мета роботи** — дослідити морфологічні особливості райдужно-рогівкового кута щурів у нормі на ультроструктурному рівні.

**Матеріали та методи.** Дослід здійснювали на 5 щурах лінії «Вістар». Проводили енуклеацію очного яблука після того, як тварину присипляли внутрішньоочеревинним введенням тіопенталу (з розрахунку 25 мг/1 кг). Ділянку райдужно-рогівкового кута готували до ультроструктурного дослідження за загальноприйнятою методикою. Вивчення й фотографування матеріалу проводили за допомогою мікроскопа УЕМВ — 100 К (Україна) і збільшення на екрані мікроскопа 1500 х — 30 000 х.

**Результати та обговорення.** Встановлено, що передній епітелій лімба багат шаровий, плоский, незроговілий. Базальний шар відділений від пухкої волокнистої сполучної тканини базальною мембраною та складається з клітин призматичної форми. Проміжний шар переднього епітелію лімба представлений 2—3 шарами клітин. Кератиноцити базального шару переднього епітелію лімба прикріплені до базальної мембрани лімба за допомогою напівдесмосом. Під епітелієм лімба розташована пухка волокниста сполучна тканина, яка містить чисельні клітини та судини кровоносного мікроциркуляторного русла. Крім фібробластів, у сполучній тканині строми лімба розташовані лімфоцити, макрофаги, поліморфноядерні лейкоцити. Стінки кровоносних капілярів лімба складаються з ендотеліоцитів, базальної мембрани; перицитів, розташованих в товщі базальної мембрани та адвентиційних клітин, які розташовані вздовж капілярів. Дренажна система ока білого щура складається із трабекули та венозного синуса.

**Висновки.** Встановлено морфологічні особливості структур райдужно-рогівкового кута щурів у нормі. Ультроструктурна будова райдужно-рогівкового кута у щурів наближена до такої в людей.

**Ключові слова:** очне яблуко, райдужно-рогівковий кут, опіоїд, щур, мікроциркуляторне русло.

Важливе місце в системі зорового аналізатора посідає очне яблуко. Нині існує багато хвороб ока, які ведуть до сліпоти, зокрема глаукома, атрофія зорових нервів, токсичні ураження внаслідок немедичного використання препаратів сильної дії, наприклад, опіоїдної групи [4, 10, 18]. За останні п'ять років значно зросла кількість хворих на глаукому (на 16,8 %) та атрофію зорового нерва (на 14,9 %). Поширеність глаукоми у 2011 р. становила 108,3 особи на 100 тис. дорослого населення України [7]. Етіологія та патогенез глаукоми [1, 2, 8] і вплив опіоїду на структури очного яблука та інші органи в експерименті [4, 6, 9, 11, 13, 15—17, 19—21] на сьогодні вивчені недостатньо. Тому, на нашу думку, актуальне вивчення структури райдужно-рогівкового кута очного яблука щурів у нормі та при патології [3, 5, 12, 14].

**Мета роботи** — дослідити морфологічні особливості райдужно-рогівкового кута щурів у нормі на ультроструктурному рівні.

### Матеріали та методи

Матеріалом дослідження слугували очні яблука щурів-самців лінії «Вістар» (5 тварин). Усі тварини утримувалися в умовах віварію. Робота здійснена з дотриманням положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986), загальних етичних принципів експериментів на тваринах, ухвалених I Національним конгресом України з біоетики (Київ, 2001 р.) та Закону України № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження». Перед проведенням забору біопсійного матеріалу тварину присипляли внутрішньоочеревинним введенням тіопенталу (з розрахунку 25 мг/1 кг), після чого здійснювали енуклеацію очного яблука для ультроструктурного дослідження. Ділянку райдужно-рогівкового кута фіксували 2 % розчином чотириокису осмію, тканинні блоки проводили через спирти висхідної концен-

Стаття надійшла до редакції 6 березня 2014 р.

Якимів Наталія Ярославівна, лікар-офтальмолог  
79052, м. Львів, вул. Суботівська, 9, кв. 18  
E-mail: nyakymiv@ukr.net

трації та абсолютний ацетон. Потім матеріал поміщали в суміш епоксидних смол епон-аралдит. Полімеризацію матеріалу проводили поетапно при температурі 36, 45, 60° С протягом 24 год для кожного температурного режиму. Ультратонкі зрізи готували на ультрамікроскопі УМТП — 3М за допомогою скляних ножів. Для дослідження відбирали зрізи сріблястого або ніжно-лимонного кольору. Зрізи контрастували спочатку у 2 % розчині ураніацетату, а потім — цитрату свинцю. Вивчення й фотографування матеріалу здійснювали за допомогою мікроскопа УЕМВ — 100 К (Україна) при напрузі прискорення 75 кВ і збільшеннях на екрані мікроскопа 1500 х — 30 000 х.

### Результати та обговорення

В інтактних шурів передній епітелій лімба багатощаровий, плоский, не зроговілий. Базальний шар відділений від пухкої волокнистої сполучної тканини базальною мембраною і складається з клітин призматичної форми, серед яких розташовані кубічні та булавоподібні клітини. Ядра в кератиноцитах базального шару відносно великі, зміщені апікально. Крім кератиноцитів, у базальному шарі розташовані меланоцити та клітини Лангерганса, а також лімфоцити.

У міру наближення до поверхні висота клітин стає меншою. Проміжний шар переднього епітелію лімба представлений 2—3 шарами клітин. Ядра епітеліоцитів проміжного шару орієнтовані паралельно поверхні. Форма клітини поверхневого шару сплюснена. Кератиноцити базального шару переднього епітелію лімба прикріплені до базальної мембрани лімба за допомогою напівдесмосом. Базальна мемб-

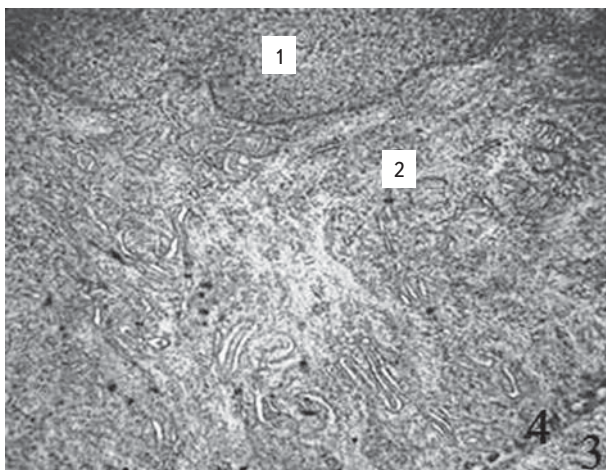


Рис. 1. Ультраструктура кератиноцитів базального шару покривного епітелію. Електроннограма, х 4000. 1 — ядро базального кератиноцита; 2 — цитоплазма базального кератиноцита; 3 — базальна мембрана; 4 — напівдесмосоми

рана в ділянці лімба містить хвилеподібні ділянки, в яких колагенові волокна переплітаються з колагеновими волокнами розташованої під базальною мембраною пухкої сполучної тканини (рис. 1). Під епітелієм лімба розташована пухка волокниста сполучна тканина, яка містить численні клітини та судини кровоносного мікроциркуляторного русла. Клітини пухкої волокнистої сполучної тканини представлені в основному фібробластами, які містять великі ядра та мають довгі відростки. Крім фібробластів, у сполучній тканині строми лімба розташовані лімфоцити, макрофаги, поліморфноядерні лейкоцити. Судини кровоносного мікроциркуляторного русла формують розгалужену сітку судин. Останні складаються із хвилеподібної сітки капілярів, розташованої поблизу епітеліального пласта. Стінки кровоносних капілярів лімба складаються з ендотеліоцитів, базальної мембрани, перичитів, відростки яких розташовані в товщі базальної мембрани та адвентиційних клітин з локалізацією вздовж капілярів. Фібробласти мають великі розміри. Вони містять великі ядра, хроматин у яких добре структурований і рівномірно розподілений; на його тлі добре виявляються 1—2 ядерця. Цитоплазма фібробластів у перинуклеарній частині містить органели загального призначення, добре розвинені цистерни, пухирці комплексу Гольджі та каналці гранулярної ендоплазматичної сітки, а також помірну кількість мітохондрій та незначну кількість лізосом. У периферійній частині цитоплазми добре виражені мікрофіламенти. Макрофаги порівняно з фібробластами менших розмірів, їх форма витягнута або неправильна. Ядра макрофагів мають менші розміри, містять більше гетерохроматину. Цитоплазма макрофагів містить комплекс Гольджі, багато лізосом та фагосом, тоді як гранулярна ендоплазматична сітка та мітохондрії розвинені помірно. Плазмолема макрофагів утворює численні складки (рис. 2).

Дренажна система складається із венозного синуса, трабекули та колекторних каналів. На отриманих нами електроннограмах видно, що трабекулярний апарат ока складається із комірок різного діаметра й форми, розділених перегородками — трабекулами. Детальне вивчення трабекул показало, що з боку просвіту комірки покриті ендотеліальними клітинами різної електронної щільності. Переважно ендотеліоцити мали видовжену, сплюснену форму, а електронна щільність була середньої інтенсивності. У глибині трабекули розміщена сполучна тканина, яка містить колагенові й еластичні волокна, фібробласти й основну речовину. Венозний синус має вигляд трубки, із внутрішнього боку висланий ендотеліальними клітинами, які з'єднані між собою за допомогою десмосом. Ендотеліальні клітини лежать на базальній мембрані.

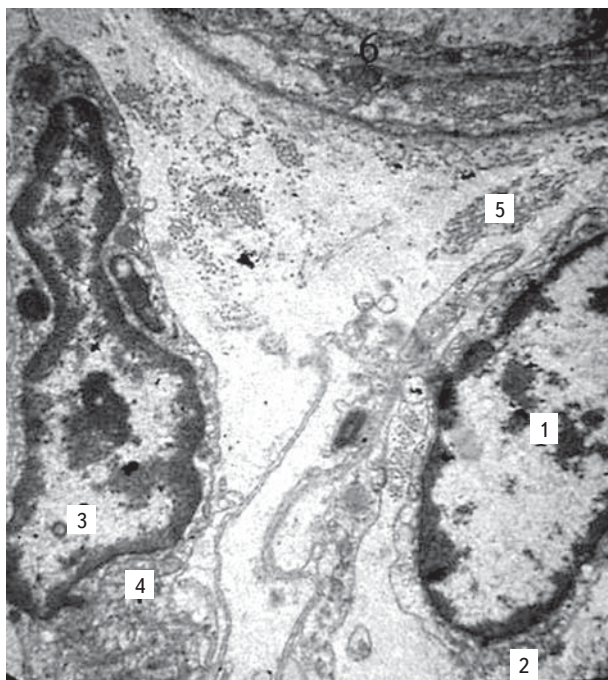


Рис. 2. Ультраструктура сполучної тканини лімба інтактних щурів. Електроннограма,  $\times 5000$ . 1 — ядро фібробласта; 2 — цитоплазма фібробласта; 3 — ядро макрофага; 4 — цитоплазма макрофага; 5 — пучки колагенових волокон; 6 — ендотеліоцити стінки кровоносного капіляра

## Висновки

Встановлено морфологічні особливості структур райдужно-рогівкового кута щурів у нормі. Передній епітелій лімба багатошаровий, плоский, не зроговілий. Базальний шар відділений від пухкої волокнистої сполучної тканини базальною мембраною та складається з клітин призматичної форми. Проміжний шар переднього епітелію лімба представлений 2–3 шарами клітин. Кератиноцити базального шару переднього епітелію лімба прикріплені до базальної мембрани лімба за допомогою напівдесмосом. Під епітелієм лімба розташована волокниста сполучна тканина. Крім фібробластів, у сполучній тканині строми лімба розташовані лімфоцити, макрофаги, поліморфно-ядерні лейкоцити. Стінки кровоносних капілярів лімба складаються з ендотеліоцитів, базальної мембрани, перицитів, розташованих у товщі базальної мембрани, та адвентиційних клітин, які розміщені вздовж капілярів. Ультраструктурна будова райдужно-рогівкового кута у щурів наближена до такої в людей.

**Перспективи подальших досліджень.** Отримані дані можуть бути основою для подальшого використання райдужно-рогівкового кута щура в експериментальних дослідженнях практичної медицини.

## Література

1. Гайворонский И.В., Ничипорук Г.И. Функциональная анатомия органов чувств. — СПб: Элбиз-СПб, 2010. — 15 с.
2. Нестеров А.П. Первичная глаукома. — М.: Медицина, 1982. — 280 с.
3. Неттер Френк. Атлас анатомії людини / За ред. проф. Ю.Б. Чайковського; пер. з англ. А.А. Цегельського. — 4-е вид., доповн. — Львів: Наутилус, 2009. — 616 с.
4. Новицький І.Я., Якимів Н.Я., Єрохова О.М. та ін. Токсичне ураження зорових нервів внаслідок тривалого прийому левоміцетину на тлі наркотичної залежності від кодтерпіну // Офтальмол. журн. — 2012. — № 3. — С. 43–45.
5. Ноздрачев А.Д., Поляков Е.Л. Анатомия крысы. — СПб, 2001. — 464 с.
6. Онисько І.О., Онисько Р.М., Король А.П., Маєвський О.Є. Мікроструктурні зміни в язиці, викликані впливом малих доз опіюду протягом 42-х і 56-ти діб (експериментальне дослідження) // Вісник морфології. — 2013. — Т. 19, № 2. — С. 280–285.
7. Пасечникова Н.В., Риков С.О., Вітовська О.П. та ін. Аналіз стану офтальмологічної допомоги населенню України у 2006 — 2011 роках // Офтальмол. журн. — 2012. — № 6. — С. 131–140.
8. Сомов Е.Е. Клиническая анатомия органа зрения человека. — СПб, 1997. — С. 84–97.
9. Cohen S., Parvizi N., Mulder E.J. et al. Effects of morphine and naloxone on fetal heart rate and movement in the pig // J. — Appl-Physiol. — 2001. — Vol. 90 (4). — P. 1577–1583.
10. Dustin D., Margo C., Harman E., Lynn E. «Substance use disorder and the risk of glaucoma» French // Journal of Glaucoma. — 2011. — Vol. 20, N 7. — P. 401–463.
11. Kitchen J. Lead toxicity and alternation in opioid systems // Neurotoxicology. — 1993. — Vol. 14. — P. 115–124.
12. Krinke G. The laboratory rat. — London: Academic Press, 2000. — 756 p.
13. Laughlin S.E., Massamiri T.R., Kornblum H.I., Leslie F.M. Postnatal development of opioid systems in rat brain // Neuropeptides. — 1985. — Vol. 5, N 4–6. — P. 469–472.
14. Leonhardt H. Human histology, cytology and microanatomy. — Stuttgart: Thieme, 1977. — 58 p.
15. Meyer J.M., Rodvold K.A. Drug biotransformation by the cytochrome P-450 enzyme system // Infect. Med. — 1996. — Vol. 13, N 6. — P. 452, 459, 463–464, 523.
16. Morton W., Schuman S. Effects on the eyes and visual system from chemicals, drugs, metals and minerals // Toxicology of the eye. — 1993. — P. 24–29.
17. Paakkari P., Pakkarri J., Fuersten G., Siren A.L. Evidence for differential opioide mu-1 and mu-2 receptor-mediated regulation of heart rate in the conscious rat // Neuropharmacol. — 1992. — Vol. 31, N 8. — P. 772–782.
18. Peant M.A., Peck D.F., Samuel E. Alcohol, drugs and school leavers. — London: Tavis-tock, 1985. — 130 p.

19. Taneda Y., Okuwaki K., Sako T. Ethanol optic neuropathy in rats // *Nippon Ganka Gakkai Zasshi*. — 1988. — Vol. 92. — P. 1154—1160.
20. Volkov V.G. Assessment of the state of drug addicts from characteristics of oculomotor activity and visual-motor coordination // *Human physiol.* — 1994. — Vol. 20, N 4. — P. 256—262.
21. Volkov V.G. Changes in optical tracking function in opium addicts // *Human physiol.* — 1994. — Vol. 19, N 5. — P. 342—348.

Н.Я. Якимив<sup>1</sup>, Ю.Я. Кривко<sup>2</sup>, С.Я. Якимив<sup>3</sup>

### Ультраструктурная характеристика радужно-роговичного угла глазного яблока крыс в норме

<sup>1</sup> 8-я городская клиническая больница, г. Львов

<sup>2</sup> Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого

<sup>3</sup> ГУ «Клиническая больница ГТОО «Львовская железная дорога», г. Львов

**Цель работы** — исследовать морфологические особенности радужно-роговичного угла крыс в норме на ультраструктурном уровне.

**Материалы и методы.** Опыт проводился на 5 крысах линии «Вистар». Проводили энуклеацию глазного яблока после того, как животное усыпляли внутривенным введением тиопентала. Участок радужно-роговичного угла готовили к ультраструктурному исследованию по общепринятой методике. Изучение и фотографирование материала проводили с помощью микроскопа УЕМВ — 100 К (Украина) и увеличениях на экране микроскопа 1500 х — 30 000 х.

**Результаты и обсуждение.** В результате ультраструктурного исследования установлено, что передний эпителий лимба представлен многослойным плоским неороговевающим эпителием. Базальный слой отделен от рыхлой волокнистой соединительной ткани базальной мембраной и состоит из клеток призматической формы. Промежуточный слой переднего эпителия лимба представлен 2—3 слоями клеток. Кератиноциты базального слоя переднего эпителия лимба прикреплены к базальной мембране лимба с помощью полудесмосом. Под эпителием лимба расположена рыхлая волокнистая соединительная ткань, содержащая многочисленные клетки и сосуды кровеносного микроциркуляторного русла. Кроме фибробластов, в соединительной ткани стромы лимба расположены лимфоциты, макрофаги, полиморфноядерные лейкоциты. Стенки кровеносных капилляров лимба состоят из эндотелиоцитов, базальной мембраны, перicyтов, расположенных в толще базальной мембраны, и адвентициальных клеток, расположенных вдоль капилляров. Дренажная система глаза белой крысы состоит из трабекулы, венозного синуса и коллекторных каналов.

**Выводы.** Установлены морфологические особенности структур радужно-роговичного угла крыс в норме. Ультраструктурное строение радужно-роговичного угла у крыс приближено к таковому у людей.

**Ключевые слова:** глазное яблоко, радужно-роговичный угол, опиоид, крыса, микроциркуляторное русло.

Н. Я. Якимив<sup>1</sup>, Ю. Я. Кривко<sup>2</sup>, С. Я. Якимив<sup>3</sup>

### Ultrastructural characteristics of iridocorneal angle of the eyeball of rats in norm

<sup>1</sup> 8th City Hospital, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup> Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Ukraine

<sup>3</sup> Road Clinic of the «Lviv Railway», Lviv, Ukraine

**Objective.** To examine morphological features of iridocorneal angle of rats in norm on the ultrastructural level.

**Materials and methods.** The experiment was conducted on 5 Wistar rats. The enucleation of the eyeball was held after the animal was narcotized by intra-abdominal thiopental injection. The iridocorneal angle area was prepared for the ultrastructural study by generally accepted methods. The examination and photographing of the materials were performed using UEMV — 100 K microscope (Ukraine) and by zooming on the 1500 x — 30 000 x microscope screen.

**Results and discussion.** It has been established that the anterior epithelium of the limb is multilayer, flat and non-squamous. The basal layer is separated from the loose connective tissue by the basal membrane and is composed of the prismatic cells. The intermediate layer of the anterior epithelium of the limb is presented by 2 — 3 layers of cells. Keratinocytes of the basal layer of the epithelium of the anterior limb are attached to the basal membrane of the limb using half-desmosome. Under the limb epithelium there is a loose connective tissue, which contains numerous cells and circulatory vessels of the microcirculation. Besides the fibroblasts in the connective tissue of stroma of the limbus there are lymphocytes, macrophages and polymorphonuclear leukocytes. The walls of the blood capillaries of a limb consist of endotheliocytes, basal membrane, pericytes, located deep in the basal membrane and advent cells, which are located along the capillaries. The drainage system of the eye of a white rat consists of trabeculae and venous sinus.

**Conclusions.** The morphological characteristics of structures iridocorneal angle in normal rats have been established. The ultrastructural construction of the iridocorneal angle in the rats is close to that of the people.

**Key words:** eyeball, iridocorneal angle, opioid, rat, microcirculatory channel.