

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РОГІВКИ ОЧНОГО ЯБЛУКА КРОЛЯ ЗА УМОВ ВЕНОЗНОГО ЗАСТОЮ

ДНП «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького»
(м. Львів, Україна)

Анотація. Вивчалися зміни температури рогівки очного яблука кроля за умов венозного застою. Експерименти проводились на 30 кролях-альбіносах (60 очних яблук). Встановлено, що після діатермокоагуляції вихрових вен ока в динаміці термотопографії рогівки можна виділити 4 періода: 1 – період різкого підвищення температури рогівки відразу ж після операції; 2 – період прогресивного зниження температури рогівки; 3 – відновлювальний період; 4 – період стабілізації температури рогівки на тому чи іншому рівні, що відповідає новим умовам кровообігу в очному яблуці. Існує прямий зв'язок між динамікою термотопографії рогівки і морфологічними змінами в судинному руслі судинної оболонки очного яблука. Температура рогівки може служити показником зміни інтенсивності кровотоку в передньому сегменті очного яблука за умов порушення венозної гемодинаміки.

Ключові слова: очне яблуко, венозний застій, термометрія рогівки.

Abstract. Changes of corneal temperature in venous stasis were studied. Experiments were performed on 30 albino rabbits (60 eyes). It was found that 4 periods can be distinguished in dynamics of thermotopography of the cornea: 1 – a period of abrupt increase of corneal temperature immediately after operation; 2 – a period of progressive decrease of corneal temperature; 3 – a reparative period; 4 – a period of stabilization of corneal temperature at a certain level, which corresponds to conditions of blood circulation in the eyeball. There is a correlation between the dynamics of corneal thermotopography and morphological changes in the vascular circle of the eyeball. Corneal temperature can serve as a criterion of circulation intensity in the anterior segment of the eye in disturbance of venous haemodynamic.

Key words: eyeball, venous haemostasis, thermometry of the corneal.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота є фрагментом НДР «Структурна організація органів людини та експериментальних тварин в онтогенезі за умов фізіологічної норми та впливу чинників зовнішнього та внутрішнього середовищ», номер державної реєстрації 0125U000814.

Вступ.

В останній час термографічні та термометричні методи все частіше стали використовуватись в медицині, зокрема, в офтальмології. Розвиток різних методів локальної термометрії обумовлений тим, що температура рогівки і тканин опосередковано відображає ступінь кровонаповнення, а відповідно і інтенсивність трофічних і біохімічних процесів [1].

Захворювання органу зору, які спричинені порушенням венозного відтоку від очного яблука на ґрунті внутрішньоорбітальних запальних і пухлинних процесів та тромбозу венозного русла, зустрічається в практичній офтальмології досить часто [2, 3]. Тому вивчення морфофункціональних основ компенсаторно-адаптаційних процесів, які можуть мати місце при порушенні відтоку венозної крові, та питання ранньої діагностики, контролю ефективності лікування та профілактики цієї патології, заслуговує відповідної уваги.

Термографія стала одним із методів скринінг-діагностики, які дозволяють визначити ступінь активності патологічного процесу, виявити рецидиви захворювання на різних етапах, прогнозувати його перебіг і оцінювати ефективність консервативного лікування. Термографія часто застосовується як засіб диференціальної діагностики судинних невритів від банальних невритів зорового нерву [4], як додатко-

вий критерій оцінки ступеня активності і поширеності увеїту у дітей [5]. Термографія характеризується високою точністю, чутливістю і не потребує великих затрат часу.

З успіхом застосовується в офтальмології і термометричний метод дослідження [6]. Термометрія ока використовується для діагностики та контролю ефективності лікування увеїтів та спазмів акомодатії [7], в профілактиці післяопераційних ускладнень після екстракції катаракти [8]. Але в доступній літературі ми не виявили даних про те, чи може температура рогівки служити показником зміни інтенсивності кровообігу в передньому сегменті очного яблука за умов порушення венозної гемодинаміки, хоча це питання є важливим для ранньої діагностики венозного застою.

Мета дослідження.

Визначити термотопографію рогівки очного яблука за умов венозного застою.

Об'єкт і методи дослідження.

Експерименти проведені на 30 кролях різної статі, віком 7-8 місяців, масою тіла 2,5-3,0 кг, у яких венозний застій викликали методом діатермокоагуляції вихрових вен ока під тіопенталовим наркозом. Тварини отримані з віварію Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького і робота з ними проводилась із дотриманням положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986), Закону України №3447-4 «Про захист тварин від жорстокого поводження «згідно з директивою Ради ЄС 2010/63EU про дотримання постанов, законів, адміністративних положень Держав ЄС з питань захисту

тварин, які використовуються з науковою метою [9, 10].

Температуру рогівки вимірювали точковим датчиком медичного напівпровідникового електротермометра ТЕМП-61. Виміри проводили в 5 точках: в центрі і в 4 точках безпосередньо біля лімбу – дорсально, вентральна, медіально і латерально. Термотопографію вивчали протягом 4 днів підряд до операції, безпосередньо після неї з наступним щоденним вимірюванням температури рогівки у перші десять післяопераційних днів, а далі на 12, 15, 20, 25, 30 добу після операції. Усі виміри проводились під місцевою анестезією в строгій послідовності точок виміру в одному і тому ж приміщенні з температурою повітря 20-22 градуси при однаковому освітленні. Перед початком виміру температури датчик прогрівали на шкірі повіки. Для контролю використано 5 тварин (10 очей). Контрольним тваринам проводили аналогічну операцію і виміри температури з тією різницею, що діатермокоагуляцію склери проводили, відступаючи на 3-4 мм від вихрових вен. Отримані цифрові дані опрацьовували статистично з використанням критерію Стьюдента.

З метою проведення забору матеріалу дослідження, тварин присипляли внутрішньоочеревинним введенням тіопенталу (з розрахунку 25 мг/кг) у різні терміни після операції з наступним заповненням їх судинного русла сумішшю гліцерин-коларгол (1:1) з метою вивчення морфологічної картини судин ока в післяопераційному періоді.

Результати дослідження та їх обговорення.

На підставі проведених досліджень і отриманих результатів встановлено, що за фізіологічних умов температура рогівки ока кроля знаходиться в таких межах: лімба (30,6±0,8) градусів, в центрі рогівки (29,4±0,5) градусів. Температура лімба перевищує температуру центра рогівки на (1,2±0,3) градуса. Таку особливість термотопографії ока інтактних тварин, на нашу думку, можна пояснити різницею між добре забезпеченою судинами склерою поблизу лімбу і безсудинним центром, де на температуру рогівки впливає рух камерної вологи. За умов експериментального венозного застою в динаміці термотопографії рогівки можна виділити чотири періоди: 1 – період різкого підвищення температури рогівки відразу ж після операції; 2 – період прогресивного зниження температури рогівки з 1 до 6-7 доби післяопераційного періоду; 3 – відновлювальний період з 7-8 до 12 доби після операції; 4 – період стабілізації температури рогівки на тому чи іншому рівні, що відповідає новим умовам кровообігу в очному яблуці (табл.).

Зразу ж після коагуляції вихрових вен ока різко зростала температура як в ділянці лімбу, так і в центрі рогівки, що пов'язано, на нашу думку, з гострим порушенням відтоку венозної крові. Починаючи з першої і до сьомої доби післяопераційного періоду, спостерігалось зниження температури рогівки. Проведені в цей час морфологічні дослідження виявили зміни, які в основному характеризувались значною деструкцією

судинного русла переднього сегменту очного яблука. Судинна сітка всієї райдужної оболонки значно розріджувалась, просвіт її судин, навіть великих, звужувався, практично атрофувались артеріоло-венулярні петлі біля її знічного краю. Різного ступеня атрофії зазнають і війкові відростки, набувши атипічної форми. Найбільшої інтенсивності деструктивні процеси досягають у вентральній та дорсальній частині райдужки. У цих ділянках капілярне русло війкових відростків виявилось повністю атрофованим. Вище описані деструктивні зміни в судинному руслі переднього сегменту очного яблука, можливо, стали причиною зниження інтенсивності утворення камерної вологи.

Таким чином, зниження температури рогівки у другому періоді обумовлено, на нашу думку, двома факторами: первинним – зниженням інтенсивності кровотоку в судинах райдужки та війкового тіла і вторинним – зниженням інтенсивності руху камерної вологи згідно з загальноприйнятою схемою (задня камера-зіниця-передня камера ока). Подальші морфологічні дослідження на 8-12 добу після операції не виявили значного поглиблення деструктивних процесів в судинному руслі переднього сегменту очного яблука. Компенсаторні ж процеси, що характеризуються розвитком колатеральних шляхів відтоку венозної крові та розширенням усіх компонентів судинного русла райдужки і війкових відростків, в цей період набувають інтенсивного розвитку. У першу чергу колатеральні шляхи розвиваються в ділянці лімбу рогівки. При цьому настає різке розширення транссклеральних анастомозів та всього венозного сплетення лімбу. Пов'язане з цим збільшення інтенсивності кровотоку в даній ділянці при-

Таблиця – Динаміка температурних показників переднього сегменту очного яблука за умов експериментального венозного застою

Тривалість спостережень	Кількість очей		Середня температура лімбу, М±m		Температура в центрі рогівки, М±m	
	експеримент	контроль	експеримент	Контроль	експеримент	контроль
До операції	60	10	30,6°±0,8	30,7°±0,8	29,4°±0,5	29,4°±0,1
Після операції	60	10	36,2°±0,4*	30,8°±0,9	33,2°±0,3*	29,7°±0,8
1 доба	60	10	32,2°±0,6*	30,8°±0,6*	29,0°±0,7*	29,4°±0,4
2 доба	60	10	29,4°±0,3*	30,7°±0,1	28,4°±0,1*	29,4°±0,3
3 доба	60	10	29,7°±0,1*	30,6°±0,8	26,3°±0,6*	29,4°±0,9
4 доба	60	10	29,0°±0,2*	30,7°±0,7	26,4°±0,7*	29,4°±0,1
5 доба	60	10	28,6°±0,1*	30,7°±0,1	26,0°±0,3*	29,4°±0,7
6 доба	60	10	28,4°±0,7*	30,6°±0,6	26,1°±0,3*	29,4°±0,1
7 доба	60	10	28,4°±0,1*	30,6°±0,8	25,1°±0,8*	29,5°±0,1
8 доба	60	10	28,5°±0,6*	30,6°±0,8	25,8°±0,5*	29,4°±0,8
9 доба	60	10	28,9°±0,6*	30,8°±0,1	25,8°±0,7*	29,5°±0,8
10 доба	60	10	28,7°±0,9*	30,6°±0,4	26,5°±0,2*	29,4°±0,3
12 доба	60	10	29,2°±0,5*	30,6°±0,1	27,4°±0,9*	29,4°±0,5
15 доба	60	10	29,3°±0,5*	30,7°±0,3	27,5°±0,4*	29,3°±0,1
20 доба	60	10	29,3°±0,1*	30,6°±0,8	27,5°±0,7*	29,4°±0,1
25 доба	60	10	29,1°±0,5*	30,6°±0,3	27,4°±0,5*	29,5°±0,1
30 доба	60	10	29,2°±0,6*	30,6°±0,7	27,4°±0,8*	29,4°±0,3

водить до підвищення температури в передньому сегменті очного яблука (відновлювальний період). Новоутворені колатералі, на нашу думку, до певної міри сприяють нормалізації кровообігу в судинному руслі переднього сегменту очного яблука, але це не приводить до відновлення вже зруйнованих та атрофованих ділянок судинного русла райдужки та війкових відростків і тому температура рогівки у період її стабілізації в жодному з експериментів не досягла доопераційного рівня.

Контрольне введення наркозу та контрольна коагуляція склери не приводили до зміни температури рогівки.

Таким чином, експериментально отримані результати досліджень засвідчують що існує прямий зв'язок між динамікою термотопографії рогівки і морфологічними змінами в судинному руслі судинної оболонки очного яблука. Застосований нами метод контактної термометрії дає не пряму але достатньо повну інформацію про зміни інтенсивності

кровообігу в передньому сегменті очного яблука за умов порушення венозної гемодинаміки.

Висновки.

1. За умов експериментального венозного застою в динаміці термотопографії рогівки очного яблука можна виділити 4 періоди: 1 – період різкого підвищення температури рогівки відразу ж після операції; 2 – період прогресивного зниження температури рогівки; 3 – відновлювальний період; 4 – період стабілізації температури рогівки на тому чи іншому рівні, що відповідає новим умовам кровообігу в очному яблуці.

2. Виявлений зв'язок між динамікою термотопографії рогівки і морфологічними змінами в судинному руслі судинної оболонки очного яблука за умов експериментального венозного застою.

3. Температура рогівки може служити показником змін інтенсивності кровотоку в передньому сегменті очного яблука за умов порушення венозної гемодинаміки.

Література

1. Gullias-Cañizo R, Alonso-Caneiro D. Applications of Infrared Thermography in Ophthalmology. *Life*. 2023;13(3):723. DOI: [10.3390/life13030723](https://doi.org/10.3390/life13030723).
2. Leshno A, Stern O, Barkana Y, Kapelushnik N, Singer R, Prat DL, et al. Ocular surface temperature differences in glaucoma. *European Journal of Ophthalmology*. 2022;32(1):67-72. DOI: [10.1177/112067212211023723](https://doi.org/10.1177/112067212211023723).
3. Pidvalna UE. Morphologichni osoblyvosti organu zoru za umov patologii. *Naukoviy visnyk Uzhgorodskogo universytetu*. 2013;3:244-248. [in Ukrainian].
4. Modrzejewska A, Wierzbowska J. Thermography in clinical ophthalmic oncology. *Arq Bras Oftalmol*. 2025;88(2):120-127. DOI: [10.5935/0004-2749.20210004](https://doi.org/10.5935/0004-2749.20210004).
5. Kawali A, Khanum A, Mishra SB, Sanjay S, Mahendradas P, Shetty R. Quantitative and comparative analysis of thermography parameters in posterior scleritis, choroiditis, and controls. *Indian J Ophthalmol*. 2024;72(1):55-61. DOI: [10.4103/IJO.IJO_2830_23](https://doi.org/10.4103/IJO.IJO_2830_23).
6. Veysset D, Bouchard A. Interferometric thermometry of ocular tissues for retinal laser therapy. *Biomed Opt Express*. 2022;13(12):4820-4835. DOI: [10.1364/BOE.475705](https://doi.org/10.1364/BOE.475705).
7. Manna P, Karmakar S, Bhardwaj GK, Mondal A. Accommodative spasm and its different treatment approaches: A systematic review. *Eur J Ophthalmol*. *Eur J Ophthalmol*. 2023;33(3):1273-1286. DOI: [10.1177/11206721221136438](https://doi.org/10.1177/11206721221136438).
8. Gullias-Cañizo R, López-López M. Infrared thermography in cataract surgery: postoperative evaluation and complication prevention. *Life*. 2023;13(3):725. DOI: [10.3390/life13030725](https://doi.org/10.3390/life13030725).
9. Council of Europe. European convention for protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Strasbourg: Council of Europe; 1986. 52 p.
10. European Parliament. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the Protection of Animals Used for Scientific Purposes. *Off J Eur Union*. 2010;53(L276):33-79.