



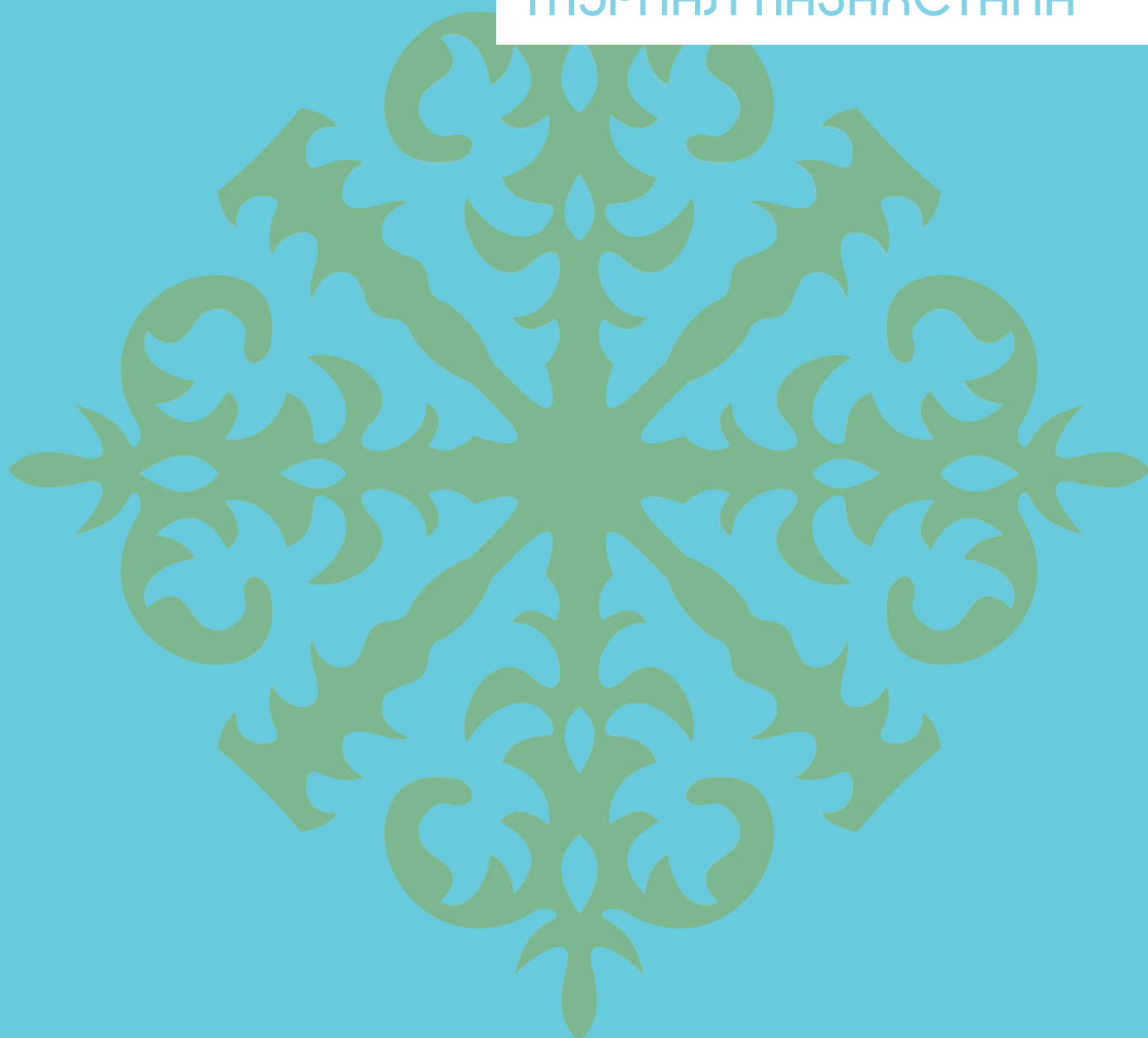
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ДЕНСАУЛЫҚ САҚТАУ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Көз аурулары қазақ ғылыми зерттеу институты
Казахский научно-исследовательский институт глазных болезней

№ 1 (23) 2026

ҚАЗАҚСТАН ОПТАЛЬМОЛОГИЯЛЫҚ ЖУРНАЛЫ

ОПТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА



**Қазақстан Республикасының денсаулық сақтау министрлігі
Министерство здравоохранения Республики Казахстан**

**Қазақстан офтальмологиялық журналы № 1 (23) 2026
Офтальмологический журнал Казахстана № 1 (23) 2026**

Ғылыми-практикалық журнал
Научно-практический журнал
Токсан сайын шығады
с 2002 года

Редакцияның мекен-жайы:
050012, Алматы, қ.,
Төле би көшесі, 95а
тел.: 8 (727) 233-17-86
факс: 8 (727) 233-17-85
e-mail kaznii.gb@mail.ru

Адрес редакции:
050012, г. Алматы,
ул. Төле би, **95а**
тел.: 8 (727) 233-17-86,
факс: 8 (3272) 233-17-85
e-mail kaznii.gb@mail.ru

Журнал Қазақстан
Республикасының мәдениет,
ақпарат және қоғамдық келісім
министрлігінде тіркелген
21.11.2001 ж. Куәлік № 2481-Ж
Жазылу индексі 75930

Журнал зарегистрирован в
Министерстве культуры,
информации и общественного
согласия Республики Казахстан
21.11. 2001 г.
Свидетельство № 2481-Ж
Подписной индекс 75930

Бас редакторы
Главный редактор
Т.К. Ботабекова

Бас редактордын орынбасары
Заместитель главного редактора
Н.А. Алдашева

Жауапты хатшы
Ответственный секретарь
Б.И. Исергепова

Редакция кеңесі
Редакционный совет
С.Э. Аветисов (Москва) - академик РАН,
доктор медицинских наук, профессор
Ш.А. Амансахатов (Ашгабад) - доктор
медицинских наук, профессор
В.В. Бржеский – доктор медицинских наук,
профессор, член Правления Общества
офтальмологов России, заместитель пред-
седателя Санкт - Петербургского научного
медицинского общества офтальмологов, член
международного общества дакриологии и
«Сухого глаза»
Л.И. Балашевич (Санкт-Петербург) -
академик РАН, действительный член
Лазерной академии наук РФ, академик
международной Академии наук по экологии,
безопасности человека и природы, доктор
медицинских наук, профессор
Ф.А. Бахритдинова (Ташкент) -
действительный член Ассоциации
офтальмологов стран СНГ и общества
офтальмологов тюркских народов, Почетный
профессор ФГБНУ "Научно-исследова-
тельский институт глазных болезней", Член-
корреспондент Академии наук Республики
Башкортостан, Заслуженный врач Респу-
блики Башкортостан
М.М. Бикбов (Уфа) – доктор медицинских
наук, профессор, Заслуженный врач
Российской Федерации, Почетный профес-
сор ФГБНУ "Научно-исследовательский
институт глазных болезней»

Е.А. Егоров (Москва) - профессор, президент Российского глаукомного общества, академик РАЕН, РАМТН, РАЭН, член Американской академии офтальмологии, Европейского глаукомного общества, член Американской академии офтальмологии, Европейского глаукомного общества, почетный член Болгарского научного общества офтальмологов

В.П. Еричев (Москва) - д.м.н., профессор, Заслуженный врач РФ, член президиума Российского общества офтальмологов

Н.В. Пасечникова (Одесса) – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент НАМН Украины, член Королевской коллегии офтальмологов Великобритании, Европейского общества специалистов по сетчатке «EURETINA», Американской ассоциации офтальмологов

Х.П. Тахчиди (Москва) – доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, профессор, заслуженный врач РФ, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники

М.М. Шишкин (Москва) – доктор медицинских наук, профессор, действительный член РАЕН, заслуженный врач РФ, член Президиума Правления общества офтальмологов России

Редакция алқасы

Редакционная коллегия

Н.А. Алдашева – д.м.н.

А.Ж. Аубакирова – д.м.н., профессор

А.С. Аубакирова – к.м.н.

Б.С. Бейсенбаева – д.м.н.

А.А. Булгакова – к.м.н.

З.А. Джуматаева - д.м.н.

И.А. Долматова - д.м.н.

М.Б. Имантаева - д.м.н., профессор

Э.Г. Канафьянова - д.м.н.

К.С. Кенжебаева – д.м.н.

О.Р. Ким – к.м.н.

И.С. Степанова - д.м.н.

М.С. Сулейменов - д.м.н.

Т.С. Телеуова - д.м.н., профессор

Ю.А. Шустеров – д.м.н., профессор

СОДЕРЖАНИЕ

1. Carl Erb, Clivia Erb

Importance of the microbiome for primary open-angle glaucoma

2. Т.К. Ботабекова, Н.А. Алдашева, А.Д.Шайкенова

Первый опыт применения микроимпульсной трансклеральной лазерной циклофотокоагуляции в лечении вторичной глаукомы

T.K. Botabekova, N.A. Aldasheva, A.D. Shaykenova

The first experience of using micropulse transscleral laser cyclophotocoagulation in the treatment of secondary glaucoma

3. М.М. Курмангалиева, Н.А. Алдашева

Казахстанская научная школа глаукомы

4. Н.А. Алдашева, А.А. Булгакова, Г.Т. Берікбай, А.И. Сарсенбаев, Жумабекова Д.А.

Первые клинические результаты интраоперационного использования митомицина-С в хирургическом лечении глаукомы

N.A. Aldasheva, A.A. Bulgakova, G.T. Berikbay, A.I. Sarsenbaev, Dzhumabekova D.A.

Initial clinical outcomes of intraoperative mitomycin-C application in the surgical management of glaucoma

5. Г.Б. Тлеубаева, Х.У. Вахапова, Е.Н. Торекбек

Глаукома с низким внутриглазным давлением: клинико-патогенетические особенности и подходы к лечению

G.B. Tleubayeva, K.U. Vakhapova, Y.N. Torebek.

Low-tension glaucoma: clinical and pathogenetic features and treatment approaches

6. Mukazhanova A.S., Omarova K.O., Anuvarova A.R., Tleulesova A.A.

World Glaucoma Week at the Kazakh Research Institute of Eye Diseases (Astana): Screening Results for 2023–2025

7. Otarova Zh.K., Rakhmetov Zh.N., Kazina R.O

Analysis of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation Using the Iridex Cyclo G6 System for Decompensated and Painful Glaucoma: Experience of the Kazakh Research Institute of Eye Diseases, Astana

8. Ж.О. Сангилбаева, Е.К. Гасанов

Клиническая эффективность и переносимость бесконсервантной фиксированной комбинации дорзоламида и тимолола малеата (Косопт БК) в лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой

Zh.O. Sangilbayeva, E.K. Gasanov

Clinical efficiency of the Preservative-Free Fixed Combination of Dorzolamide and Timolol Maleate (Cosopt PF) in the Treatment of Patients with Primary Open-Angle Glaucoma

9. Ж.О. Сангилбаева, Е.К. Гасанов

Смарт-технологии в офтальмологии: современное состояние и перспективы развития

Zh.O. Sangilbayeva, E.K. Gasanov

Smart Technologies in Ophthalmology: Current State and Development Prospects

10. Булгакова А.А., Дошаканова А.Б.

Международная конференция «Glaucoma a Brain R Disease: 2025. An Evidence Based pathway through Physiopathology, Clinical Evidence, Therapeutical Recommendation and Future Perspectives on Neuroprotection», 18-19 сентября 2025 года, Рим.

11. Памяти Мустафиной Ж.Г.

12. Памяти Утельбаева Т.Г.

IMPORTANCE OF THE MICROBIOME FOR PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA

Carl Erb¹, Clivia Erb²

¹Private Institute of Applied Ophthalmology Berlin, Berlin, Germany

²Univerity Heidelberg, Germany

The human enteric microbiome (EMB) refers to the entirety of all microorganisms in the human intestine, especially in the large intestine. There are more than 1,000 different types of bacteria with a total of over 100 trillion bacteria. The tasks of the EMB include the control of digestion, the regulation of the intestinal wall barrier, the inhibition and activation of various metabolic pathways, the stimulation of motility and the absorption of nutrients and energy. The EMB is also immunologically active in that it prevents the penetration of harmful organisms, inhibits the activity and growth of harmful microorganisms, promotes the formation of protective factors in the intestinal mucosa, has an antimicrobial effect itself and limits the formation of inflammatory mediators [18].

Microbiome-gut-brain axis

In recent years, it has been shown that there is a special connection between the EMB and the brain, which is referred to as the microbiome-gut-brain axis [33]. Neurotransmitters - such as gamma-amino-butyric acid, dopamin, noradrenaline and acetylcholine - are produced by the enteric bacteria, as well as 5-hydroxy-tryptophan, which plays a special role in the regulation of

circadian rhythms in the suprachiasmatic nucleus, particularly as a precursor for melatonin.

In addition, so-called short-chain fatty acids are formed by the EMB. These are saturated and unbranched fatty acids of short chain length with 2-6 carbon atoms [42]. They are formed in the intestine from non-digestible carbohydrates (dietary fiber and digestion-resistant starch) by the intestinal flora and are absorbed via the monocarboxylate transport proteins in almost all tissues, including the brain [50]. In the brain, they are involved in the regulation of appetite and energy metabolism [7, 35]. There is also an additional direct connection to the brain through the enteral innervation via the vagus nerve.

Mitochondrial dysfunction and ocular neuroinflammation

The understanding of primary open-angle glaucoma (POAG) has changed considerably in recent years: From an isolated optic neuropathy to a neuroinflammatory disease that has its origin in a primary mitochondriopathy [44]. In one study, genetic mutations in mitochondrial DNA were detected. All patients with POAG had a reduction in mean mitochondrial respiratory activity compared to controls [1].

The resulting mitochondrial dysfunction manifests itself, among other things, in a reduced metabolism of free radicals and is associated with an increase in oxidative stress, reduced ATP production, instability of the cellular plasma membrane with uncontrolled influx of messenger substances and calcium into the cell and the induction of metabolic dysfunctions [17]. This results in an excessive cellular immune response and a inflammatory reaction, which leads to an acceleration of cellular ageing and apoptosis.

These inflammatory processes have been demonstrated for POAG [4], which cause ocular

and cerebral neuroinflammation [48] and later lead to generalized neurodegeneration [9]. Not only the visual tract, but the entire brain is involved [43].

In addition to the detection of primary mitochondrial genetic defects, the extent of damage to the mitochondria is also modified by the interaction of the sum of glaucoma-associated genes (polygenetic risk score), by epigenetic influences and by systemic diseases, such as arterial hypertension, diabetes mellitus and dyslipidemia [3, 32]. These systemic diseases themselves lead to secondary mitochondriopathy and thus exacerbate the primary mitochondriopathy in POAG [16, 38, 47].

Helicobacter pylori infection and glaucoma

In addition, a meta-analysis has shown a statistically confirmed correlation between POAG and infection with the Gram-negative bacterium *Helicobacter pylori* [53]. The lipopolysaccharide [LPS] is a main component of the outer cell wall of Gram-negative bacteria [45]. LPS increases enteric permeability, which activates the immune system: LPS interacts with CD14 and activates the TLR-4 receptor (Toll-like receptor-4). This is followed by a cytoplasmic cascade for the release of NF- κ B ("nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells"), an intranuclear factor that is able to generate the transcription and translation of pro-inflammatory cytokines such as TNF- α , IL-1 and IL-6. This can also trigger autoimmune processes [11].

On the other hand, it has been proven that *Helicobacter pylori* causes atrophic gastritis, which leads to a deficiency of folic acid and vitamin B12. Hyperhomocysteinemia can be triggered via this pathway [25], which in turn is associated with neurodegeneration in general [13, 28] as well as with POAG [26]. In any case, it makes sense to test *Helicobacter pylori* as a possible cause of neuroinflammation in cases of progressive glaucoma in order to initiate targeted therapy.

Microbiome-eye axis

In this sense, the EMB also plays an important role for POAG. This is because any disorder in the EMB leads to impaired formation of neurotransmitters and, via the reduced release of short-chain fatty acids, to a considerable energetic impairment of the central nervous system [CNS]. Analogous to other neurodegenerative diseases, such as Alzheimer's and Parkinson's disease [34, 39], neurodegeneration can be favored by a disturbed balance in the bacterial diversity of the

EMB, which may ultimately also apply to POAG, especially since a microbiome-eye axis has been described [14].

Restoration a healthy enteric microbiome

The systemic diseases that are frequently present in POAG have a negative influence on the endogenous microbiome. For example, there are links to diabetes mellitus [52], arterial hypertension [40] and dyslipidemia [25], so that these diseases should be optimally controlled.

In addition, according to current knowledge, the following dietary strategies can be derived for patients with POAG in order to achieve or maintain a healthy enteral microbiome:

- Sporting activity [24]
- Prefers a Mediterranean diet [37], especially as it can improve mitochondrial dysfunction [41], i.e., a diet based on lots of fruit and vegetables, pulses, whole grain cereals, olive oil, fresh fish, and a small amount of dairy products, wine and meat
- Plenty of fruit and vegetables [30]

According to a "5 meals a day campaign", it is recommended eating 5 portions of vegetables and fruit a day, preferably divided into 3 portions of vegetables (approx. 400 g) and 2 portions of fruit (approx. 250 g) [10]. To ensure that these foods retain as many of their vitamins as possible, it is advisable to choose mainly seasonal and local products with short transportation routes.

■ Regular food intake at fixed times should take the body's circadian rhythm into account. This so-called chrono-nutrition is becoming increasingly important. The body's main timer, the

suprachiasmatic nucleus, part of the hypothalamus, plays an important role in this. In addition, each organ system has its own time clock in the form of CLOCK genes, which work independently [8]. The timing, frequency and regularity of meals have an influence on the enteric microbiome [15, 46].

■ The use of probiotics is also recommended, which are defined as live microorganisms that can have a health benefit for the host by creating a good balance in the enteric microbiome [31]. One example is kefir (sour milk product), a firmly defined composition of certain bacterial strains [5], which has antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial properties [49].

On the other hand, the following influences that have been proven to have a negative influence on the EMB should be avoided:

- Smoking [22, 27]
- Excessive alcohol consumption [20]
- Fast food [12]
- High-fat food [43]
- Increased amount of sugar, as sugar has a negative influence on oral and the enteric microbiome [2, 16].

Medications that can also influence bacterial diversity and the functions of the EMB play a

special role [51]. For example, antibiotics and proton pump inhibitors have an unfavorable effect on the EMB, while metformin or statins have a positive effect on the EMB [51].

Conclusion

According to current understanding, POAG is a neurodegenerative disease with numerous influencing factors playing a pathophysiological role, such as genetic changes, inflammatory processes in old age ("InflammAging"), mitochondrial and immunological dysfunction, vascular endothelial dysfunction, altered ocular biomechanics, individually elevated IOP and increased fluctuations in IOP as well as neuronal dysregulation.

Lowering the IOP should only be seen as a partial strategy, as in a not inconsiderable proportion of patients, simply lowering the IOP cannot effectively prevent glaucoma progression. For example, in the "United Kingdom Glaucoma Treatment Study", the first randomized controlled prospective glaucoma therapy study, 10 glaucoma patients had to be treated in the observed 2-year period in order to protect 1 patient from progression ("number needed to treat" = 10) [19].

This rather sobering result calls for a new perspective on the treatment of POAG. This also includes a look at the enteric microbiome, which is playing an increasingly important role in a large number of internal, neurological and ophthalmological diseases and is also of particular importance for POAG [21, 23].

As many therapeutic approaches can easily be implemented without major effort, the therapeutic focus is on imparting this knowledge to patients. In addition, a personalized nutritional concept should be created with the help of a nutritionist in order to gradually guide the patient towards their goal.

LITERATURE

1. Abu-Amero KK, Morales J, Bosley TM. Mitochondrial abnormalities in patients with primary open-angle glaucoma. *Invest Ophthalmol. Vis Sci.* 2006 Jun; 47(6):2533-41. doi: 10.1167/iops.05-1639.
2. Angarita-Díaz MDP, Fong C, Bedoya-Correa CM, Cabrera-Arango CL. Does high sugar intake really alter the oral microbiota?: A systematic review. *Clin Exp Dent Res.* 2022 Dec;8(6):1376-1390. doi: 10.1002/cre2.640.
3. Basak S., Banerjee A., PATHAK S., Dutta-Roy A. K. Dietary Fats and the Gut Microbiota: Their impacts on lipid-induced metabolic syndrome. *Journal of Functional Foods.* 2022; 91:105026. doi: 10.1016/j.jff.2022.105026.

4. Baudouin C, Kolko M, Melik-Parsadaniantz S, Messmer EM. Inflammation in Glaucoma: From the back to the front of the eye, and beyond. *Prog Retin Eye Res.* 2021 Jul; 83:100916. doi: 10.1016/j.preteyeres.2020.100916.
5. Blasche S, Kim Y, Mars RAT, Machado D, Maansson M, Kafka E, Milanese A, Zeller G, Teusink B, Nielsen J, Benes V, Neves R, Sauer U, Patil KR. Metabolic cooperation and spatiotemporal niche partitioning in a kefir microbial community. *Nat Microbiol.* 2021 Feb;6(2):196-208. doi: 10.1038/s41564-020-00816-5.
6. Burgos-Morón E, Abad-Jiménez Z, Marañón AM, Iannantuoni F, Escribano-López I, López-Domènech S, Salom C, Jover A, Mora V, Roldan I, Solá E, Rocha M, Víctor VM. Relationship Between Oxidative Stress, ER Stress, and Inflammation in Type 2 Diabetes: The Battle Continues. *J Clin Med.* 2019 Sep 4;8(9):1385. doi: 10.3390/jcm8091385.
7. Byrne CS, Chambers ES, Morrison DJ, Frost G. The role of short chain fatty acids in appetite regulation and energy homeostasis. *Int J Obes (Lond).* 2015 Sep;39(9):1331-8. doi: 10.1038/ijo.2015.84.
8. Cedernaes J, Waldeck N, Bass J. Neurogenetic basis for circadian regulation of metabolism by the hypothalamus. *Genes Dev.* 2019 Sep 1;33(17-18):1136-1158. doi: 10.1101/gad.328633.119.
9. Chan JW, Chan NCY, Sadun AA. Glaucoma as Neurodegeneration in the Brain. *Eye Brain.* 2021 Jan 18; 13:21-28. doi: 10.2147/EB.S293765.
10. German Nutrition Society (2023) Vegetables and fruit. Specialist information. www.dge.de/wissenschaft/fachinformationen/bedeutung-von-obst-und-gemuese-in-der-ernaehrung-des-menschen/.
11. Di Pierro F. Gut Microbiota Parameters Potentially Useful in Clinical Perspective. *Microorganisms.* 2021 Nov 22; 9(11):2402. doi: 10.3390/microorganisms9112402.
12. Dong TS, Gupta A. Influence of Early Life, Diet, and the Environment on the Microbiome. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2019 Jan; 17(2):231-242. doi: 10.1016/j.cgh.2018.08.067.
13. Doulberis M, Kotronis G, Gialamprinou D, Polyzos SA, Papaefthymiou A, Katsinelos P, Kountouras J. Alzheimer's disease and gastrointestinal microbiota; impact of *Helicobacter pylori* infection involvement. *Int J Neurosci.* 2021 Mar; 131(3):289-301. doi: 10.1080/00207454.2020.1738432.
14. Floyd JL, Grant MB. The Gut-Eye Axis: Lessons Learned from Murine Models. *Ophthalmol Ther.* 2020 Sep; 9(3):499-513. doi: 10.1007/s40123-020-00278-2.
15. Franzago M, Alessandrelli E, Notarangelo S, Stuppia L, Vitacolonna E. Chrono-Nutrition: Circadian Rhythm and Personalized Nutrition. *Int J Mol Sci.* 2023 Jan 29; 24(3):2571. doi: 10.3390/ijms24032571.
16. Garcia K, Ferreira G, Reis F, Viana S. Impact of Dietary Sugars on Gut Microbiota and Metabolic Health. *Diabetology.* 2022; 3(4):549-560. <https://doi.org/10.3390/diabetology3040042>
17. Geto Z, Molla MD, Challa F, Belay Y, Getahun T. Mitochondrial Dynamic Dysfunction as a Main Triggering Factor for Inflammation Associated Chronic Non-Communicable Diseases. *J Inflamm Res.* 2020; 13:97-107. doi: 10.2147/JIR.S232009.
18. Gilbert JA, Blaser MJ, Caporaso JG, Jansson JK, Lynch SV, Knight R. Current understanding of the human microbiome. *Nat Med.* 2018 Apr 10; 24(4):392-400. doi: 10.1038/nm.4517.
19. Hamedani M, Mehana O, Henein C, Mathew RG. Infographic of the UK Glaucoma Treatment Study (UKGTS). *Eye (Lond).* 2021 Aug; 35(8):2077. doi: 10.1038/s41433-020-01372-2.
20. Hartmann P, Seebauer CT, Schnabl B. Alcoholic liver disease: the gut microbiome and liver cross talk. *Alcohol Clin Exp Res.* 2015 May; 39(5): 763-75. doi: 10.1111/acer.12704.

21. Hernández-Zulueta J, Bolaños-Chang AJ, Santa Cruz-Pavlovich FJ, Valero Rodríguez AD, Lizárraga Madrigal A, Del Rio-Murillo XI, Navarro-Partida J, Gonzalez-De la Rosa A. Microbial Dynamics in Ophthalmic Health: Exploring the Interplay between Human Microbiota and Glaucoma Pathogenesis. *Medicina (Kaunas)*. 2024 Apr 3; 60(4):592. doi: 10.3390/medicina60040592.
22. Hu X, Fan Y, Li H, Zhou R, Zhao X, Sun Y, Zhang S. Impacts of Cigarette Smoking Status on Metabolomic and Gut Microbiota Profile in Male Patients With Coronary Artery Disease: A Multi-Omics Study. *Front Cardiovasc Med*. 2021 Oct 28; 8:766739. doi: 10.3389/fcvm.2021.766739.
23. Huang L, Hong Y, Fu X, Tan H, Chen Y, Wang Y, Chen D. The role of the microbiota in glaucoma. *Mol Aspects Med*. 2023 Dec; 94:101221. doi: 10.1016/j.mam.2023.101221.
24. Hughes RL. A Review of the Role of the Gut Microbiome in Personalized Sports Nutrition. *Front Nutr*. 2020 Jan 10; 6:191. doi: 10.3389/fnut.2019.00191.
25. Jia X, Xu W, Zhang L, Li X, Wang R, Wu S. Impact of Gut Microbiota and Microbiota-Related Metabolites on Hyperlipidemia. *Front Cell Infect Microbiol*. 2021 Aug 19; 11:634780. doi: 10.3389/fcimb.2021.634780.
26. Jünemann A, Rejdak R, Hohberger B. Significance of Homocysteine in Glaucoma. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2018 Feb; 235(2):163-174. German. doi: 10.1055/s-0044-101621.
27. Khan MF, Wang H. Environmental Exposures and Autoimmune Diseases: Contribution of Gut Microbiome. *Front Immunol*. 2020 Jan 10; 10:3094. doi: 10.3389/fimmu.2019.03094.
28. Kountouras J, Boziki M, Polyzos SA, Katsinelos P, Gavalas E, Zeglinas C, Tzivras D, Romiopoulou I, Giorgakis N, Anastasiadou K, Vardaka E, Kountouras C, Kazakos E, Giartza-Taxidou E, Deretzi G, Dardiotis E, Kotronis G, Doulberis M. The Emerging Role of Helicobacter Pylori-Induced Metabolic Gastrointestinal Dysmotility and Neurodegeneration. *Curr Mol Med*. 2017; 17(6):389-404. doi: 10.2174/1566524018666171219094837.
29. Kountouras J, Doulberis M, Papaefthymiou A, Polyzos SA, Zavos C, Kazakos E, Arapoglou S, Kyraïlidi F, Mouratidou MC, Boziki M, Vardaka E. Controlling the Impact of Helicobacter pylori-Related Hyperhomocysteinemia on Neurodegeneration. *Medicina (Kaunas)*. 2023 Mar 4; 59(3):504. doi: 10.3390/medicina59030504.
30. Lakshmanan AP, Mingione A, Pivari F, Dogliotti E, Brasacchio C, Murugesan S, Cusi D, Lazzaroni M, Soldati L, Terranegra A. Modulation of gut microbiota: The effects of a fruits and vegetables supplement. *Front Nutr*. 2022 Sep 23; 9:930883. doi: 10.3389/fnut.2022.930883.
31. Li C, Niu Z, Zou M, Liu S, Wang M, Gu X, Lu H, Tian H, Jha R. Probiotics, prebiotics, and synbiotics regulate the intestinal microbiota differentially and restore the relative abundance of specific gut microorganisms. *J Dairy Sci*. 2020 Jul; 103(7):5816-5829. doi: 10.3168/jds.2019-18003.
32. Lin HC, Chien CW, Hu CC, Ho JD. Comparison of comorbid conditions between open-angle glaucoma patients and a control cohort: a case-control study. *Ophthalmology*. 2010 Nov; 117(11):2088-95. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.03.003.
33. Loh JS, Mak WQ, Tan LKS, Ng CX, Chan HH, Yeow SH, Foo JB, Ong YS, How CW, Khaw KY. Microbiota-gut-brain axis and its therapeutic applications in neurodegenerative diseases. *Signal Transduct Target Ther*. 2024 Feb 16; 9(1):37. doi: 10.1038/s41392-024-01743-1.
34. Luo YX, Yang LL, Yao XQ. Gut microbiota-host lipid crosstalk in Alzheimer's disease: implications for disease progression and therapeutics. *Mol Neurodegener*. 2024 Apr 16; 19(1):35. doi: 10.1186/s13024-024-00720-0.
35. Mansuy-Aubert V, Ravussin Y. Short chain fatty acids: the messengers from

down below. *Front Neurosci.* 2023 Jul 6; 17:1197759. doi: 10.3389/fnins.2023.1197759.

36. Manz KC, Mocek A, Höer A, Simantiri C, Heuck A, Eberhardt A, Mrosowsky T, Zander S, Fritz B, Schuster AK, Erb C. Epidemiology and Treatment of Patients With Primary Open Angle Glaucoma in Germany: A Health Claims Data Analysis. *J Glaucoma.* 2024 Aug 1; 33(8):549-558. doi: 10.1097/IJG.0000000000002420.

37. Merra G, Noce A, Marrone G, Cintoni M, Tarsitano MG, Capacci A, De Lorenzo A. Influence of Mediterranean Diet on Human Gut Microbiota. *Nutrients.* 2020 Dec 22; 13(1):7. doi: 10.3390/nu13010007.

38. Miller YI, Shyy JY. Context-Dependent Role of Oxidized Lipids and Lipoproteins in Inflammation. *Trends Endocrinol Metab.* 2017 Feb; 28(2):143-152. doi: 10.1016/j.tem.2016.11.002.

39. Nie S, Wang J, Deng Y, Ye Z, Ge Y. Inflammatory microbes and genes as potential biomarkers of Parkinson's disease. *NPJ Biofilms Microbiomes.* 2022 Dec 24; 8(1):101. doi: 10.1038/s41522-022-00367-z.

40. O'Donnell JA, Zheng T, Meric G, Marques FZ. The gut microbiome and hypertension. *Nat Rev Nephrol.* 2023 Mar;19(3):153-167. doi: 10.1038/s41581-022-00654-0.

41. Pollicino F, Veronese N, Dominguez LJ, Barbagallo M. Mediterranean diet and mitochondria: New findings. *Exp Gerontol.* 2023 Jun 1; 176:112165. doi: 10.1016/j.exger.2023.112165.

42. Rekha K, Venkidasamy B, Samynathan R, Nagella P, Rebezov M, Khayrullin M, Ponomarev E, Bouyahya A, Sarkar T, Shariati MA, Thiruvengadam M, Simal-Gandara J. Short-chain fatty acid: An updated review on signaling, metabolism, and therapeutic effects. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2024;64(9):2461-2489. doi: 10.1080/10408398.2022.2124231.

43. Sabel BA, Lehnigk L. Is Mental Stress the Primary Cause of Glaucoma? *Klin Monbl Augenheilkd.* 2021 Feb;238(2):132-145. doi: 10.1055/a-1303-8025.

44. Saccà SC, Paluan F, Gandolfi S, Manni G, Cutolo CA, Izzotti A. Common aspects between glaucoma and brain neurodegeneration. *Mutat Res Rev Mutat Res.* 2020 Oct-Dec; 786:108323. doi: 10.1016/j.mrrev.2020.108323.

45. Săsăran MO, Meliț LE, Dobru ED. MicroRNA Modulation of Host Immune Response and Inflammation Triggered by *Helicobacter pylori*. *Int J Mol Sci.* 2021 Jan 30; 22(3):1406. doi: 10.3390/ijms22031406.

46. Sato T, Sassone-Corsi P. Nutrition, metabolism, and epigenetics: pathways of circadian reprogramming. *EMBO Rep.* 2022 May 4;23(5):e52412. doi: 10.15252/embr.202152412.

47. Touyz RM, Rios FJ, Alves-Lopes R, Neves KB, Camargo LL, Montezano AC. Oxidative Stress: A Unifying Paradigm in Hypertension. *Can J Cardiol.* 2020 May; 36(5):659-670. doi: 10.1016/j.cjca.2020.02.081.

48. Vernazza S, Tirendi S, Bassi AM, Traverso CE, Saccà SC. Neuroinflammation in Primary Open-Angle Glaucoma. *J Clin Med.* 2020 Sep 30; 9(10):3172. doi: 10.3390/jcm9103172.

49. Vieira CP, Rosario AILS, Lelis CA, Rekowsky BSS, Carvalho APA, Rosário DKA, Elias TA, Costa MP, Foguel D, Conte-Junior CA. Bioactive Compounds from Kefir and Their Potential Benefits on Health: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Oxid Med Cell Longev.* 2021 Oct 27; 2021:9081738. doi: 10.1155/2021/9081738.

50. Vijay N, Morris ME. Role of monocarboxylate transporters in drug delivery to the brain. *Curr Pharm Des.* 2014; 20(10):1487-98. doi: 10.2174/13816128113199990462.

51. Weersma RK, Zhernakova A, Fu J. Interaction between drugs and the gut microbiome. *Gut.* 2020 Aug; 69(8):1510-1519. doi: 10.1136/gutjnl-2019-320204.

52. Wu J, Yang K, Fan H, Wei M, Xiong Q. Targeting the gut microbiota and its metabolites for type 2 diabetes mellitus. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2023 May 9;

14:1114424. doi: 10.3389/fendo.2023.1114424.

53. Zeng J, Liu H, Liu X, Ding C. The Relationship Between Helicobacter pylori Infection and Open-Angle Glaucoma: A Meta-Analysis. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2015 Aug;56(9):5238-45. doi: 10.1167/iovs.15-17059. Erratum in: Invest Ophthalmol Vis Sci. 2018 Dec 3; 59(15):5823. doi: 10.1167/iovs.15-17059a.

SUMMARY

Importance of the microbiome for primary open-angle glaucoma

Carl Erb¹, Clivia Erb²

¹Private Institute of Applied Ophthalmology Berlin, Berlin, Germany

²University Heidelberg, Germany

Primary open-angle glaucoma (POAG) is currently understood to be a neurodegenerative disease in which numerous influencing factors play a pathophysiological role. Intraocular pressure (IOP) and its lowering should only be seen as one aspect of this, as in a significant proportion of patients the mere lowering of IOP cannot effectively prevent glaucoma progression. This rather sobering balance requires a new perspective on the treatment of POAG. This includes looking at the enteric microbiome, which is playing an increasingly important role in a large number of internal, neurological and ophthalmological diseases and is also of particular significance for POAG. The therapeutic focus is on imparting this knowledge to patients. In addition, a personalized nutritional concept should be created with the help of a nutritionist.

Keywords: glaucoma, mitochondrial dysfunction, neurodegeneration, enteral microbiome, nutritional counseling.

РЕЗЮМЕ

Значение микробиома при первичной открытоугольной глаукоме

Карл Эрб¹, Кливия Эрб²

¹Частный институт прикладной офтальмологии, Берлин, Германия

²Университет г. Гейдельберг, Германия

Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) в настоящее время рассматривается как нейродегенеративное заболевание, в патофизиологии которого участвует множество факторов. Внутриглазное давление (ВГД) и его снижение следует рассматривать лишь как один из аспектов, поскольку у значительной части пациентов простое снижение ВГД не позволяет эффективно предотвратить прогрессирование глаукомы. Такой, скорее, неблагоприятный баланс требует нового взгляда на лечение ПОУГ. В этом контексте особое внимание привлекает кишечный микробиом, который играет всё более значимую роль во множестве внутренних, неврологических и офтальмологических заболеваний и имеет особое значение и для ПОУГ.

Терапевтический акцент заключается в том, чтобы донести эти знания до пациентов. Кроме того, с помощью диетолога должен быть разработан персонализированный нутриционный подход.

Ключевые слова: глаукома, митохондриальная дисфункция, нейродегенерация, кишечный микробиом, нутриционная поддержка.

ТҰЖЫРЫМ

Алғашқы ашық бұрышты глаукомада микробиомның маңызы

Карл Эрб¹, Кливия Эрб²

¹Қолданбалы офтальмологияның Жеке институты, Берлин, Германия

²Гейдельберг университеті, Германия

Алғашқы ашық бұрышты глаукома (ААБГ) қазіргі уақытта көптеген факторлар патофизиологиялық рөл атқаратын нейродегенеративті ауру ретінде қарастырылады. Көз ішілік қысым (КІҚ) мен оны төмендету тек бір ғана аспект ретінде қарастырылуы тиіс, өйткені науқастардың едәуір бөлігінде тек КІҚ-ты төмендету глаукоманың үдеуін тиімді түрде болдырмайды. Мұндай қолайсыз тепе-теңдік ААБГ емдеуге жаңа көзқарасты қажет етеді. Осы тұрғыда ішек микробиомы ерекше назар аудартады, ол көптеген ішкі, неврологиялық және офтальмологиялық ауруларда маңызды рөл атқарып қана қоймай, ААБГ үшін де ерекше мәнге ие. Терапиялық басымдық осы білімді науқастарға жеткізуге бағытталған. Сонымен қатар, диетологтың көмегімен жеке тамақтану тұжырымдамасы жасалуы тиіс.

Кілт сөздер: глаукома, митохондриальдық дисфункция, нейродегенерация, ішек микробиомы, нутрициялық кеңес беру.

УДК: 617.7-007.681-089.87

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОИМПУЛЬСНОЙ ТРАНСКЛЕРАЛЬНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ЦИКЛОФОТОКОАГУЛЯЦИИ В ЛЕЧЕНИИ ВТОРИЧНОЙ ГЛАУКОМЫ

Т.К. Ботабекова^{1,2}, Н.А. Алдашева¹, А.Д.Шайкенова^{1,2}

“Kazakh Order of the Badge of Honor Research Institute of Eye Diseases,”
Казахстан, Алматы

²НУО «Казахстанско-Российский медицинский университет»,
Казахстан, Алматы

Введение

Вторичная глаукома представляет собой гетерогенную группу оптиконеуропатий, возникающих вследствие других заболеваний и повреждений глаз, и характеризуется стойким повышением внутриглазного давления (ВГД), приводящим к прогрессирующей и быстрой утрате зрительных функций. Вторичная неоваскулярная глаукома (НВГ) характеризуется пролиферацией новых сосудов в радужке и углу передней камеры, что приводит к блокаде

структур угла передней камеры и стойкому повышению ВГД. [1, 2, 18] Силикониндуцированная глаукома возникает после витрэктомии с введением силиконового масла и после его удаления из витреальной полости, эта форма глаукомы связана с эмульсией силикона, его механическим воздействием, воспалительными реакциями и дис-

функцией трабекулярной сети. [3-5] Часто такие глаза уже имеют структурные изменения, а фильтрационная хирургия может быть осложнена остатками силиконового масла, что усложняет достижение стабильного снижения давления [6, 7].

Согласно действующим клиническим рекомендациям вторичные глаукомы нередко сопровождаются выраженной резистентностью к медикаментозной терапии и требуют своевременного применения альтернативных методов снижения ВГД. К лазерным методам лечения вторичной глаукомы относятся лазерная трабекулопластика, гониопластика, иридотомия, циклофотокоагуляция и микроимпульсная трансклеральная лазерная циклофотокоагуляция [18].

Научные работы, выполненные под руководством и при участии Умбетияра А.Б. и Курмангалиевой М.С., демонстрируют высокую эффективность лазерных гипотензивных технологий, в особенности - селективной лазерной трабекулопластики при лечении открытоугольных форм глаукомы. Однако клинические данные, касающиеся применения данных методов при вторичной глаукоме различной этиологии, ограничены [17, 19, 20].

В исследовании Leszczyński R., 2004, при циклофотокоагуляции у пациентов с вторичной глаукомой было показано снижение ВГД, в среднем, с ~46 мм рт.ст. до ~18 мм рт.ст. за 12 месяцев, однако в группе с неоваскуляризацией наблюдались серьезные осложнения [21]. В последние годы микроимпульсная транс-

склеральная лазерная циклофотокоагуляция (мЦФК) стала привлекать внимание как менее деструктивная альтернатива классической циклофотокоагуляции. В отличие от традиционной непрерывной формы (ЦФК) микроимпульсный режим подаёт лазерную энергию сериями коротких "включений" («on») с периодами "отдыха" («off»), что позволяет снизить тепловое повреждение окружающих структур и уменьшить риск осложнений, таких как гипотония, фтизис, воспаление или потеря зрения [8-10].

De Crom R. M. P. C., 2024 г., в лечении пациентов с ПОУГ и вторичной глаукомой, Zemba M. 2022 г., в лечении пациентов с вторичной неоваскулярной глаукомой показали эффективность и относительную безопасность мЦФК [2, 22]. Так, в проспективном когортном исследовании с наблюдением до 4 лет авторы обнаружили стабильное снижение ВГД - примерно на 31–32 % по отношению к исходным значениям и снижение необходимости в системных гипотензивных препаратах [8]. Tekeli O. в ретроспективном исследовании, включающем 96 пациентов с терминальной и рефрактерной глаукомой (в том числе вторичной), доказали, что гипотензивный эффект сохранялся через 12 месяцев и составил около 64,7 % в группе вторичной глаукомы, хотя частота реопераций в этой группе оказалась выше, чем у пациентов с первичной глаукомой [11].

В недавно опубликованном исследовании Szilagyi Z., 2025, посвящённом лечению вторичной силикониндуцированной глаукоме, 11 глаз были пролечены мЦФК и наблюдались минимум 24 месяца. Успех (определяемый как снижение ВГД $\geq 20\%$, в диапазоне 10–20 мм рт. ст., без повторной процедуры) был достигнут в 72 % случаев; при этом число антиглаукомных препаратов не изменилось, а острота зрения (BCVA) оставалась стабильной [10]. В проспективном исследовании Zbiba W., 2022, из 33 глаз с неконтролируемой силикониндуцированной глаукомой, получивших микроимпульсную трансклеральную лазерную циклофотокоагуляцию, среднее ВГД снизилось с ~37,94 мм рт. ст. до ~19–20 мм рт. ст. в течение года, что соответствует снижению на 45 % [12.] Серьёзных осложнений (таких как фтизис, длительное воспаление) не наблюдалось [10, 12].

В исследовании Ширяевой и соавторов показано, что применение мЦФК перед имплантацией клапана Ахмеда у пациентов с рефрактерной НВГ приводит к быстрому снижению ВГД уже в первые дни (с ~27,5 до ~23,6 мм рт. ст. в первый день, до средних ~20,3 мм рт. ст. - к третьему дню), а в долгосрочном периоде (18 месяцев после операции) пациенты имели сопоставимое с контрольной группой давление, но при этом могли обходиться меньшим количеством гипотензивных препаратов (в среднем 1 вместо 2) [1]. Серьёзных осложнений и потери зрительных функций не наблюдалось [1].

Безопасность мЦФК подтверждается систематическими обзорами. В исследовании Johansyah S.A.P., 2024, было показано, что частота серьёзных осложнений значительно ниже у микроимпульсной лазерной циклофотокоагуляции по сравнению с непрерывно-волновой (CW) циклофотокоагуляцией, тогда как эффективность в снижении ВГД остаётся сопоставимой [9].

Однако, остается вопрос относительно механизма гипотензивного действия при вторичных формах глаукомы. Возможно, помимо прямого влияния на эпителий цилиарного тела, снижения продукции внутриглазной жидкости и усиления увеосклерального оттока играют роль модуляция воспаления, восстановление тканевой архитектоники или влияние на перераспределение оттока [13-16].

Еще одной нерешенной задачей являются параметры лечения (экспозиция, мощность, паузы, общее время воздействия), так как нет единых стандартизированных параметров для различных типов вторичной глаукомы. Многие клинические отчёты используют разные протоколы, что затрудняет сравнение между исследованиями и формулировку универсальных рекомендаций.

Таким образом, микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция представляет собой перспективный, менее деструктивный и относительно безопасный лазерный метод для лечения устойчивых форм глаукомы, в том числе вторичных, таких как неоваскулярная и силикониндуцированная глаукома. Тем не менее её оптимальное применение, выбор параметров и место алгоритмов требуют дальнейших исследований.

Цель работы - оценить эффективность

мЦФК в лечении вторичной глаукомы.

Материал и методы

В исследование включены 11 пациентов (11 глаз) с вторичной глаукомой. У 6 пациентов имела место силикониндуцированная глаукома, развившаяся после субтотальной витрэктомии с тампонадой витреальной полости силиконом, проведенной по поводу тракционно-перфоративной отслойки сетчатки на фоне миопии. У 5 пациентов (5 глаз) выявлена неоваскулярная глаукома, развившаяся на фоне посттромботической ретинопатии у 4 пациентов (4 глаза) и пролиферативной стадии диабетической ретинопатии - у 1 пациента (1 глаз). Ранее 1-му пациенту с силикониндуцированной глаукомой была проведена гипотензивная операция с имплантацией дренажа, 1 пациенту с НВГ - трабекулэктомия. Учитывая отсутствие эффекта от гипотензивных операций, пациенты были направлены на мЦФК.

Пациентам было проведено офтальмологическое обследование, включающее визометрию, тонометрию с использованием Corvis ST, биомикроскопию переднего отрезка, офтальмоскопию, гониоскопию.

Микроимпульсная транссклеральная лазерная циклофотокоагуляция проводилась по методике, предложенной Aquino et al., 2015, с использованием аппарата Quantel Medical Vitrae 810 в нашей модификации [23]. В послеоперационном периоде всем пациентам назначались местные стероидные препараты на 2 недели с последующим переходом на нестероидные противовоспалительные средства

при отсутствии воспалительных процессов в передней камере. Контроль ВГД осуществлялся на 1, 3, 7, 14 сутки, через 1, 2, 3 месяца.

Для оценки динамики внутриглазного давления ис-

пользовали парный t-тест для зависимых выборок. ВГД до вмешательства сравнивали с показателями на 1, 3, 7, 14 сутки, через 1, 2, 3 месяца. Положительный гипотензивный эффект считался при снижении ВГД более 20% после проведения мЦФК.

Результаты

Срок наблюдения составил 6 месяцев.



Рисунок 1. Показатели ВГД у пациентов с силикоиндуцированной глаукомой

Как следует из представленных на рисунке 1 данных, отмечается значительный гипотензивный эффект: снижение уровня ВГД в 2,4 раза по сравнению с исходными данными в сроки до 6 месяцев с 42,17 мм рт.ст. до 17,38 мм рт.ст. Для пациентов с вторичной силикоиндуцированной глау-

комой был проведен парный t-тест для оценки динамики ВГД после мЦФК. Среднее исходное ВГД составило 42,93 мм рт. ст. Через 1 месяц наблюдалось снижение до 24,4 мм рт. ст. (59,24%) ($t = 5,4$, $p = 0,003$), через 3 месяца - до 19,68 мм рт. ст. (54,16%) ($t = 4,50$, $p = 0,006$), через 6 месяцев - до 17,38 мм рт. ст. (59,52%) ($t = 4,21$, $p = 0,008$). Таким образом, гипотензивный эффект мЦФК является статистически достоверным на всех этапах наблюдения.



Рисунок 2. Динамика ВГД у пациентов с неоваскулярной глаукомой

Пациенты с неоваскулярной глаукомой демонстрировали умеренное снижение ВГД после мЦФК: через 1 месяц – с 31,80 до 25,96 мм рт. ст. ($t = 3,3$, $p = 0,03$), через 3 месяца – до 24,80 мм рт. ст. ($t = 2,01$, $p = 0,11$). Однако к 6 месяцам наблюдалось повышение ВГД до 27,8 мм рт. ст., и различие с исходным уровнем стало статистически недостоверным ($t = 0,78$, $p = 0,48$), что свидетельствует о снижении гипотензивного эффекта мЦФК в этой группе.

При детальном анализе эффективности мЦФК при вторичной глаукоме на 1 сутки после операции у 6 пациентов из 11 (6 глаз) наблюдалось снижение ВГД, в среднем, на 16,58 мм рт.ст. (49%), у 3 пациентов ВГД снизилось менее 20%, у 1 пациента ВГД не изменилось и у одного пациента наблюдался подъем ВГД на 21 мм рт.ст. с последующим снижением до исходного на 3-й день и незначительным снижением (менее 20%) в последующие периоды наблюдения. На 3 сутки у 7 пациентов снижение ВГД, в среднем, составило 18,17 мм рт.ст. (49,1%), при этом у 3 пациентов ВГД снизилось менее 20% (аналогичные первому дню), у 1 пациента наблюдалось повышение ВГД на 7 мм рт.ст., с последующим снижением ВГД более 20% в последующие периоды наблюдения. На 7 день у 9 пациентов снижение ВГД составило 18,25 мм рт.ст. (47,19%), при этом у 2 пациентов ВГД снизилось менее чем на 20%. На 14 день у 8 пациентов из 11 снижение ВГД было, в среднем, на 18,51 мм рт.ст. (45,99%), при этом у 3 пациентов гипотензивный эффект был, но не превышал 20%. Через 1 месяц после операции у 8 пациентов сохранялся гипотензивный эффект, но, в среднем, ВГД было снижено на 15,85 мм рт.ст. (39,38%) по сравнению со средним ВГД у этих пациентов до мЦФК, у 2 пациентов гипотензивный эффект не превышал 20%, у одного пациента ВГД вернулось к первоначальным значениям с последующим снижением ВГД более чем на 20% ко 2-му и 3-му месяцам наблюдения и подъему на 5 мм рт.ст. (на 20% от исходного) к 6-му месяцу наблюдения. Через 3 месяца после мЦФК гипотензивный эффект был у 8 пациентов из 11, и снижение ВГД составило 21,68 мм рт.ст. (53,69%), у 3 пациентов ВГД снизилось менее чем на 20% от исходного, гипотензивный эффект был положительный у 5 из 6 пациентов в группе вторичной силикониндуцированной

глаукомы, и у 3 из 5 пациентов - в группе НВГ. Через 3 месяца гипотензивный эффект у пациентов сохранялся и составил у 8 пациентов 20,62 мм рт.ст. (51,06%), у 2 пациентов ВГД снизилось менее чем на 20%, у одного пациента с НВГ, посттромботической ретинопатией, ВГД повысилось на 2 мм рт.ст. (6,25%) от исходного, а к 6-му месяцу - на 10 мм рт.ст. (31,25%) от исходного. К 6-му месяцу наблюдения у 8 из 11 пациентов наблюдался гипотензивный эффект, снижение ВГД, в среднем, составило 22,84 мм рт.ст. (56,75%), у 1 пациента из группы силикониндуцированной глаукомы не наблюдалось статистически значимого снижения ВГД, у 2 пациентов из группы неоваскулярной глаукомы (1 - посттромботической ретинопатией, 1 - диабетической ретинопатией) к 6-му месяцу наблюдалось повышение ВГД.

Побочные эффекты наблюдались в 45,45% случаев (5 глаз). Наиболее часто встречалось умеренное воспаление - в 27,27% случаев (3 глаза), мидриаз - у 36,36% пациентов (4 глаза), гифема - 18,18% (2 глаза). Значительных и длительно сохраняющихся осложнений не наблюдалось, что подтверждает безопасность метода.

Заключение

Таким образом, полученные предварительные данные свидетельствуют об эффективности мЦФК в лечении вторичной глаукомы, через 6 месяцев у пациентов наблюдалось снижение ВГД, в среднем, с 37,45 мм рт.ст. до 22,11 мм рт.ст., гипотензивный эффект, в среднем, составил 40,96%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ширяев И. В., Сосновский С. В., Правосудова М. М., Панова И. Е. Микроимпульсная циклофотокоагуляция в комбинированном лечении неоваскулярной глаукомы / И. В. Ширяев, С. В. Сосновский, М. М. Правосудова, И. Е. Панова. – Офтальмохирургия. - 2023. - № 4.
2. Zemba M., Dumitrescu O.-M., Vaida F., Dimirache E.-A., Pistolea I., Stamate A.C., Burcea M., Branisteanu D.C., Balta F., Barac I.R. Micropulse vs. continuous wave transscleral cyclophotocoagulation in neovascular glaucoma // *Exp Ther Med.* - 2022. - Vol. 23, No. 4. - P. 278. - DOI: 10.3892/etm.2022.11207.
3. Ge L., Su N., Fan W., Yuan S. Risk factors and management of intraocular pressure elevation after vitrectomy combined with silicone oil tamponade // *Int J Gen Med.* - 2024. - Vol. 17. - P. 447–456. - DOI: 10.2147/IJGM.S446617.
4. Sahoo N.K., Balijepalli P., Singh S.R., Jhingan M., Senthil S., Chhablani J. Retina and glaucoma: surgical complications // *Int J Retina Vitreous.* - 2018. - Vol. 4. - P. 29. - DOI: 10.1186/s40942-018-0135-x.
5. Сидорова А.В., Старостина А.В., Норман К.С., Султанова Д.М., Дибирова С.М., Макарова И.А. Этиопатогенез и существующие методы лечения вторичной «силиконовой» глаукомы // Офтальмохирургия. - 2022. - № 4.
6. Cornacel C., Dumitrescu O.-M., Zaharia A.C., Pirvulescu R.A., Munteanu M., Tataru C.P., Istrate S. Surgical treatment in silicone oil-associated glaucoma // *Diagnostics.* - 2022. - Vol. 12, No. 4. - P. 1005. - DOI: 10.3390/diagnostics12041005.
7. Kornmann H.L., Gedde S.J. Glaucoma management after vitreoretinal surgeries // *Curr Opin Ophthalmol.* - 2016. - Vol. 27, No. 2. - P. 125-131. - DOI: 10.1097/ICU.0000000000000238.
8. de Vries V.A., Pals J., Poelman H.J., Rostamzad P., Wolfs R.C.W., Ramdas W.D. Efficacy and safety of micropulse transscleral cyclophotocoagulation // *J Clin Med.* - 2022. - Vol. 11, No. 12. - P. 3447. - DOI: 10.3390/jcm11123447.
9. Johansyah C.A.P., Bambang L. A systematic review of cyclophotocoagulation techniques: continuous wave versus micropulse for glaucoma treatment // *Beyoglu Eye J.* - 2024. - Vol. 9, No. 1. - P. 1-7. - DOI: 10.14744/bej.2024.47123.
10. Szilagyi Z., Kranitz K., Nagy Z.Z., Recsan Z. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation results in secondary glaucoma // *Life.* - 2023. - Vol. 13, No. 5. - P. 1149. - DOI: 10.3390/life13051149.
11. Tekeli O., Köse H.C. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in primary open-angle glaucoma, pseudoexfoliation glaucoma, and secondary glaucoma // *Eur J Ophthalmol.* - 2021. - Vol. 31, No. 3. - P. 1113-1121. - DOI: 10.1177/1120672120914231.
12. Zbiba W., Sayadi S., Kharrat M., Daoued M. Efficacy and Safety of Micropulse Transscleral Laser Therapy in Silicone Oil-induced Glaucoma // *Journal of Glaucoma.* 2022. Vol. 31, № 8. P. 689-693. DOI: 10.1097/IJG.0000000000002051.
13. Kaba Q., Somani S., Tam E., Yuen D. The Effectiveness and Safety of Micropulse Cyclophotocoagulation in the Treatment of Ocular Hypertension and Glaucoma // *Ophthalmology Glaucoma.* 2020. Vol. 3, № 2. P. 109-118. DOI: 10.1016/j.ogla.2020.02.005. PMID: 32672613.
14. Sanchez F.G., Grippo T.M. Micropulse Transscleral CPC: An Evidence Review. Exploring the Ideal Laser Energy Parameters and Potential Dose-Dependent Effect // *Glaucoma Today.* 2019.
15. Youssef G.H.A., Sharawy A.I., Saeed A.M., Elsayed M.A., Abdel Latif A.A.M. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation as a treatment modality for glaucoma patients // *Journal of the Egyptian Ophthalmological Society.* 2022. Vol. 115, № 3. P. 123-129. DOI: 10.4103/ejos.ejos-37-22.

16. Kimura A., Nakashima K.-I., Inoue T. Correlation between intraocular pressure reduction and anterior chamber aqueous flare after micropulse transscleral cyclophotocoagulation // BMC Ophthalmology. 2021. Vol. 21. Article 266. DOI: 10.1186/s12886-021-02012-3.

17. Курмангалиева, М.М., Умбетиар А.Б. Эффективность селективной лазерной трабекулопластики у больных открытоугольной глаукомой. Федоровские чтения - 2011. Раздел XII. Глаукома. - Казахский научно-исследовательский институт глазных болезней. - OAI-PMH ID: oai:eyepress.ru:article9107.

18. Глаукомы вторичные у взрослых: клинические рекомендации РФ 2024 / Республиканский центр развития здравоохранения. - 2024. - Электрон. дан.

19. Курмангалиева, М. М. Клинико-экспериментальное обоснование оптимизации системы хирургического лечения больных глаукомой: автореферат дисс. ... докт. мед. наук: 14.00.27; 14.00.08 - Алматы, 2006. - 34 с.

20. Курмангалиева М. М., Умбетиар А. Б. Сравнительный анализ гипотензивной эффективности селективной лазерной трабекулопластики // Казахстанский офтальмологический журнал. - 2023. - Т. 17, № 3. - С. 45-52. - URL: https://eyeinst.kz/upload/files/81188_623177_11.pdf

21. Leszczyński R., Gierek-Lapińska A., Formińska-Kapuścik M. Transscleral cyclophotocoagulation in the treatment of secondary glaucoma // Medical Science Monitor. 2004. - Vol. 10, № 9. - P. CR542-CR548. - Epub 20.08.2004. - PMID: 15328489.

22. de Crom R. M. P. C., Kujovic-Aleksov S., Webers C. A. B., Berendschot T. T. J. M Beckers H. J. M. «Long-Term Treatment Outcomes of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation in Primary and Secondary Glaucoma: A 5-Year Analysis» // *Ophthalmology and Therapy*. - 2024. - Vol. 14, pp. 323-335. - DOI: 10.1007/s40123-024-01080-0.

Aquino M. C. D., Barton K., Tan A. M. W., Sng C., Li X., Loon S. C., Chew P. T. *Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study* // Clinical & Experimental Ophthalmology. - 2015. - Т. 43, № 1. - С. 40-46. - DOI: 10.1111/ceo.12360.

РЕЗЮМЕ

Первый опыт применения микроимпульсной трансклеральной лазерной циклопластики в лечении вторичной глаукомы Т.К. Ботабекова^{1,2}, Н.А. Алдашева¹, А.Д. Шайкенова^{1,2}

¹ТОО «Казахский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт глазных болезней», Казахстан, Алматы

²НУО «Казахстанско-Российский медицинский университет», Казахстан, Алматы
Представлены предварительные данные о применении микроимпульсной трансклеральной лазерной циклопластики (мТЛЦ) у 11 пациентов (11 глаз), из которых 6 с силикоиндуцированной глаукомой и 5 с неоваскулярной глаукомой, (4 с посттромботической ретинопатией, 1 с пролиферативной диабетической ретинопатией). Возраст пациентов составлял от 24 до 76 лет. Длительность глаукомы от 6 месяцев до 19 лет. Предшествующие операции были в 90,9% случаев, в том числе ФЭК+ИОЛ (9), трабекулоэктомия (1), имплантацию дренажных устройств (1) и витреоретинальные операции с применением силикона и имплантации искусственного хрусталика (6 глаз). Срок наблюдения составил 6 месяцев. Гипотензивный эффект после проведения мТЛЦ наблюдался у 81,82% пациентов через 1 месяц и у 54,55% через 6 месяцев. мТЛЦ

является эффективным методом снижения внутриглазного давления, подходящим для пациентов с различными формами глаукомы и возможностью повторного применения.

Ключевые слова: глаукома, внутриглазное давление, лазерное лечение, микроимпульсная трансклеральная лазерная циклопластика, мТЛЦ, антиглаукомная терапия.

ТҰЖЫРЫМ

Екіншілік глаукоманы емдеуде микропульсті трансклералды лазерлік циклопластиканы қолданудың алғашқы тәжірибесі

Т.К. Ботабекова^{1,2}, Н.А. Алдашева¹, А.Д.Шайкенова^{1,2}

1 «Қазақ көз аурулары ғылыми-зерттеу институты» ЖШС («Құрмет белгісі» ордені), Қазақстан, Алматы

2 «Қазақстан-Ресей медициналық университеті» КЕАҚ, Қазақстан, Алматы

11 пациентке (11 көз) микроимпульстік трансклералдық лазерлік циклопластиканы (мТЛЦ) қолдану бойынша алдын ала деректер ұсынылды. Олардың ішінде 6-ы — силикон-индуцирленген глаукома, 5-еуі — неоваскулярлық глаукома (4 — посттромботикалық ретинопатия, 1 — пролиферативті диабеттік ретинопатия). Пациенттердің жасы 24-тен 76 жасқа дейін болды. Глаукоманың ұзақтығы 6 айдан 19 жылға дейін өзгерді. Бұрынғы операциялар 90,9% жағдайда орын алған, глаукома бойынша 2 пациентке операция жасалған, ал көзге жасалған операциялардың орташа саны 1,8 болды. Бұрынғы хирургиялық араласулар тарихы ФЭК+ИОЛ (9), трабекулэктомия (1), дренаж құрылғыларын имплантациялау (1) және силикон қолданумен витреоретиналдық операциялар мен жасанды линзаны имплантациялау (6 көз) сияқты араласуларды қамтыды. Бақылау мерзімі 6 айды құрады. мТЛЦ жүргізілгеннен кейінгі гипотензивтік әсер 1 айда науқастардың 81,82%-ында, ал 6 айда 54,55%-ында байқалды. мТЛЦ — әртүрлі глаукома түрлері бар пациенттер үшін тиімді, қайталап қолдануға мүмкіндік беретін, көз ішілік қысымды төмендетудің нәтижелі әдісі.

Түйін сөздер: глаукома, көзішілік қысым, лазерлік емдеу, микропульсті трансклеральды лазерлік циклопластика, мТЛЦ, глаукомаға қарсы терапия.

SUMMARY

The first experience of using micropulse transscleral laser cyclophotocoagulation in the treatment of secondary glaucoma

T.K. Botabekova^{1,2}, N.A. Aldasheva¹, A.D. Shaikenova^{1,2}

¹ LLP “Kazakh Order of the Badge of Honor Research Institute of Eye Diseases,”
Almaty, Kazakhstan

² NJSC “Kazakh-Russian Medical University,” Almaty, Kazakhstan

Preliminary data are presented on the use of micropulse transscleral laser cycloplasty (mTSLC) in 11 patients (11 eyes), including 6 with silicone-induced glaucoma and 5 with neovascular glaucoma (4 with post-thrombotic retinopathy and 1 with proliferative diabetic retinopathy). The patients' ages ranged from 24 to 76 years. The duration of glaucoma varied from 6 months to 19 years. Previous surgeries had been performed in 90.9% of cases; glaucoma-related procedures were noted in 2 patients, with an average of 1.8 surgeries per eye. The history of prior surgical interventions included

phacoemulsification with IOL implantation (9), trabeculectomy (1), implantation of drainage devices (1), and vitreoretinal surgeries with silicone oil and artificial lens implantation (6 eyes).

The follow-up period was 6 months. A hypotensive effect after mTSLC was observed in 81.82% of patients at 1 month and in 54.55% at 6 months.

mTSLC is an effective method for reducing intraocular pressure, suitable for patients with various forms of glaucoma and allowing for repeat treatments.

Keywords: glaucoma, intraocular pressure, laser treatment, micropulse transscleral laser cycloplasty, MP-TSCPC, antiglaucoma therapy.

THE FIRST EXPERIENCE OF USING MICROPULSE TRANSSCLERAL LASER CYCLOPHOTOCOAGULATION IN THE TREATMENT OF SECONDARY GLAUCOMA

T.K. Botabekova^{1,2}, N.A. Aldasheva¹, A.D. Shaikenova^{1,2}

¹ LLP "Kazakh Order of the Badge of Honor Research Institute of Eye Diseases,"
Almaty, Kazakhstan

² NJSC "Kazakh-Russian Medical University,"
Almaty, Kazakhstan

INTRODUCTION

Secondary glaucoma represents a heterogeneous group of optic neuropathies that develop as a result of other ocular diseases or injuries and is characterized by persistent elevation of intraocular pressure (IOP), leading to progressive and rapid loss of visual function. Secondary neovascular glaucoma (NVG) is characterized by the proliferation of new vessels in the iris and anterior chamber angle, which leads to blockage of angle structures and persistent IOP elevation. [1, 2, 18] Silicone oil-induced glaucoma arises after vitrectomy with silicone oil injection and following its removal from the vitreous cavity. This form of glaucoma is associated with silicone emulsification, mechanical effects, inflammatory reactions, and dysfunction of the trabecular meshwork. [3–5] These eyes often already have structural changes, and filtration surgery may be complicated by residual silicone oil, making stable IOP reduction more challenging. [6, 7].

According to current clinical guidelines, secondary glaucomas are often associated with pronounced resistance to medical therapy and require timely implementation of alternative IOP-

lowering methods. Laser treatment options for secondary glaucoma include laser trabeculoplasty, goniotomy, iridotomy, cyclophotocoagulation, and micropulse transscleral cyclophotocoagulation (MP-CPC) [18].

Studies conducted under the guidance and participation of Umbetiyar A.B. and Kurmangalieva M.S. demonstrate high efficacy of laser hypotensive technologies, particularly selective laser trabeculoplasty, in the treatment of open-angle glaucoma. However, clinical data on the use of these methods in secondary glaucoma of various etiologies are limited [17, 19, 20].

In the study by Leszczyński R., 2004, cyclophotocoagulation in patients with secondary glaucoma showed a reduction in IOP from approximately 46 mmHg to 18 mmHg over 12 months,

although patients with neovascularization experienced severe complications. [21] In recent years, micropulse transscleral cyclophotocoagulation has attracted attention as a less destructive alternative to conventional cyclophotocoagulation. Unlike the traditional continuous-wave (CW) form, the micropulse mode delivers laser energy in a series of short “on” pulses with “off” periods, reducing thermal damage to surrounding structures and lowering the risk of complications such as hypotony, phthisis, inflammation, or vision loss [8-10].

De Crom R.M.P.C., 2024, in the treatment of patients with primary open-angle and secondary glaucoma, and Zemba M., 2022, in the treatment of patients with secondary neovascular glaucoma, demonstrated the efficacy and relative safety of MP-CPC. [2, 22] In a prospective cohort study with follow-up up to 4 years, the authors observed a stable IOP reduction of approximately 31–32% from baseline and a decreased need for systemic hypotensive medications. [8] Tekeli O., in a retrospective study including 96 patients with terminal and refractory glaucoma (including secondary), showed that the hypotensive effect persisted at 12 months and reached about 64.7% in the secondary glaucoma group, although the reoperation rate was higher than in primary glaucoma patients [11].

In a recently published study by Szilagyi Z., 2025, 11 eyes with secondary silicone oil-induced glaucoma were treated with MP-CPC and followed for a minimum of 24 months. Success (defined as $\geq 20\%$ IOP reduction, within 10–20 mmHg, without repeat

procedures) was achieved in 72% of cases; the number of anti-glaucoma medications did not change, and best-corrected visual acuity (BCVA) remained stable. [10] In a prospective study by Zbiba W., 2022, of 33 eyes with uncontrolled silicone oil-induced glaucoma treated with MP-CPC, mean IOP decreased from ~ 37.94 mmHg to ~ 19 – 20 mmHg over 12 months, corresponding to a 45% reduction [10, 12]. No serious complications, such as phthisis or prolonged inflammation, were observed.

In the study by Shiryayeva et al., MP-CPC before Ahmed valve implantation in patients with refractory NVG led to a rapid IOP reduction within the first days (from ~ 27.5 mmHg to ~ 23.6 mmHg on day 1, and to ~ 20.3 mmHg by day 3), and at 18 months postoperatively, patients maintained comparable IOP to the control group while using fewer hypotensive medications (on average 1 instead of 2). [1] No serious complications or loss of visual function were reported [1].

The safety of MP-TSCPC is supported by systematic reviews. In the study by Johansyah C.A.P., 2024, the frequency of serious complications was significantly lower with micropulse cyclophotocoagulation compared to continuous-wave (CW) cyclophotocoagulation, while IOP-lowering efficacy remained comparable [9].

However, the mechanism of the hypotensive effect in secondary glaucoma remains unclear. In addition to direct effects on the ciliary epithelium, reduction of aqueous humor production, and enhancement of uveoscleral outflow, modulation of inflammation, restoration of tissue architecture, and redistribution of outflow may also play a role [13-16].

Another unresolved issue concerns treatment parameters (exposure, power, pulse duration, total treatment time), as there are no standardized protocols for different types of secondary glaucoma. Many clinical reports use varying protocols, complicating comparisons between studies and the development of universal recommendations.

Thus, micropulse transscleral cyclophotocoagulation represents a promising, less destructive, and relatively safe laser method for treating refractory forms of glaucoma, including secondary forms such as neovascular and silicone oil-induced glaucoma. Nevertheless, its optimal application, parameter selection, and place in treatment algorithms require further investigation.

The aim of our study is to evaluate the efficacy of MP-CPC in the treatment of secondary glaucoma.

Material and Methods

The study included 11 patients (11 eyes) with secondary glaucoma. Six patients had silicone oil-induced glaucoma, which developed after subtotal vitrectomy with vitreous cavity tamponade using silicone, performed for tractional-perforative retinal detachment in the context of myopia. Five patients (5 eyes) had neovascular glaucoma, which developed on the background of post-thrombotic retinopathy in 4 patients (4 eyes) and proliferative diabetic retinopathy in 1 patient (1 eye). Previously, one patient with silicone oil-induced glaucoma underwent a hypotensive procedure with drainage implantation, and one patient with NVG underwent trabeculectomy. Due to the lack of effect from prior hypotensive surgeries, these patients were referred for micropulse transscleral cyclophoto-coagulation.

All patients underwent a comprehensive ophthalmologic examination, including visual acuity testing, tonometry using Corvis ST, anterior segment biomicroscopy, ophthalmoscopy, and gonioscopy.

Results

The follow-up period was 6 months.

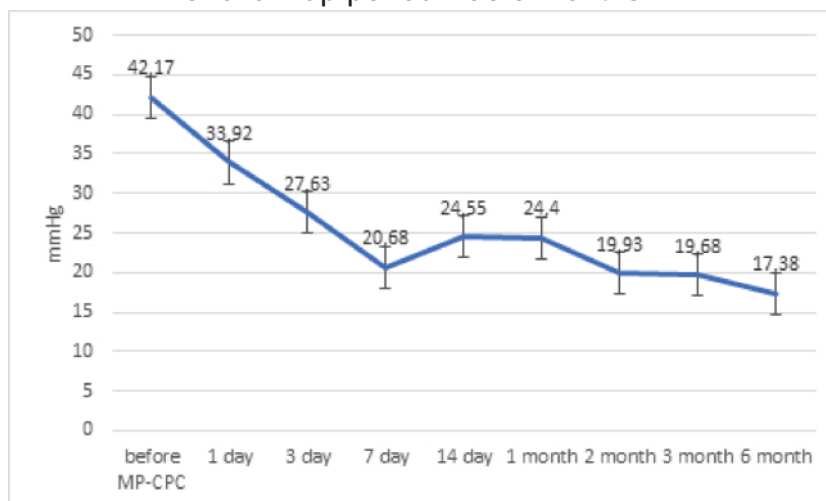


Figure 1. IOP values in patients with silicone oil-induced glaucoma

As shown in Figure 1, a significant hypotensive effect was observed: IOP decreased 2.4-fold compared to baseline values over a 6-month period, from 42.17 mmHg to 17.38 mmHg. For patients with secondary silicone oil-induced glaucoma, a paired t-test was performed to assess the IOP dynamics after micropulse cyclophoto-coagulation. The mean baseline IOP was 42.93 mmHg. After 1 month, IOP decreased to 24.4

MP-CPC was performed according to the method proposed by Aquino et al., 2015, using the Quantel Medical Vitrae 810 device with our modifications. [23] In the postoperative period, all patients were prescribed topical steroid medications for 2 weeks, followed by nonsteroidal antiinflammatory drugs (NSAIDs) if no anterior chamber inflammation was observed. IOP was monitored on days 1, 3, 7, and 14, and at 1, 2, and 3 months after the procedure.

To evaluate IOP dynamics, a paired t-test for dependent samples was used. Preoperative IOP values were compared with IOP measured at days 1, 3, 7, 14, and at 1, 2, and 3 months. A positive hypotensive effect was defined as a reduction of IOP by more than 20% after MP-CPC.

mmHg (59.24%) ($t = 5.4$, $p = 0.003$), after 3 months to 19.68 mmHg (54.16%) ($t = 4.50$, $p = 0.006$), and after 6 months to 17.38 mmHg (59.52%) ($t = 4.21$, $p = 0.008$). Thus, the hypotensive effect of MP-CPC was statistically significant at all observation time points.

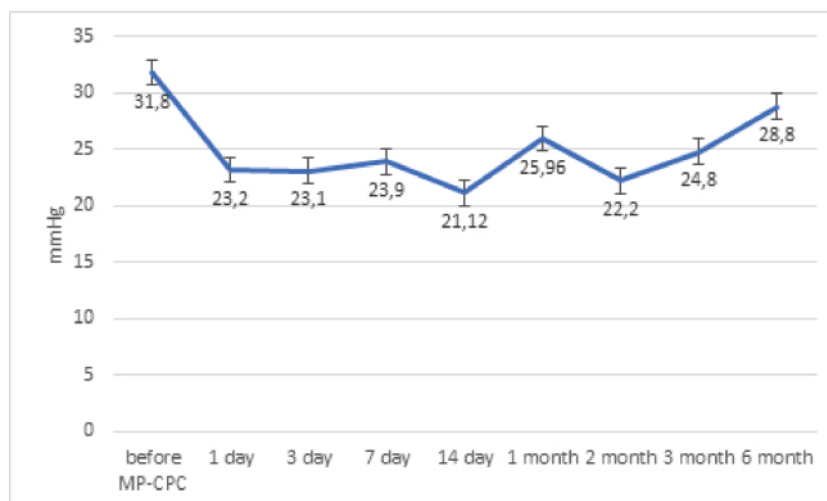


Figure 2. IOP values in patients with neovascular glaucoma

Patients with neovascular glaucoma demonstrated a moderate reduction in IOP after MP-CPC: at 1 month – from 31,80 to 25,96 mmHg ($t = 3,3$, $p = 0,03$), at 3 months - to 24,80 mmHg ($t = 2,01$, $p = 0,11$). However, by 6 months, IOP increased to 28.8 mmHg, and the difference from baseline became statistically insignificant ($t = 0,78$, $p = 0,48$), indicating a decrease in the hypotensive effect of MP-CPC in this group.

A detailed analysis of MP-CPC efficacy in secondary glaucoma showed that on the first postoperative day, 6 out of 11 patients (6 eyes) experienced a mean IOP reduction of 16.58 mmHg (49%), 3 patients had an IOP reduction of less than 20%, 1 patient had no change, and 1 patient had an IOP increase of 21 mmHg, which subsequently decreased to baseline by day 3 with a minor reduction (<20%) in the following observation periods.

On day 3, 7 patients had a mean IOP reduction of 18.17 mmHg (49.1%), while 3 patients showed a reduction of less than 20% (similar to day 1), and 1 patient experienced an IOP increase of 7 mmHg, which later decreased by more than 20% during subsequent observation periods.

By day 7, 9 patients had an IOP reduction of 18,25 mmHg (47,19%), with 2 patients showing a reduction of less than 20%. On day 14, 8 out of 11 patients had a mean IOP reduction of 18,51 mmHg (45,99%), with 3 patients achieving a hypotensive effect below 20%.

At 1 month postoperatively, 8 patients maintained a hypotensive effect, with a mean IOP reduction of 15,85 mmHg (39,38%) compared to pre-MP-CPC levels; 2 patients had an effect <20%, and 1 patient's IOP returned to baseline, later decreasing by more than 20% at 2–3 months and increasing by 5 mmHg (20% of baseline) at 6 months.

At 3 months post-MP-CPC, 8 out of 11 patients maintained a hypotensive effect with a mean IOP reduction of 21,68 mmHg (53,69%), while 3 patients had reductions of less than 20%. The hypotensive effect was positive in 5 of 6 patients with secondary silicone oil-induced glaucoma and in 3 of 5 patients with NVG.

At 6 months, 8 out of 11 patients continued to exhibit a hypotensive effect, with a mean IOP reduction of 22.84 mmHg (56,75%). One patient in the silicone oil-induced glaucoma group showed no statistically significant IOP reduction, and 2 patients in the NVG group (1 with post-thrombotic retinopathy, 1 with diabetic retinopathy) experienced an IOP increase.

Adverse effects were observed in 45,45% of cases (5 eyes). The most frequent complications were moderate inflammation in 27,27% (3 eyes), mydriasis in 36,36% (4 eyes), and hyphema in 18,18% (2 eyes). No significant or long-lasting complications were reported, confirming the safety of the method.

Conclusion

Thus, the preliminary data indicate that MP-CPC is effective in the treatment of secondary glaucoma. At 6 months, patients showed a mean IOP reduction from 37,45 mmHg to 22,11 mmHg, with an average hypotensive effect of 40,96%.

REFERENCES

1. Ширяев И. В., Сосновский С. В., Правосудова М. М., Панова И. Е. Микроимпульсная циклофотокоагуляция в комбинированном лечении неоваскулярной глаукомы / И. В. Ширяев, С. В. Сосновский, М. М. Правосудова, И. Е. Панова. – Офтальмохирургия- 2023, № 4.
2. Zemba M., Dumitrescu O.-M., Vaida F., Dimirache E.-A., Pistolea I., Stamate A.C., Burcea M., Branisteanu D.C., Balta F., Barac I.R. Micropulse vs. continuous wave transscleral cyclophotocoagulation in neovascular glaucoma // *Exp Ther Med.* - 2022. - Vol. 23, No. 4. - P. 278. - DOI: 10.3892/etm.2022.11207.
3. Ge L., Su N., Fan W., Yuan S. Risk factors and management of intraocular pressure elevation after vitrectomy combined with silicone oil tamponade // *Int J Gen Med.* - 2024. - Vol. 17. - P. 447–456. - DOI: 10.2147/IJGM.S446617.
4. Sahoo N.K., Balijepalli P., Singh S.R., Jhingan M., Senthil S., Chhablani J. Retina and glaucoma: surgical complications // *Int J Retina Vitreous.* - 2018. - Vol. 4. - P. 29. - DOI: 10.1186/s40942-018-0135-x.
5. Сидорова А.В., Старостина А.В., Норман К.С., Султанова Д.М., Дибирова С.М., Макарова И.А. Этиопатогенез и существующие методы лечения вторичной «силиконовой» глаукомы // Офтальмохирургия.-2022.-№ 4.
6. Cornacel C., Dumitrescu O.-M., Zaharia A.C., Pirvulescu R.A., Munteanu M., Tataru C.P., Istrate S. Surgical treatment in silicone oil-associated glaucoma // *Diagnostics.* - 2022. - Vol. 12, No. 4. - P. 1005. - DOI: 10.3390/diagnostics12041005.
7. Kornmann H.L., Gedde S.J. Glaucoma management after vitreoretinal surgeries // *Curr Opin Ophthalmol.* - 2016. - Vol. 27, No. 2. - P. 125-131. - DOI: 10.1097/ICU.0000000000000238.
8. de Vries V.A., Pals J., Poelman H.J., Rostamzad P., Wolfs R.C.W., Ramdas W.D. Efficacy and safety of micropulse transscleral cyclophotocoagulation // *J Clin Med.* - 2022. - Vol. 11, No. 12. - P. 3447. - DOI: 10.3390/jcm11123447.
9. Johansyah C.A.P., Bambang L. A systematic review of cyclophotocoagulation techniques: continuous wave versus micropulse for glaucoma treatment // *Beyoglu Eye J.* - 2024. - Vol. 9, No. 1. - P. 1-7. - DOI: 10.14744/bej.2024.47123.
10. Szilagyi Z., Kranitz K., Nagy Z.Z., Recsan Z. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation results in secondary glaucoma // *Life.* - 2023. - Vol. 13, No. 5. - P. 1149. - DOI: 10.3390/life13051149.
11. Tekeli O., Köse H.C. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in primary open-angle glaucoma, pseudoexfoliation glaucoma, and secondary glaucoma // *Eur J Ophthalmol.* - 2021. - Vol. 31, No. 3. - P. 1113-1121. - DOI: 10.1177/1120672120914231.
12. Zbiba W., Sayadi S., Kharrat M., Daoued M. Efficacy and Safety of Micropulse Transscleral Laser Therapy in Silicone Oil-induced Glaucoma // *Journal of Glaucoma.* 2022. Vol. 31, № 8. P. 689–693. DOI: 10.1097/IJG.0000000000002051.
13. Kaba Q., Somani S., Tam E., Yuen D. The Effectiveness and Safety of Micropulse Cyclophotocoagulation in the Treatment of Ocular Hypertension and Glaucoma // *Ophthalmology Glaucoma.* 2020. Vol. 3, № 2. P. 109–118. DOI: 10.1016/j.ogla.2020.02.005. PMID: 32672613.
14. Sanchez F.G., Grippo T.M. Micropulse Transscleral CPC: An Evidence Review. Exploring the Ideal Laser Energy Parameters and Potential Dose-Dependent Effect //

Glaucoma Today. 2019.

15. Youssef G.H.A., Sharawy A.I., Saeed A.M., Elsayed M.A., Abdel Latif A.A.M. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation as a treatment modality for glaucoma patients // Journal of the Egyptian Ophthalmological Society. 2022. Vol. 115, № 3. P. 123–129. DOI: 10.4103/ejos.ejos-37-22.

16. Kimura A., Nakashima K.-I., Inoue T. Correlation between intraocular pressure reduction and anterior chamber aqueous flare after micropulse transscleral cyclophotocoagulation // BMC Ophthalmology. 2021. Vol. 21. Article 266. DOI: 10.1186/s12886-021-02012-3.

17. Курмангалиева М.М., Умбетиар А.Б. Эффективность селективной лазерной трабекулопластики у больных открытоугольной глаукомой. Федоровские чтения - 2011. Раздел XII. Глаукома. - Казахский научно-исследовательский институт глазных болезней. - OAI-PMH ID: oai:eyepress.ru:article9107.

18. Глаукомы вторичные у взрослых: клинические рекомендации РФ 2024 / Республиканский центр развития здравоохранения. - 2024. - Электрон. дан.

19. Курмангалиева М.М. Клинико-экспериментальное обоснование оптимизации системы хирургического лечения больных глаукомой: автореферат дисс. ... докт. мед. наук: 14.00.27; 14.00.08 - Алматы, 2006. – 34 с.

20. Курмангалиева М. М., Умбетиар А. Б. Сравнительный анализ гипотензивной эффективности селективной лазерной трабекулопластики // Казахстанский офтальмологический журнал. - 2023. - Т. 17, № 3. - С. 45-52. - URL: https://eyeinst.kz/upload/files/81188_623177_11.pdf

21. Leszczyński R., Gierek-Lapińska A., Formińska-Kapuścik M. Transscleral cyclophotocoagulation in the treatment of secondary glaucoma // Medical Science Monitor. - 2004. - Vol. 10, № 9. - P. CR542–CR548. - Epub 20.08.2004. - PMID: 15328489.

de Crom R. M. P. C., Kujovic-Aleksov S., Webers C. A. B., Berendschot T. T. J. M., Beckers H. J. M. «Long-Term Treatment Outcomes of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation in Primary and Secondary Glaucoma: A 5-Year Analysis» // *Ophthalmology and Therapy*. - 2024. - Vol. 14, pp. 323-335. - DOI: 10.1007/s40123-024-01080-0.

23. Aquino M. C.D., Barton K., Tan A.M. W., Sng C., Li X., Loon S.C., Chew P.T. *Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study* // Clinical & Experimental Ophthalmology. - 2015. - Т. 43, № 1. - С. 40–46. - DOI: 10.1111/ceo.12360.

УДК: 617.7

КАЗАХСТАНСКАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА ГЛАУКОМЫ

М.М. Курмангалиева², Н.А. Алдашева¹

“Kazakh Order of the Badge of Honor Research Institute of Eye Diseases,”

Алматы

² Больница медицинского центра
управления делами Президента Республики Казахстан,
Астана

Глаукома, как известно, продолжает оставаться одной из основных причин слепоты и инвалидности в мире. В 2020 г. насчитывалось уже 52,7 млн. пациентов с первичной открытоугольной глаукомой [1]. Ввиду многообразия клинических форм глаукомы (более 60 нозологий) существуют разные теории этиологии и патогенеза этого заболевания, различные подходы к диагностике и лечению. В мире ежегодно отмечается рост публикаций научных работ по глаукоме. Так, например, по данным Pubmed, количество публикаций по первичной открытоугольной глаукоме за 2000-20021 гг. увеличилось с 139 до 533 [2]. Несмотря на это многие проблемы, связанные с глаукомой, остаются нерешенными. В Казахстане сформировалась своя научная школа глаукомы, было защищено около 40 работ, внесших свой вклад в борьбу с этим коварным недугом, известным под названием «тихий вор зрения» (silent thief of vision).

Цель настоящего обзора - показать разнообразие научных тем отечественной школы глаукомы и ее вклад в развитие глаукомной службы.

Одними из первых казахстанских работ по глаукоме были статьи В.П. Рощина: «К вопросу о патогенезе глаукомы» (1925); статьи, посвященные физиологии цилиарного тела (1928 г.) [3, 4]. Заведую кафедрой, он длительное время возглавлял Казахский научно-исследовательский институт глазных болезней и принимал активное участие в организации борьбы с трахомой. В.П. Рошин писал: «Проблема глаукомы так сложна и многогранна, связана с таким количеством вопросов более общего характера, что разрешить ее одному человеку – задача явно непосильная... На результаты моих исследований нужно смотреть лишь как

на материалы к учению о глаукоме и с этой точки зрения подходить к оценке настоящей работы». Эти слова, безусловно, могут быть положены в основу работы и современных глаукоматологов, эффективная работа которых может быть только на основе объединения усилий как врачей практического звена, так и ученых, изучающих это многофакториальное и в большинстве случаев - пожизненное заболевание. Учитывая коморбидность многих пожилых пациентов с глаукомой, необходим также мультидисциплинарный подход к лечению этой категории больных.

В 50-е годы прошлого века сотрудниками Казахского НИИ глазных болезней - Ф.П. Неменко и Р.А. Цейтлин, были защищены кандидатские диссертации, посвященные клиническим аспектам течения глаукомы [5, 6].

Новый этап в развитии отечественной глаукоматологии начался в конце 60-70х годов, когда глаукома была признана основной тематикой в связи с высокой заболеваемостью и инвалидностью. В 1976 году был издан Приказ МЗ СССР № 925 (от 22 сентября) «О мерах по раннему выявлению и актив-

ному наблюдению больных глаукомой». В этот период были защищены кандидатские работы Н.Д. Белозеровой, Ж.Г. Мустафиной, К.А. Арислановой, Е.С. Каневской, Л.Г. Гиря, Г.Г. Каржаубаевой, Ф.А. Рахметовой, В.М. Ячменевым, Р.П. Даниленко, Л.Н. Сьяновой, А.Г. Леоновой, З.Б. Оспановой, докторская работа Б.А. Тремейт [7-19]. В этих работах разрабатывались вопросы по совершенствованию диагностики, хирургическому лечению глаукомы, ее эпидемиологии.

Большой научный и практический вклад в разработку проблемы диагностики и лечения глаукомы внес С.К. Жулмурзин. После успешного завершения аспирантуры при кафедре глазных болезней Московского медицинского института им. Н.И. Пирогова в 1973 г. он защитил кандидатскую диссертацию под руководством М.М. Краснова на тему «Феномен фото- и цветостресса как показатель функционального состояния сетчатки при первичной глаукоме». С.К. Жулмурзин - первый казахстанский микрохирург-офтальмолог, он является автором различных модификаций гипотензивных операций, на протяжении 15 лет руководил отделом глаукомы и сосудистой офтальмопатологии в КазНИИ ГБ [20].

Ж.Г. Мустафина, являясь длительное время директором глазного института и заведующей кафедрой глазных болезней в КазНМУ им. С. Асфендиярова, всю свою научно-практическую деятельность посвятила развитию глаукомной службы, изучению эпидемиологии глаукомы. Под ее руководством были защищены

многие диссертации по глаукоме.

В 80-е годы на базе глазного института были выполнены научные работы и успешно защищены в РСФСР диссертации Б.О. Сулеевой, Т.К. Ботабековой, М.Н. Ажигалиевой [21, 23]. В этот период была продолжена научная традиция партнерства с российской научной школой глаукомы под руководством академика А.П. Нестерова, профессора Е.А. Егорова.

Б.О. Сулеева, являясь длительное время заведующей отделом травмы глаза и заместителем директора по науке КазНИИ ГБ, обобщила многолетний научный поиск по глаукоме в монографии «Вторичная глаукома».

Ю.С. Краморенко, Т.А. Добрица изучали клинико-биохимические и иммунологические аспекты патогенеза первичной глаукомы, защитив докторскую и кандидатскую работы [24-25].

В 1995 г. профессор Ж.Г. Мустафина и академик Р.К. Тулебаев способствовали организации на базе КазНИИ ГБ специализированного совета по глазным болезням и оториноларингологии. Первые кандидатские диссертации по офтальмологии были защищены в этом Совете сотрудниками отдела глаукомы и сосудистой патологии глаза: Г.К. Жакановой, А.Т. Касымхановой, М.А. Македонским [26-28]. Работы были посвящены новым методам диагностики и лечения первичной глаукомы, а также особенностям гормонального статуса у больных с приступом закрытоугольной глаукомы. М.М. Курмангалиевой было впервые предложено использовать отечественный полиуретан для лечения глаукомы [29], разработанный в Институте химических наук АН РК им. А.Б. Бектурова.

В 90-е годы были защищены также кандидатские диссертации Г.П. Ариновой и З.А. Джуматаевой, направленные на решение проблемы хирургического и медикаментозного лечения глаукомы [30-31].

Необходимо отметить значительный вклад профессора М.Б. Имантаевой, длительное время возглавлявшей отдел сосудистой патологии глаза и глаукомы, в разработку новых способов хирургического лечения неоваскулярной глаукомы [32]. А также отметить труды по глаукоме профессора Е.К. Мамбетова, работавшего в КазНИИ ГБ и АГИУВ [22]. Под его руководством была защищена диссертация Г.П. Ариновой, посвященная обоснованию разработанного хирургического способа

лечения глаукомы.

2000-е годы открыли новый современный этап в исследованиях по глаукоме. На базе лаборатории глаукомы КазНИИ ГБ проводились исследования глаукомы молодого возраста (Г.А. Мамекова), анализировались результаты скрининга на глаукому (А.М. Ашимова) в поликлиниках г. Алматы, разрабатывались новые способы диагностики (М.А. Кудрявцева) [33]. М.М. Курмангалиевой в соавторстве с главным врачом КазНИИ ГБ З.А. Иманбаевой была издана монография «Хирургическое лечение глаукомы» [34].

Н.А. Алдашева защитила кандидатскую диссертацию «О патогенезе псевдоэксfolиативного синдрома» в 2001 г. [35].

В 2002 г. Т.К. Талипов защитил кандидатскую диссертацию, посвященную комбинированной хирургии первичной открытоугольной глаукомы [36].

В 2003 г. директором КазНИИ ГБ Т.К. Ботабековой была защищена докторская диссертация по применению излучения лазера на парах золота (на длине волны 0,628 мкм) как новое направление в области лазерной офтальмологии [37]. Одной из нозологий, при которой было изучено применение нового вида лазера, была глаукома.

Б.С. Жазини и Б.А. Шукановой были защищены кандидатские диссертации по хирургическому лечению факорморфической глаукомы, применению новых транспальпбральных тонометров в скрининге на глаукому [38-39].

М.М. Курмангалиевой было проведено клиничко-экспериментальное обоснование оптимизации системы хирургического лечения больных глаукомой [40]. В докторской диссертации проанализированы результаты собственных модификаций гипотензивных операций с применением полиуретанового дренажа при непроникающей склерэктомии, с применением иридоциклоретракции у пациентов с рефрактерной глаукомой, комбинированных операций при сочетании глаукомы и катаракты.

З.А. Джуматаева разработала новые технологии в диагностике и терапии первичной глаукомы на основе оптической когерентной томографии (ОКТ) и нанно молекул [41]. А.С. Асылбекова также принимала участие во внедрении ОКТ и разработке новых способов непрямо́й нейтропротекции на основе милдроната [42].

В 2009 г. С.Е. Исламова проанализировала в своей кандидатской диссертации медико-социальные аспекты и эффективность выявления глаукомы в Казахстане [43]. А в 2011 г. под руководством профессора Ботабековой Т.К. стартовала работа по скринингу глаукомы в рамках ГПРЗ Саламатты Казахстан. Ежегодный показатель количества больных с впервые выявленной глаукомой увеличился на фоне проведения скрининга на 133%. Результаты проведения скрининга на глаукому и оценка его перспектив с точки зрения менеджмента в здравоохранении были оценены в работе Л.Б. Таштитовой [44].

Г.Б. Тлеубаева исследовала окислительно-восстановительный потенциал в выборе тактики хирургического лечения открытоугольной глаукомы, а А.А. Булгакова проанализировала анатомо-топографические особенности глаза в выборе тактики лечения закрытоугольной глаукомы [45-46].

В 2010 г. Н.А. Алдашева защитила докторскую диссертацию, посвященную актуальной проблеме псевдоэксfolиативной глаукомы, имеющей широкое распространение в Казахстане [47].

В 2010-х годах молодые ученые КазНИИ ГБ Л.Д. Абышева, Л.Б. Таштитова, М.С. Худжато́ва вместе с коллегами из стран СНГ принимали участие в оптимизации лечебно-диагностического процесса у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой в рамках международного проекта [48].

А.А. Хамзина с соавторами разрабатывала новые подходы к лечению открытоугольной глаукомы у пациентов с мета-

болическим синдромом [49].

В настоящее время международное сотрудничество КазНИИ ГБ продолжается в виде Казахстанско-немецкого центра глаукомы с участием профессора Эрба из Германии [50]. Наряду с внедрением новых методов диагностики и лечения глаукомы в РК Центр занимается образовательной деятельностью. Так, в 2025 году проведено 2 обучающих семинара в г.г. Алматы и Шымкент для офтальмологов амбулаторного звена, следующие семинары запланированы в городах Актобе и Астана.

Увеличение частоты рефрактерной глаукомы послужило основанием для проведения научно-исследовательской работы «Разработка комплексного метода профилактики избыточного рубцевания при дренажной хирургии рефрактерной глаукомы» в рамках НТП «Новые медицинские технологии для улучшения результатов лечения хронических заболеваний и последствий травм с тяжелой утратой функций и тяжелыми осложнениями». Экспериментально-клиническое исследование было проведено научной группой

КазНИИ ГБ совместно с Институтом химических наук АН РК им. А.Б. Бектурова. Выявлена эффективность применения хитозановых пленок в хирургическом лечении глаукомы с целью снижения избыточного рубцевания зоны фильтрационной подушки [51].

Современные требования к стандартизации процесса лечения реализуются в разработке клинических протоколов диагностики и лечения. В 2025 г. был разработан и утвержден клинический протокол диагностики и лечения «Первичная глаукома», в который впервые в РК был включен цитостатический препарат Митомин-С для интраоперационного использования, который давно является необходимым этапом трабекулэктомии в зарубежной практике.

Анализ статистических данных после пандемии COVID-19 выявил значительный рост случаев врожденной глаукомы, что послужило обоснованием для разработки Клинического протокола диагностики и лечения «Глаукома у детей». Клинический протокол в настоящее время находится на экспертизе.

Таким образом, глаукома на сегодняшний день остается актуальной проблемой, требующей комплексного подхода на основе триединства науки, практики и образования. Разработка стандартов диагностики и лечения глаукомы, расширение образовательных программ для практического здравоохранения, проведение научного поиска и разработок с использованием методов доказательной медицины - основные направления деятельности Экспертного совета по глаукоме при Казахстанском обществе офтальмологов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Y.C. Tham, X. Li, T.Y. Wong, H.A. Quigley, T. Aung, C.Y. Cheng
Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis Ophthalmology, 121 (11) (2014), pp. 2081-2090.
2. Depicting Developing Trend and Core Knowledge of Primary Ope-Angle Glaucoma: A Bibliometric and Visualized Analysis. Liting Zhao, Jinfei Li et al. Review published: 05 July 2022 Front. Med. Sec. Ophthalmology vol 9 <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.922527>.
3. Коровенков Р.И. О первых операциях при глаукоме. Новое в офтальмологии. Из истории.- №3.- 2019. С. 73.
4. Коровенков Р.И. Ноишевский и Рошин – два взгляда на патогенез глаукомы. Новое в офтальмологии. Из истории.- № 3.- 2024. С.38.

5. Неменко Ф.П. Кровяное давление и тонус глаза //Дисс. ...канд. мед. наук.- Симферополь, 1950.
6. Цейтлин Р.А. К вопросу о нормальных границах периферического поля зрения //Дисс. ... канд.мед.наук.- Алма - Ата, 1953.
7. Белозерова Н.Д. Операция трепано-ириденклеизиса при первичной глаукоме //Дисс. ... канд. мед. наук:/ Казахский НИИ глазных болезней. Алма-Ата, 1966.
8. Оспанова З.Б. К вопросу о состоянии и стабилизации зрительных функций после различных типов антиглаукоматозных операций //Дисс ... канд. мед. наук:/Центральный институт усовершенствования врачей. Алма-Ата, 30.03.1967.
9. Мустафина Ж.Г. Функциональные и тонометрические исследования вторичной глаукомы //Дисс.... канд. мед. наук: /Казахский НИИ глазных болезней.- Самарканд, 1968.
10. Тремейт Б.А. Исследования объемного поля зрения в норме и при глаукоме //Дисс. ... докт. мед. наук, 14757 – глазные болезни: / Алма-Ата, 1970.
11. Арисланова К.А. Влияние некоторых симпатикотропных веществ на внутриглазное давление у здоровых и больных глаукомой //Дисс. ... канд. мед. наук, 14757–глазные болезни:/ Первый Ленинградский мед.институт. Ленинград, 1971.
12. Каневская Е.С. Некоторые аспекты изучения первичной глаукомы в Центральном Казахстане //Дисс.... канд. мед. наук, 14757- глазные болезни. Баку, 1971.
13. Гиря Л.Г. Заболеваемость глаукомой в Семипалатинской области и некоторые особенности ее лечения //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: /Семипалатинский гос. мед. институт. Красноярск, 02.11.1992.
14. Даниленко Р.П. Материалы к оценке методов лечения острого приступа первичной глаукомы //Дисс. ... канд. мед. наук, 14757– глазные болезни:/Первый Ленинградский мед. институт им. И.П. Павлова. Ленинград, 1972.
15. Леонова А.Г. Динамика глаукоматозного процесса при длительном диспансерном наблюдении в условиях консервативного и хирургического лечения //Дисс. ... канд. мед. наук, 14757–глазные болезни: / Казахский НИИ глазных болезней. Алма-Ата, 1972.
16. Каржаубаева Г.Г. Темновая адаптация при вторичной глаукоме //Дисс... канд. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: /Казахский НИИ глазных болезней. Алма-Ата, 1975.
17. Рахметова Ф.А. Роль наследственного фактора при глаукоме //Дисс.... канд. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: / Казахский НИИ глазных болезней. Алма-Ата, 1975.
18. Съянова Л.Н. Организация активного выявления глаукомы среди сельских жителей Семипалатинской области и выбор методов ее ранней диагностики //Дисс. ... канд. Мед .наук, 14.00.08 – глазные болезни: / Семипалатинский гос. мед. институт. Алма-Ата, 1975.
19. Ячменев В.М. Тонографические исследования аппланационным офтальмотонографом новой конструкции // Дисс. ... канд. Мед .наук. 14.00.08– глазные болезни: /Казахский НИИ глазных болезней. Москва, 30.10.1978.
20. Жулмурзин С.К. Феномен фото- и цветостресса как показатель функционального состояния сетчатки при первичной глаукоме //Дисс. ... канд. мед. наук, 14757– глазные болезни: / II МОЛГМИ им. Н.И. Пирогова. Москва, 1972.
21. Сулеева Б.О. Меры борьбы с глаукомой афакичного глаза //Дисс... канд. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: /Казахский НИИ глазных болезней. Москва, 19.02.1985.
22. Мамбетов Е.К. О гистолитических свойствах водянистой влаги глаза (в норме и при воспалении) // Дисс. ... канд. мед. наук. 14.00.08– глазные болезни:/

Киев, 1974.

23. Ботабекова Т.К. Комплекс лечебных мер, направленный на сохранение зрительных функций у больных с развитой и далекозашедшей стадиями первичной открытоугольной глаукомы //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: / Казахский НИИ глазных болезней. Москва, 13.06.1988.

24. Добрица Т.А. Клинико-иммунологическая характеристика первичной глаукомы //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: /Казахский НИИ глазных болезней. Москва, 1988.

25. Краморенко Ю.С. Клинико-биохимические аспекты патогенеза первичной глаукомы //Дисс. ... докт. мед. наук.- 14.00.08–глазные болезни: / Казахский НИИ глазных болезней. Москва. 1992.

26. Жаканова Г.К. Применение внутрисосудистого лазерного облучения крови в комплексном лечении больных первичной открытоугольной глаукомой //Дисс. ... канд. Мед. наук, Алма-Ата, 1994.

27. Касымханова А.Т. Клинико-диагностическая значимость изучения гемодинамики глаза методом полярографии у больных первичной открытоугольной глаукомой //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08– глазные болезни: / Казахский НИИ глазных болезней.- Алмат-Ата, 28.06.1994.

28. Македонский М.А. Гормональные аспекты острого приступа первичной закрытоугольной глаукомы //Дисс. ... канд. мед. наук. 14.00.08 – глазные болезни: / Казахский НИИ глазных болезней. Алма-Ата.- 20.06.1995.

29. Курмангалиева М.М. Хирургические методы реабилитации больных глаукомой //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: /Казахский НИИ глазных болезней. Алматы, 1995.

30. Аринова Г.П. Патогенетические основы хирургической стабилизации зрительных функций при первичной глаукоме //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: / Алматинский гос. мед.институт. Алматы, 16.10.1997.

31. Джуматаева З.А. Новые формы полимерных лекарственных препаратов в лечении глаукомы //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08– глазные болезни: / Казахский гос. мед. университет им. С.Д. Асфендиярова. Алматы, 27.12.1999.

32. Имантаева М.Б. Комбинированный хирургический метод лечения терминальной неоваскулярной глаукомы. // Глаукома: Сб. науч. тр. Вып. 2. -М., 1996.-С. 278-280.

33. Курмангалиева М.М., Маекова Г.А., Кудрявцева М.А. Методы определения толерантного давления. Методические рекомендации. г. Алматы, 2002. 20 С.

34. Алдашева Н.А. О патогенезе псевдоэкссфолиативного синдрома //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08 14.00.08 –глазные болезни: / Алматинский гос. институт усовершенствования врачей. Алматы, 2001.

35. Курмангалиева М.М., Иманбаева З.А. Хирургическое лечение глаукомы// монография – Алматы, 2003.-105 с.

36. Талипов Т.К. Комбинированная хирургия первичной открытоугольной глаукомы //Дисс... канд. мед. наук, 14.00.08– глазные болезни: Западно-Казахстанская государственная медицинская академия им. М. Оспанова, Алматы, 04.02.2002.

37. Жазины Б.С. Клинико-биохимические нарушения при факоморфической глаукоме и оптимизация тактики ее лечения //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08 14.00.08 – глазные болезни: / Казахский НИИ глазных болезней. Алматы, 26.12.2002.

38. Курмангалиева М.М. Клинико-экспериментальное обоснование оптимизации системы хирургического лечения больных глаукомой //Дисс. ... докт. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: / КазНИИ глазных болезней, Алматы, 26.05.

2006.

39. Джуматаева З.А. Новые технологии в диагностике и терапии первичной глаукомы //Дисс. ... докт. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: / КазНИИ глазных болезней, Алматы, 06.02. 2009.

40. Ботабекова Т.К. Применение излучения лазера на парах золота (на длине волны 0,628 мкм) как новое направление в области лазерной офтальмологии //Дисс. ... докт. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: / Российский государственный медицинский университет, Москва, 14.04.2003.

41. Шуканова Б.А. Клиническая и социально-экономическая значимость различных видов офтальмотонометрии //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: / КазНИИ глазных болезней.- Алматы, 28.09. 2006.

42. Асылбекова А.С. Роль оптической когерентной томографии в диагностике первичной глаукомы и оценке эффективности нейропротекторной терапии //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: / КазНИИ глазных болезней, Алматы, 03.10. 2006.

43. Исламова С.Е. Медико-социальные аспекты и эффективность выявления глаукомы в Казахстане //Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни, 14.00.33 – общественное здоровье и здравоохранение:/ КазНИИ глазных болезней, Алматы, 19.06.2009.

44. Tashtitova L., Aldasheva N. Study of the Prevalence of Glaucoma in Kazakhstan/ Klin Monbl Augenheilkd 2022; 239(02): 202-207/ DOI: 10.1055/a-1327-3999.

45. Булгакова А.А. Анатомо-топографические особенности глаза в выборе тактики хирургии лечения закрытоугольной глаукомы // Дисс. ... канд. мед. наук, 14.00.08 14.00.08 –глазные болезни: / Казахский НИИ глазных болезней. Алматы, 2009.

46. Алдашева Н.А. Раннее выявление, диагностика и лечение псевдоэкссфолиативной глаукомы //Дисс. ... докт.мед. наук, 14.00.08 – глазные болезни: / КазНИИ глазных болезней, Алматы, 02.07.2010.

47. Тлеубаева Г.Б. Окислительно-восстановительный потенциал в выборе тактики хирургического лечения открытоугольной глаукомы //Дисс. ... канд.мед.наук, 14.00.08 – глазные болезни: / Казахский НИИ глазных болезней, Алматы, 19.06.2008.

48. Хамзина А.А., Курмангалиева М.М., Ахмедьянова З.У. Оценка эффективности цитиколина в виде глазных капель в лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и метаболическим синдромом: предварительные результаты. Вестник БМЦ УДП РК, 2018. № 2. С.26-28.

49. Куроедов А.В., Абышева Л.Д., Таштитова Л.Б., Худжатова М.С. и др. Результаты изучения соотношения эффективности и стоимости затрат при применении местной гипотензивной терапии у пациентов с развитой и далекозашедшей стадиями первичной открытоугольной глаукомой (многоцентровое исследование). Новости глаукомы №1-.2016. С. 250-257.

50. Karina C. Manz, Carl Erb et al. Epidemiology and Treatment of Patients With Primary Open Angle Glaucoma in Germany: A Health Claims Data Analysis. J Glaucoma. 2024; 33: 549-558.

51. Абышева Л.Д., Алдашева Н.А., Утельбаева З.Т. Сравнительная оценка методов лечения рефрактерной глаукомы // Вестник КазНМУ. 2019.- № 3.- С. 185-189.

РЕЗЮМЕ

КАЗАХСТАНСКАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА ГЛАУКОМЫ

М.М. Курмангалиева², Н.А. Алдашева¹

¹ “Kazakh Order of the Badge of Honor Research Institute of Eye Diseases,” ,
Алматы

² Больница медицинского центра управления делами Президента Республики
Казахстан, Астана

Глаукома продолжает оставаться одной из основных причин слепоты и инвалидности в мире. В 2020 г. насчитывалось уже 52,7 млн пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. Ежегодно отмечается рост публикаций научных работ, посвященных изучению патогенеза, совершенствованию диагностики и лечения этого заболевания. В Казахстане сформировалась своя научная школа глаукомы, было защищено около 40 работ, внесших свой вклад в борьбу с этим коварным недугом. В данной статье систематизированы данные научно-практических исследований по проблеме глаукомы в Казахстане.

SUMMARY

KAZAKHSTAN SCIENTIFIC SCHOOL OF GLAUCOMA

M.M. Kurmangaliyeva², N.A. Aldasheva¹

¹ “Kazakh Research Institute of Eye Diseases,” LLP (awarded the Order of the Badge of Honor), Almaty, Kazakhstan

² Hospital of the Medical Center of the Administrative Office of the President of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

Glaucoma remains one of the leading causes of blindness and disability worldwide. As of 2020, the number of patients with primary open-angle glaucoma had reached 52.7 million. Each year, there is a growing number of scientific publications devoted to studying the pathogenesis of the disease, improving diagnostic methods, and developing modern treatment approaches. In Kazakhstan, a national scientific school dedicated to glaucoma research has been established, with approximately 40 defended theses that have made a significant contribution to the advancement of ophthalmology and the fight against this disease. This article systematizes the results of scientific and practical studies on glaucoma conducted in Kazakhstan.

ТҰЖЫРЫМ

ГЛАУКОМА БОЙЫНША ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ҒЫЛЫМИ МЕКТЕП

М.М. Құрманғалиева², Н.А. Алдашева¹

¹ «Қазақ көз аурулары ғылыми-зерттеу институты» ЖШС (Құрмет белгісі орденімен марапатталған), Алматы қ.

² Қазақстан Республикасы Президенті Іс басқармасының Медициналық орталығының ауруханасы, Астана қ.

Глаукома әлем бойынша соқырлық пен мүгедектіктің негізгі себептерінің бірі болып қала береді. 2020 жылғы деректер бойынша алғашқы ашық бұрышты глаукомамен ауыратын науқастар саны 52,7 миллион адамға жетті. Жыл сайын аурудың патогенезін зерттеуге, диагностиканы жетілдіруге және заманауи емдеу тәсілдерін дамытуға арналған ғылыми жарияланымдар саны артып келеді. Қазақстанда глаукоманы зерттеуге бағытталған ұлттық ғылыми мектеп

қалыптасты. Осы бағытта шамамен 40 ғылыми жұмыс қорғалып, офтальмология ғылымының дамуына және аталған аурумен күреске елеулі үлес қосты. Бұл мақалада Қазақстанда жүргізілген глаукома мәселесіне арналған ғылыми-практикалық зерттеулердің нәтижелері жүйелендірілген.

УДК: 617.7

ПЕРВЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИТОМИЦИНА-С В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ГЛАУКОМЫ

Н.А. Алдашева, А.А. Булгакова, Г.Т. Берікбай, А.И. Сарсенбаев, Д.Ә. Жұмабекова

“Kazakh Order of the Badge of Honor Research Institute of Eye Diseases,”
г. Алматы

Ключевые слова: глаукома, избыточное рубцевание, трабекулоэктомия, Митомидин-С.

Введение

Глаукома представляет собой прогрессирующее заболевание, сопровождающееся развитием нейрооптикопатии и появлением дефектов полей зрения, и является одной из наиболее частых причин необратимой слепоты. Согласно данным мировой статистики распространённость глаукомы постоянно увеличивается, и, по прогнозам, к 2040 году число пациентов с данным заболеванием достигнет 118 миллионов человек [1].

«Золотым стандартом» оперативного лечения данного заболевания считается трабекулоэктомия (ТЭК), которая в отдалённые сроки обеспечивает выраженный гипотензивный эффект у 80-85% пациентов [2].

Тем не менее результативность гипотензивных хирургических вмешательств остаётся недостаточно высокой и, по данным различных авторов, колеблется в пределах 58-68,9% [3], тогда как потребность в повторных гипотензивных операциях достигает 30% случаев [4].

Эффективность хирургического лечения глаукомы во многом определяется характером регенеративных процессов в зоне антиглаукомного вмешательства. Основной причиной неудач операций является рубцевание вновь сформированных путей оттока внутриглазной

жидкости, которое может возникать субконъюнктивально, эписклерально и в области послеоперационной фистулы [5]. Вследствие этого гипотензивный эффект часто оказывается непродолжительным, что связано с активными пролиферативными процессами в структурах дренажной системы, созданных во время операции [6].

Ситуация усугубляется длительным применением гипотензивных препаратов, особенно - содержащих консерванты. Они негативно воздействуют на глазную поверхность, способствуя накоплению в конъюнктиве цитокинов, фибробластов, коллагена и лимфоцитов, что усиливает послеоперационное воспаление и снижает эффективность антиглаукомных операций [7].

Репаративные процессы в зоне операции подчиняются общим закономерностям заживления ран и включают три фазы: воспалительную, пролиферативную и ремоделиро-

вания. В ходе пролиферативной фазы происходит активация и миграция эписклеральных фибробластов, формирование сосудистых структур и коллагеновых пучков, что в последующем приводит к образованию рубцовой ткани и снижению фильтрации внутриглазной жидкости [8]. Финальная стадия ремоделирования может продолжаться более года.

Оптимальной целью фармакологического воздействия в зоне антиглаукомной операции является подавление избыточного рубцевания с формированием стабильных и длительно функционирующих путей оттока при сохранении адекватного заживления конъюнктивы [7].

Для модуляции раневого заживления и профилактики послеоперационного рубцевания в хирургии глаукомы применяются различные фармакологические подходы, включая кортикостероиды и нестероидные противовоспалительные препараты, цитостатики, анти-VEGF средства, иммунодепрессанты, ингибиторы трансформирующего фактора роста β , ингибиторы матриксных металлопротеиназ и препараты, влияющие на плацентарный фактор роста [9]. Несмотря на активное изучение альтернативных стратегий **наиболее эффективными и наиболее часто используемыми средствами остаются цитостатические антиметаболиты, прежде всего – митомицин-С и 5-фторурацил** благодаря их выраженному антифибротическому эффекту и доказанной способности повышать долгосрочный успех фильтрационной хирургии глаукомы [10].

Цитостатические антиметаболиты дейс-вуют на ранних

этапах заживления раны, предотвращая пролиферацию фибробластов, синтез коллагена и образование рубца. Наиболее часто применяемыми средствами в фильтрационной хирургии глаукомы являются митомицин-С (ММС) и 5-фторурацил (5-ФУ). Митомицин-С, являясь алкилирующим агентом, ингибирует синтез ДНК в фазах G1 и S клеточного цикла, уменьшая клеточную пролиферацию [11].

ММС впервые стали применять при лечении глаукомы в начале 1990-х годов в качестве дополнения к трабекулэктомии. Его использование обеспечивало долгосрочный контроль внутриглазного давления (ВГД) за счёт замедления послеоперационного заживления ран через подавление пролиферации фибробластов [11]. 5-ФУ относится к группе антиметаболитов и ингибирует тимидилат-синтетазу, ключевой фермент синтеза пиримидиновых нуклеотидов, что нарушает репликацию ДНК и вызывает апоптоз клеток [12].

В проспективном рандомизированном исследовании Y. Kitazawa и соавт. показали, что применение ММС у пациентов с высоким риском неудачи операции позволило достичь снижения ВГД до 20 мм рт. ст. и ниже в 88% случаев, тогда как 5-ФУ было эффективно лишь в 47% случаев [13]. Аналогичные данные получили G.L. Skuta и соавт.: снижение ВГД до 12 мм рт. ст. и ниже отмечалось у 60% пациентов при использовании ММС и у 21,1% - при применении 5-ФУ [14].

Цель исследования - оценить эффективность митомицина-С в хирургическом лечении различных форм глаукомы.

Материал и методы

В исследование были включены 52 пациента (55 глаз) с глаукомой, из них женщин было 23, а мужчин - 29. Возраст пациентов колебался от 20 до 86 лет, средний возраст составил $57,6 \pm 9,3$ года. Пациенты находились на стационарном лечении в КазНИИ ГБ. Из 55 прооперированных глаз диагноз открытоугольной глаукомы (глаукома о/у) был выставлен в 37 случаях, закрытоугольной глаукомы (глаукома з/у) - в 9, вторичная глаукома - в 9 случаях. Показанием к проведению хирургического вмешательства являлось наличие повышенного ВГД, некомпенсированного на фоне гипотензивной терапии. Среднее количество применяемых капель составляло $2,8 \pm 0,4$. Средняя продолжительность их применения варьировала от 1 месяца до 20 лет.

В 8% случаев у пациентов ранее были выпол-

нены антиглаукомные операции в сроки 2-17 лет до поступления в стационар. На 30 глазах был выставлен диагноз - осложнённая катаракта, на 16 глазах - артификация.

Виды оперативных вмешательств: трабекулоэктомия (ТЭК), трабекулоэктомия+дренаж «Репегель» или «Glautex» (ТЭК+дренаж), факоэмульсификация катаракты+интраокулярная линза+трабекулоэктомия (ФЭК

+ИОЛ+ТЭК), факоэмульсификация катаракты+интраокулярная линза+трабекулоэктомия+дренаж «Репегель» или «Glautex» (ФЭК+ИОЛ+ТЭК+дренаж). Распределение пациентов по видам выполненных операций представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение пациентов по видам выполненных операций
[*артификация]

Группа пациентов	Глаукома о/у	Глаукома з/у	Глаукома вторичная
ТЭК	6 (4*)	1 (1*)	-
ТЭК + дренаж	16 (8*)	1	7 (3*)
ФЭК + ИОЛ + ТЭК	15	6	1
ФЭК + ИОЛ + ТЭК + дренаж	1	0	1
Итого	38 (12*)	8 (1*)	9 (3*)

В 100 % оперативных вмешательств использовался 0,4 мг/мл раствор митомицина С. При комбинированных вмешательствах на начальном этапе выполняли трабекулоэктомию до момента выкраивания глубокого склерального лоскута (разрез конъюнктивы, гемостаз, выкраивание поверхностного склерального лоскута, обработка зон оперативного ложа ММС). Затем выполнялся этап факоэмульсификации катаракты по стандартной методике. По завершении ФЭК накладывался шов на основной роговичный разрез (10.0). Далее выполняли выкраивание глубокого склерального лоскута в области трабекулы, иридэктомию и послойное ушивание склеры и конъюнктивального разреза.

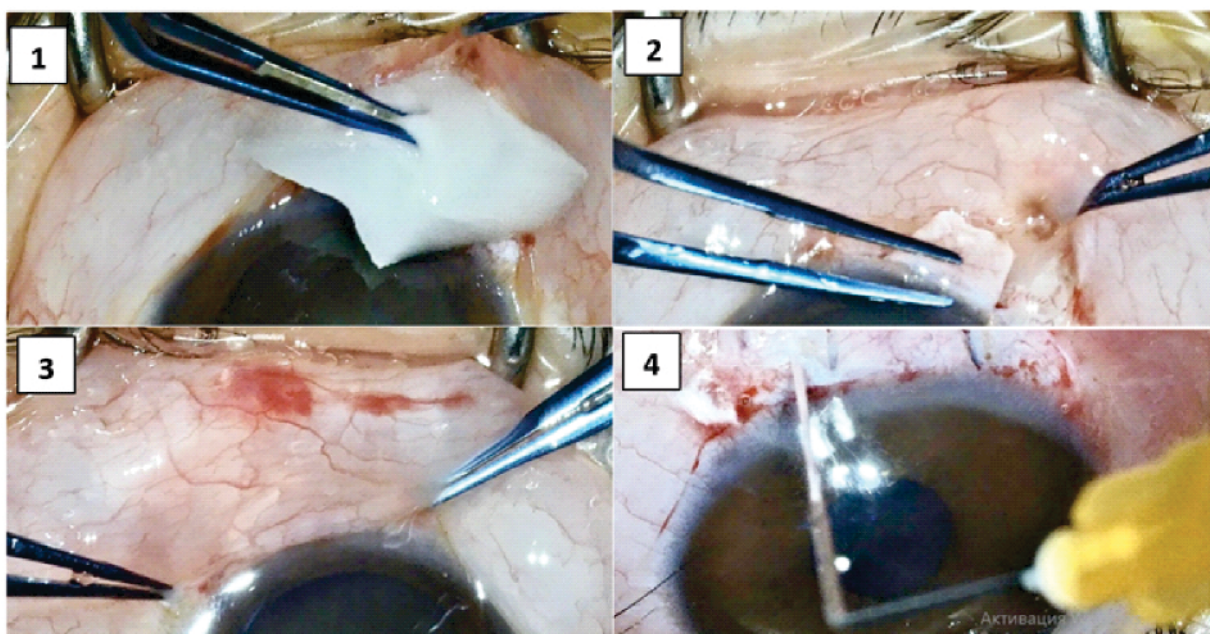


Рисунок 1. Техника применения митомицина-С (ММС) при операции трабекулоэктомии:

- 1 - подготовка: замачивание губки раствором ММС концентрацией 0,4 мг/мл
- 2 - аппликация ММС под склеральный лоскут и под конъюнктиву
- 3 - удерживание конъюнктивы в закрытом положении в течение 4 мин.
- 4 - промывание места обработки обильным количеством 0,9% раствора NaCl

Методика использования ММС

Использовали раствор митомицина-С концентрацией 0,4 мг/мл. Для приготовления 20 мг митомицина растворяли в 10 мл 0,9 % NaCl, получая раствор концентрацией 2 мг/мл. Далее 2 мл этого раствора (4 мг) разводили 8 мл 0,9 % NaCl до конечной концентрации 0,4 мг/мл. Полученным раствором ММС проводили интраоперационную аппликацию под склеральный лоскут и конъюнктиву в течение 4 минут, после чего место обработки тщательно промывали обильным количеством 0,9 % NaCl. Техника применения митомицина-С (ММС) при операции трабекулоэктомии представлена на рисунке 1.

Эффективность операции оценивали по уровню ВГД (исход операции) и частоте нидлингов. Критерии исходов операции: Абсолютный успех - достижение целевого внутриглазного давления (обычно - ≤ 18 мм рт. ст.) без дополнительного медикаментозного или хирургического вмешательства. Относительный успех - достижение целевого давления с использованием дополнительной медикаментозной терапии или минимальных хирургических манипуляций (например, нидлинг). Неудача - неспособность достичь целевого давления несмотря на медикаментозное лечение и необходимость повторной серьезной операции.

Оценивалось внутриглазное давление до операции и в раннем послеоперационном периоде на 1-е сутки, 8-е сутки, 1 месяц; максимальный срок наблюдения в нашем

исследовании составлял 4 месяца. ВГД на этом сроке оценивалось у 30 пациентов. Измерение внутриглазного давления проводилось с использованием бесконтактного тонометра NCT-200 (Rehcam [Shin Nippon], Осака, Япония).

Безопасность применения ММС оценивалась по наличию следующих осложнений: гипотония глазного яблока, деэпителизация роговицы, кератопатия, эрозии, некроз конъюнктивы и склеры.

Послеоперационное ведение пациентов заключалось в инстилляциях антибиотиков и кортикостероидов по схеме, назначении мидриатиков по необходимости, парабульбарное введение кортикостероидов выполнялось в первые сутки после операции.

Статистическая обработка данных данного исследования была выполнена с использованием PSPP 2.0.1 и Prism 8 (GraphPad Software Inc., США).

Результаты

Уровень внутриглазного давления (ВГД) у пациентов до операции колебался от 18 до 60 мм рт. ст. и, в среднем, составлял $35,87 \pm 9,78$ мм рт. ст. На 1-е сутки после операции средний показатель ВГД составил $14,82 \pm 5,75$ мм рт. ст., на 8-е сутки - $13,73 \pm 3,52$ мм рт. ст., на 1 месяц - $16,72 \pm 6,24$ мм рт. ст., и на 3-й месяц - $14,60 \pm 3,24$ мм рт. ст.

Таким образом, в раннем послеоперационном периоде отмечено снижение ВГД, в среднем, на 58,7 %.

Динамика показателей ВГД до- и в раннем послеоперационном периоде была сопоставима в различных группах и не зависела от типа глаукомы. Согласно критериям оценки исходов операции ранние послеоперационные результаты в различных группах представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Ранние послеоперационные результаты согласно критериям оценки исходов операции (*нидлинг)

Группа пациентов	n	Абсолютный успех	Относительный успех	Неудача
Глаукома о/у	36	21	14 (*5)	0
Глаукома з/у	9	3	5 (*2)	1
Глаукома вторичная	10	3	7	0
Итого	55	27 (49,1%)	27 (49,1%)	1 (1,8%)

Согласно критериям оценки исходов операции абсолютный хирургический успех был достигнут у 27 пациентов (49,1 %), относительный успех - у 26 (49,1 %), неудача зарегистрирована у 2 пациентов (1,8 %). Таким образом, на сроке 3 месяцев ВГД было компенсировано в 96,4 % случаев. Процедура нидлинга была выполнена у 7 пациентов (12,7 %), из которых в 6 случаях была достигнута компенсация ВГД, а в 1 случае исход операции оценен как «неудача». Этому пациенту с почти терминальной глаукомой была выполнена классическая циклофотокоагуляция.

В раннем послеоперационном периоде отмечены следующие осложнения: гифема - в 3 случаях (5,5%), цилиохориоидальная отслойка (ЦХО) - в 3 случаях (5,5%) и обнажение склеры - в 1 случае (1,8%). Некупировавшаяся гифема на 5-е сутки у 2 пациентов потребовала промывания передней камеры. При ЦХО у 2 пациентов на 7 сутки потребовалось выпущение ЦХО. Расхождение послеоперационного шва, наблюдавшееся в 1 случае, было устранено повторным наложением шва.

В период наблюдения осложнений, ассоциированных с применением ММС, включая кератопатию, дезэпителизацию роговицы, эрозии, некроз конъюнктивы и склеры, не зарегистрировано.

Обсуждение

Применение препаратов, предотвращающих избыточное рубцевание зоны операции в послеоперационном периоде после гипотензивных вмешательств, на сегодняшний день считается золотым стандартом в хирургии глаукомы. Парадоксально, но использование этих препаратов до настоящего времени является «off-label». При этом необходимость их применения обозначена во всех междуна-

родных руководствах [15], а с 2025 года возможность использования ММС регламентирована клиническими протоколами диагностики и лечения «первичной глаукомы» в Республике Казахстан [16].

Целью данной работы было изучение первого опыта применения ММС и, в первую очередь, оценка безопасности его интраоперационного использования. Отсутствие таких осложнений, как дезэпителизация роговицы, эрозии, некроз конъюнктивы и склеры, гипотония глазного яблока и др., свидетельствует о высоком уровне безопасности предлагаемых дозировок препарата. Согласно данным литературы, частота выполнения процедуры нидлинга достигает до 30 % [17-19]. При этом ряд авторов отмечает фактор избыточной травматизации при выполнении субконъюнктивальных инъекций в зону фильтрационной подушки [20]. В нашем исследовании мы исключили субконъюнктивальные инъекции в послеоперационном ведении, и процедура нидлинга потребовалась лишь в 12 % случаев.

Дальнейшее изучение эффективности методики будет основано на расширении применения и наблюдении в более отдаленные послеоперационные сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tham Y-C, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng C-Y. Global Prevalence of Glaucoma and Projections of Glaucoma Burden through 2040: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ophthalmology*. - 2014; 121(11): 2081-2090. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.05.013>
2. Шмырева В.Ф., Петров С.Ю., Макарова А.С. Причины снижения отдаленной гипотензивной эффективности антиглаукоматозных операций и возможности ее повышения. *Глаукома*. - 2010; № 2: 43-49.

3. Antonova AV, Nikolaenko VP, Brzhesky VV, Vuks AYa. The efficacy of sinustrabeculectomy in the modern clinical practice. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology*.- 2023; 23(1):21–26. doi: 10.32364/2311-7729-2023-23-1-21-26.
4. Mathew RG, Parvizi S, Murdoch IE. Success of trabeculectomy surgery in relation to cataract surgery: 5-year outcomes. *Br J Ophthalmol*.- 2019;103:1395-1400. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-312972.
5. Petrov SYu. Modern Methods of Controlling Wound Healing after Fistulizing Glaucoma Surgery. *Antiinflammatory Drugs and New Trends. Ophthalmology in Russia*. - 2017; 14(2):99–105. doi: 10.18008/1816-5095-2017-2-99-105.
6. Skuta GL, Parrish RK. Wound healing in glaucoma filtering surgery. *Surv Ophthalmol*. 1987; 32(3):149-170. [https://doi.org/10.1016/0039-6257\(87\)90091-9](https://doi.org/10.1016/0039-6257(87)90091-9)
7. Malyugin BE, Sidorova AV, Starostina AV, et al. Pharmacological modulation of wound healing in glaucoma surgery. *Russian Annals of Ophthalmology*.- 2022; 138(4):136-143. doi: 10.17116/oftalma2022138041136.
8. Holló G. Wound Healing and Glaucoma Surgery: Modulating the Scarring Process with Conventional Antimetabolites and New Molecules. *Glaucoma Surg*.- 2012; 50:79-89. <https://doi.org/10.1159/000334790>
9. Радайкина М.В., Золотарев А.В., Карлова Е.В., Малов В.М., Ерошевская Е.Б. Фармакологическая коррекция избыточного рубцевания в хирургическом лечении глаукомы. *Аспирантский вестник Поволжья*.- 2023; 23(4):51-58. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.4.51-58.
10. Kavitha S, Tejaswini SU, Venkatesh R, Zebardast N. Wound modulation in glaucoma surgery: The role of anti-scarring agents. *Indian J Ophthalmol*.- 2024; 72(3):320–327. doi: 10.4103/IJO.IJO-2013-23. PMID: 38153968; PMCID: PMC11001230.
11. Mearza AA, Aslanides IM. Uses and Complications of Mitomycin C in Ophthalmology. *Expert Opin Drug Saf*.- 2007; 6:27-32.
12. Germanova VN, Karlova EV, Zolotarev AV. Medicated prevention of scarring after glaucoma surgery. *Russian Annals of Ophthalmology*.- 2020; 136(4):130-137. doi: 10.17116/oftalma2020136041130.
13. Kitazawa Y, Kawase K, Matsushita H, Minobe M. Trabeculectomy with Mitomycin: A Comparative Study with Fluorouracil. *Arch Ophthalmol*.- 1991; 109(12):1693–1698. <https://doi.org/10.1001/archopht.1991.01080120077030>
14. Skuta GL, Beeson CC, Higginbotham EJ, et al. Intraoperative Mitomycin versus Postoperative 5-Fluorouracil in High-risk Glaucoma Filtering Surgery. *Ophthalmology*.- 1992; 99(3):438-444. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(92\)31951-7](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(92)31951-7)
15. European Glaucoma Society. *Terminology and Guidelines for Glaucoma* (6th Edition). Savona, Italy: European Glaucoma Society; 2025. Available from: <https://www.eugs.org/pages/guidelines/>
16. Министерство здравоохранения Республики Казахстан. *Клинический протокол диагностики и лечения первичной глаукомы*.- Протокол № 240, 2023.- Доступно по: [-----](#)
17. Rotchford AP, King AJ. Needling revision of trabeculectomies: bleb morphology and long-term survival. *Ophthalmology*.- 2008; 115(7): 1148-1153.e4. PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18082890/>
18. Kirwan JF, Lockwood AJ, Shah P, et al.; Trabeculectomy Outcomes Group Audit Study Group. Trabeculectomy in the 21st century: a multicenter analysis. *Ophthalmology*.- 2013; 120 (12): 2532-2539. DOI: 10.1016/j.ophtha.2013.07.049. PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24070811/>
19. Anand N, Khan A. Long-term outcomes of needle revision of trabeculectomy blebs with mitomycin C and 5-fluorouracil: a comparative safety and efficacy report. *J Glaucoma*.- 2009; 18(7):513–520. PMID: 19223788. PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19223788/>

20. Dave B, Patel M, Suresh S, Ginjupalli M, Surya A, Albdour M, Kooner KS. Wound Modulations in Glaucoma Surgery: A Systematic Review. Bioengineering (Basel). 2024 Apr 30; 11(5): 446. doi: 10.3390/bioengineering11050446. PMID: 38790314; PMCID: PMC11117829.

РЕЗЮМЕ

Первые клинические результаты интраоперационного использования митомицина-С в хирургическом лечении глаукомы
Н.А. Алдашева, А.А. Булгакова, Г.Т. Берікбай, А.И. Сарсенбаев, Д.Ә. Жұмабекова
ТОО «Казахский ордена “Знак Почёта” научно-исследовательский институт
глазных болезней», г. Алматы

Ключевые слова: глаукома, трабекулоэктомия, митомицин С, избыточное рубцевание, внутриглазное давление.

В статье представлены первые клинические результаты интраоперационного применения митомицина С (0,4 мг/мл) при хирургическом лечении различных форм глаукомы. В исследование включены 52 пациента (55 глаз) с открытоугольной, закрытоугольной и вторичной глаукомой, которым выполнена трабекулоэктомия или комбинированные вмешательства с использованием ММС. Проведена оценка динамики внутриглазного давления в раннем послеоперационном периоде и анализ частоты осложнений. Отмечено достоверное снижение ВГД в среднем на 58,7 % с достижением компенсации давления в 96,4 % случаев через 3 месяца наблюдения. Абсолютный успех достигнут у 49,1 % пациентов, относительный - у 49,1 %, неудача зарегистрирована в 1,8 % случаев. Осложнений, ассоциированных с применением ММС, не выявлено. Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности и благоприятном профиле безопасности интраоперационного использования митомицина С в хирургии глаукомы и обосновывают необходимость дальнейших исследований с более длительным сроком наблюдения.

ТҰЖЫРЫМ

Глаукоманы хирургиялық емдеуде митомицин-С интраоперациялық қолданудың алғашқы клиникалық нәтижелері

Н.А. Алдашева, А.А. Булгакова, Г.Т. Берікбай, А.И. Сарсенбаев, Д.Ә. Жұмабекова
«Құрмет Белгісі» орденді Қазақ көз аурулары ғылыми-зерттеу институты»,
ЖШС, Алматы қ.

Кілт сөздер: глаукома, трабекулоэктомия, митомицин С, шамадан тыс тыртықтану, көзішілік қысым. Мақалада глаукоманың әртүрлі түрлерін хирургиялық емдеу кезінде митомицин С (0,4 мг/мл) препаратының интраоперациялық қолданылуының алғашқы клиникалық нәтижелері ұсынылған. Зерттеуге ашық бұрышты, жабық бұрышты және екіншілік глаукомасы бар 52 пациент (55 көз) енгізілді. Барлық науқастарға ММС қолданумен трабекулоэктомия немесе біріктірілген операциялар жүргізілді. Ерте операциядан кейінгі кезеңде көзішілік қысымның динамикасы мен асқынулар жиілігі бағаланды. Нәтижесінде көзішілік қысымның орта есеппен 58,7 %-ға төмендеуі анықталып, 3 ай ішінде 96,4 % жағдайда қысымның компенсациясына қол жеткізілді. Абсолютті жетістік 49,1 %, салыстырмалы жетістік 49,1 %, сәтсіздік 1,8 % жағдайда тіркелді. Митомицин С қолданумен байланысты асқынулар анықталған жоқ. Алынған нәтижелер препараттың тиімділігі мен қауіпсіздігін көрсетеді және ұзақ мерзімді бақылау арқылы қосымша зерттеулер жүргізу қажеттігін дәлелдейді.

SUMMARY

First Clinical Results of Intraoperative Mitomycin-C Use in Surgical Treatment of Glaucoma

N.A. Aldasheva, A.A. Bulgakova, G.T. Berikbay, A.I. Sarsenbayev, Dzhumabekova D.A.
«Kazakh Order “Badge of Honor” Research Institute of Eye Diseases», Almaty

Keywords: glaucoma, trabeculectomy, mitomycin C, excessive scarring, intraocular pressure.

The article presents the first clinical results of intraoperative use of mitomycin C (0.4 mg/mL) in the surgical treatment of various forms of glaucoma. The study included 52 patients (55 eyes) with primary open-angle, angle-closure, and secondary glaucoma who underwent trabeculectomy or combined surgical procedures with MMC application. Changes in intraocular pressure (IOP) during the early postoperative period and the incidence of complications were evaluated. A significant reduction in IOP (average 58.7%) was observed, with successful IOP control achieved in 96.4% of cases at 3 months. Complete surgical success was achieved in 49.1% of patients, qualified success in 49.1%, and failure was recorded in 1.8% of cases. No MMC-related complications were detected. The findings demonstrate high efficacy and a favorable safety profile of intraoperative mitomycin C use in glaucoma surgery and justify further studies with longer follow-up periods.

INITIAL CLINICAL OUTCOMES OF INTRAOPERATIVE MITOMYCIN-C APPLICATION IN THE SURGICAL MANAGEMENT OF GLAUCOMA

N.A. Aldasheva, A.A. Bulgakova, G.T. Berikbay, A.I. Sarsenbaev, Dzhumabekova D.A.

Kazakh Research Institute of Eye Diseases, Almaty

Keywords: glaucoma, excessive scarring, trabeculectomy, Mitomycin C

Introduction

Glaucoma is a progressive disease characterized by the development of optic neuropathy and the appearance of visual field defects, and it is one of the most common causes of irreversible blindness. According to global epidemiological data, the prevalence of glaucoma continues to rise, and it is projected that the number of affected individuals will reach 118 million by 2040 [1].

Trabeculectomy (TE) is

considered the gold standard surgical intervention for the management of this condition, demonstrating a sustained and significant intraocular pressure-lowering effect in 80–85% of patients over long-term follow-up [2].

Nonetheless, the effectiveness of hypotensive surgical interventions remains insufficient, with reported success rates ranging from 58% to 68.9% according to various authors [3], while the proportion of patients requiring repeat hypotensive surgery reaches up to 30% [4].

The efficacy of surgical treatment for glaucoma is largely determined by the nature of regenerative processes occurring in the area of antiglaucomatous intervention. The principal cause of surgical failure is scarring of the newly created aqueous outflow pathways, which may develop at

the subconjunctival and episcleral levels, as well as in the region of the postoperative fistula [5]. As a consequence, the hypotensive effect is often transient, owing to active proliferative processes within the drainage structures formed during surgery [6].

The situation is further exacerbated by the prolonged use of hypotensive medications, particularly those containing preservatives. These agents exert negative effects on the ocular surface, promoting the accumulation of cytokines, fibroblasts, collagen, and lymphocytes within the conjunctiva, thereby enhancing postoperative inflammation and reducing the efficacy of antiglaucoma surgical procedures [7].

Reparative processes in the surgical site follow the general principles of wound healing and encompass three sequential phases: inflammatory, proliferative, and remodeling. During the proliferative phase, episcleral fibroblasts are activated and migrate, accompanied by the formation of vascular structures and collagen bundles, which subsequently lead to the development of scar tissue and a reduction in aqueous humor filtration [8]. The final remodeling phase may continue for over one year.

The optimal goal of pharmacological intervention in the site of antiglaucoma surgery is to inhibit excessive fibrotic tissue formation while ensuring the development of stable, long-term functioning aqueous outflow pathways, simultaneously preserving adequate conjunctival healing [7].

In glaucoma surgery, various pharmacological strategies are employed to modulate wound healing and prevent postoperative fibrosis, including corticosteroids and nonsteroidal anti-inflammatory drugs, cytostatics, anti-VEGF agents, immunosuppressants, transforming growth factor- β inhibitors, matrix metalloproteinase inhibitors, and agents affecting placental growth factor [9]. Despite the active investigation of alternative strategies, cytostatic antimetabolites—primarily mitomycin C and 5-fluorouracil—remain the most effective and most frequently used agents due to their pronounced antifibrotic effect and proven ability to improve the long-term success of glaucoma filtration surgery [10].

Cytostatic antimetabolites act at the early stages of wound healing by inhibiting fibroblast proliferation, collagen synthesis, and scar formation. The most commonly used agents in glaucoma filtration surgery are **mitomycin C (MMC)** and **5-fluorouracil (5-FU)**. Mitomycin C, as an alkylating agent, inhibits DNA synthesis during the G1 and S phases of the cell cycle, thereby

reducing cellular proliferation [11].

MMC was first introduced for the treatment of glaucoma in the early 1990s as an adjunct to trabeculectomy. Its use provided long-term intraocular pressure (IOP) control by slowing post-operative wound healing through the inhibition of fibroblast proliferation [11]. 5-Fluorouracil (5-FU), an antimetabolite, inhibits thymidylate synthase, a key enzyme in pyrimidine nucleotide synthesis, thereby disrupting DNA replication and inducing cellular apoptosis [12].

In a prospective randomized study, Y. Kitazawa et al. demonstrated that the use of MMC in patients at high risk of surgical failure allowed intraocular pressure (IOP) to be reduced to 20 mmHg or lower in 88% of cases, whereas 5-FU was effective in only 47% of cases [13]. Similar findings were reported by G.L. Skuta et al.: an IOP reduction to 12 mmHg or lower was observed in 60% of patients treated with MMC and in 21.1% of those receiving 5-FU [14].

Objective of the Study

The aim of the present study was to evaluate the efficacy of mitomycin C in the surgical management of various forms of glaucoma.

Material and methods

A total of 52 patients (55 eyes) with glaucoma were enrolled in the study, including 23 female and 29 male subjects. The patients' ages ranged from 20 to 86 years, with a mean age of 57.6 ± 9.3 years. All patients were receiving inpatient care at the Kazakh Research Institute of Eye Diseases. Among the 55 eyes undergoing surgery, a diagnosis of open-angle glaucoma (OAG) was established in 37 cases, angle-closure glaucoma (ACG) in 9 cases, and secondary glaucoma in 9 cases. The indication for surgical intervention was eleva-

ted intraocular pressure (IOP) refractory to hypotensive therapy. The mean number of topical anti-glaucoma medications administered was 2.8 ± 0.4 , with a duration of use ranging from 1 month to 20 years.

In 8% of cases, patients had previously undergone antiglaucoma surgery between 2 and 17 years prior to hospital admission. A diagnosis of complicated cataract was established in 30 eyes,

while pseudophakia was present in 16 eyes.

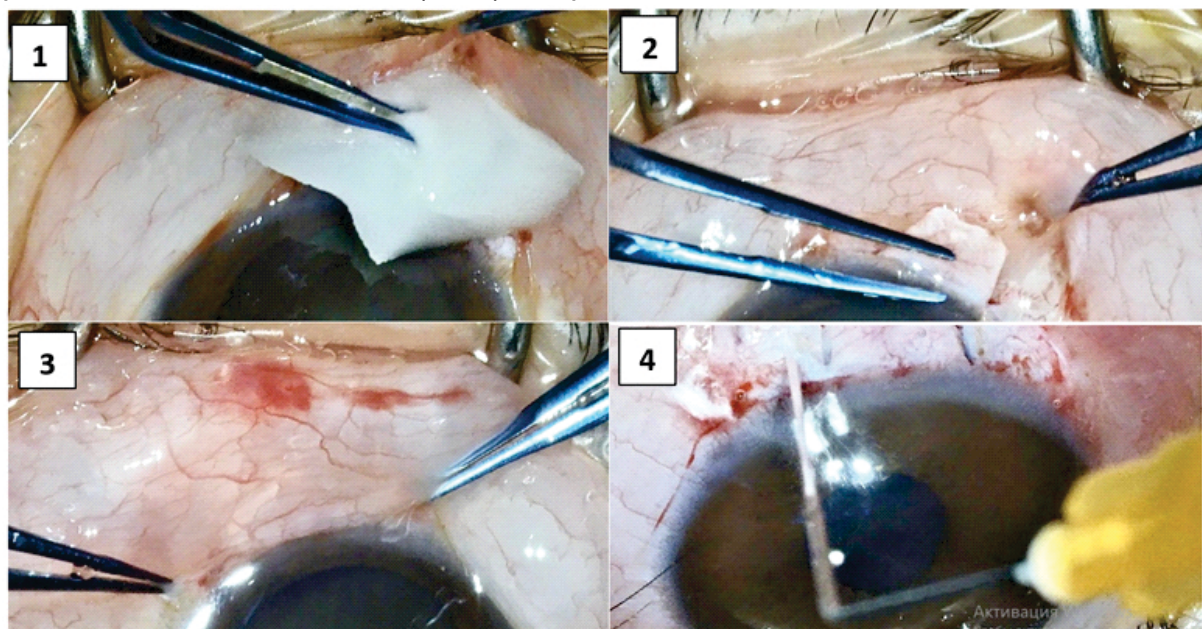
Types of surgical interventions included: trabeculectomy (TE), trabeculectomy combined with a "Repegel" or "Glautex" drainage implant (TE + drainage), phacoemulsification with intraocular lens implantation combined with trabeculectomy (Phaco + IOL + TE), and phacoemulsification with intraocular lens implantation combined with trabeculectomy and a "Repegel" or "Glautex" drainage implant (Phaco + IOL + TE + drainage). The distribution of patients according to the type of surgical procedure performed is presented in Table 1.

****Table 1 - Patient Distribution According to Type of Surgical Intervention**

[*pseudophakia]**

Patient group	Open-angle glaucoma (OAG)	Angle-closure glaucoma (ACG)	Secondary glaucoma
TE	6 (4*)	1 (1*)	-
TE + drainage	16 (8*)	1	7 (3*)
Phaco + IOL + TE	15	6	1
Phaco + IOL + TE + drainage	1	0	1
total	38 (12*)	8 (1*)	9 (3*)

In 100% of surgical procedures, a 0.4 mg/mL solution of mitomycin C was applied. In combined interventions, trabeculectomy was initially performed up to the creation of the deep scleral flap (conjunctival incision, hemostasis, dissection of the superficial scleral flap, application of MMC to the surgical bed). This was followed by cataract phacoemulsification according to standard surgical technique. Upon completion of phacoemulsification, a suture (10-0) was placed at the main corneal incision.



Subsequently, the deep scleral flap over the trabecular area was dissected, an iridectomy was performed, and the scleral and conjunctival incisions were closed in a layered fashion

Figure 1. Technique of Mitomycin C (MMC) Application in Trabeculectomy Surgery:

1 – Preparation: soaking a sponge in a 0.4 mg/mL MMC solution; 2 - Application of MMC beneath the scleral flap and under the conjunctiva; 3 - Maintaining the conjunctiva in a closed position for 4 minutes; 4 - Irrigation of the treated area with copious amounts of 0.9% NaCl solution.

Methodology for the Application of Mitomycin C (MMC)

A solution of mitomycin C (MMC) at a concentration of 0.4 mg/mL was used. To prepare this solution, 20 mg of mitomycin C was dissolved in 10 mL of 0.9% sodium chloride (NaCl), yielding a solution with a concentration of 2 mg/mL. Subsequently, 2 mL of this solution (containing 4 mg of mitomycin C) was further diluted with 8 mL of 0.9% NaCl to obtain a final concentration of 0.4 mg/mL.

The resulting MMC solution was applied intraoperatively beneath the scleral flap and the conjunctiva for 4 minutes. After exposure, the treated area was thoroughly irrigated with copious amounts of 0.9% NaCl solution. The technique for the application of mitomycin C during trabeculectomy is illustrated in Figure 1.

The effectiveness of the surgical intervention was evaluated based on intraocular pressure (IOP) levels (surgical outcome) and the frequency of needling procedures. The outcome criteria were defined as follows: **Absolute success** - achievement of the target intraocular pressure (typically ≤ 18 mmHg) without the need for additional medical therapy or further surgical intervention. **Relative success** - achievement of the target IOP with the use of adjunctive medical therapy or minor surgical manipulations (e.g., needling). **Failure** - inability to achieve the target IOP despite medical treatment, with the subsequent requirement for repeat major surgical intervention.

Intraocular pressure (IOP) was assessed preoperatively and during the early postoperative period on the 1st day, 8th day, and 1 month following surgery. The maximum follow-up duration in this study was 4 months, with IOP measurements taken at this time point in 30 patients. IOP was measured using a non-contact tonometer, NCT-200 (Rexxam [Shin Nippon], Osaka, Japan).

The safety of MMC application was evaluated based on the occurrence of the following complications: ocular hypotony, corneal depithelial-

ization, keratopathy, corneal erosions, and necrosis of the conjunctiva and sclera.

Postoperative management of patients included the instillation of antibiotics and corticosteroids according to a prescribed regimen, with mydriatics administered as needed. Peribulbar corticosteroid injections were performed on the first day following surgery.

Statistical analysis of the data was conducted using PSPP 2.0.1 and Prism 8 (GraphPad Software Inc., USA).

Results

Preoperative intraocular pressure (IOP) levels in patients ranged from 18 to 60 mmHg, with a mean value of 35.87 ± 9.78 mmHg. On the first postoperative day, the mean IOP was 14.82 ± 5.75 mmHg, on the eighth day – 13.73 ± 3.52 mmHg, at one month – 16.72 ± 6.24 mmHg, and at three months – 14.60 ± 3.24 mmHg.

Thus, a reduction in IOP by an average of 58,7% was observed during the early postoperative period.

The dynamics of intraocular pressure (IOP) before and during the early postoperative period were comparable across the different groups and were independent of the type of glaucoma. Early postoperative outcomes in the various groups, based on the criteria for assessing surgical results, are presented in Table 2.

Table 2 - Early postoperative outcomes according to the criteria for assessing surgical outcomes (*needling)

Patients group	n	Absolute success	Relative success	Failure
Open-angle glaucoma (OAG)	36	21	14 (*5)	0
Angle-closure glaucoma (ACG)	9	3	5 (*2)	1
Secondary glaucoma	10	3	7	0
Total	55	27 (49,1%)	27 (49,1%)	1 (1,8%)

According to the criteria for evaluating surgical outcomes, absolute surgical success was achieved in 27 patients (49,1%), relative success in 26 patients (49,1%), and failure was recorded in 2 patients (1,8%). Thus, at the 3-month follow-up, intraocular pressure (IOP) was successfully controlled in 96.4% of cases. Needling procedures were performed in 7 patients (12,7%), of which 6 cases achieved IOP control, while in 1 case, the surgical outcome was classified as a "failure." This patient, with near-terminal glaucoma, subsequently underwent conventional cyclophotocoagulation.

In the early postoperative period, the following complications were observed: hyphema in 3 cases (5,5%), ciliary choroidal detachment (CCD) in 3 cases (5,5%), and scleral exposure in 1 case (1,8%). Persistent hyphema on the 5th postoperative day in 2 patients required anterior chamber irrigation. In the cases of CCD, surgical drainage of the detachment was performed on the 7th day in 2 patients. Dehiscence of the postoperative suture, observed in 1 case, was addressed with a re-suturing procedure.

During the follow-up period, no complications associated with the use of MMC, including keratopathy, corneal depithelialization, corneal erosions, or necrosis of the conjunctiva or sclera, were recorded.

Discussion

The use of agents that prevent excessive scarring in the surgical zone during the postoperative period following hypotensive interventions is currently considered the gold standard in glaucoma surgery. Paradoxically, the use of these agents remains "off-label" to date. However, the necessity of their application is emphasized in all international guidelines [15], and starting from 2025, the use of mitomycin C (MMC) is governed by clinical protocols for the diagnosis and treatment of "primary glaucoma" in the Republic of Kazakhstan [16].

The aim of this study was to examine the initial experience with the application of MMC, with a primary focus on assessing the safety of its intraoperative use. The absence of complications such as corneal depithelialization, corneal erosions, conjunctival and scleral necrosis, ocular hypotony, and others, indicates a high level of safety for the proposed drug dosages. According to the literature, the frequency of needling procedures can reach up to 30% [17-19]. However, several authors note the issue of excessive trauma when performing subconjunctival injections in the filtration bleb area [20]. In our study, we excluded subconjunctival injections in the postoperative management, and needling was required in only 12% of cases.

Further investigation into the efficacy of this technique will be based on the expansion of its application and monitoring over extended postoperative periods.

REFERENCES

1. Tham Y-C, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng C-Y. Global Prevalence of Glaucoma and Projections of Glaucoma Burden through 2040: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ophthalmology*.- 2014; 121(11): 2081-2090. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.05.013>
2. Шмырева В.Ф., Петров С.Ю., Макарова А.С. Причины снижения отдаленной гипотензивной эффективности антиглаукоматозных операций и возможности ее повышения. *Глаукома*.- 2010; № 2:43-49.
3. Antonova AV, Nikolaenko VP, Brzhesky VV, Vuks AY. The efficacy of sinustrabeculectomy in the modern clinical practice. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology*.- 2023; 23(1):21-26. doi: 10.32364/2311-7729-2023-23-1-21-26.
4. Mathew RG, Parvizi S, Murdoch IE. Success of trabeculectomy surgery in relation to cataract surgery: 5-year outcomes. *Br J Ophthalmol*.- 2019; 103:1395-1400. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-312972.

5. Petrov SYu. Modern Methods of Controlling Wound Healing after Fistulizing Glaucoma Surgery. Antiinflammatory Drugs and New Trends. Ophthalmology in Russia. 2017; 14(2):99–105. doi: 10.18008/1816-5095-2017-2-99-105.
6. Skuta GL, Parrish RK. Wound healing in glaucoma filtering surgery. Surv Ophthalmol. 1987; 32(3): 149-170. [https://doi.org/10.1016/0039-6257\(87\)90091-9](https://doi.org/10.1016/0039-6257(87)90091-9)
7. Malyugin BE, Sidorova AV, Starostina AV, et al. Pharmacological modulation of wound healing in glaucoma surgery. Russian Annals of Ophthalmology.- 2022; 138(4):136–143. doi: 10.17116/oftalma2022138041136.
8. Holló G. Wound Healing and Glaucoma Surgery: Modulating the Scarring Process with Conventional Antimetabolites and New Molecules. Glaucoma Surg. 2012; 50:79-89. <https://doi.org/10.1159/000334790>
9. Радайкина М.В., Золотарев А.В., Карлова Е.В., Малов В.М., Ерошевская Е.Б. Фармакологическая коррекция избыточного рубцевания в хирургическом лечении глаукомы. Аспирантский вестник Поволжья.- 2023; 23(4):51–58. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.4.51-58.
10. Kavitha S, Tejaswini SU, Venkatesh R, Zebardast N. Wound modulation in glaucoma surgery: The role of anti-scarring agents. Indian J Ophthalmol.- 2024; 72(3):320–327. doi: 10.4103/IJO.IJO_2013_23. PMID: 38153968; PMCID: PMC11001230.
11. Mearza AA, Aslanides IM. Uses and Complications of Mitomycin C in Ophthalmology. Expert Opin Drug Saf.- 2007; 6:27-32.
12. Germanova VN, Karlova EV, Zolotarev AV. Medicated prevention of scarring after glaucoma surgery. Russian Annals of Ophthalmology. 2020; 136(4):130–137. doi: 10.17116/oftalma2020136041130.
13. Kitazawa Y, Kawase K, Matsushita H, Minobe M. Trabeculectomy with Mitomycin: A Comparative Study with Fluorouracil. Arch Ophthalmol. 1991; 109(12):1693–1698. <https://doi.org/10.1001/archophth.1991.01080120077030>
14. Skuta GL, Beeson CC, Higginbotham EJ, et al. Intraoperative Mitomycin versus Postoperative 5-Fluorouracil in High-risk Glaucoma Filtering Surgery. Ophthalmology.- 1992; 99(3):438–444. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(92\)31951-7](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(92)31951-7)
15. European Glaucoma Society. Terminology and Guidelines for Glaucoma (6th Edition). Savona, Italy: European Glaucoma Society; 2025. Available from: <https://www.eugs.org/pages/guidelines/>
16. Министерство здравоохранения Республики Казахстан. Клинический протокол диагностики и лечения первичной глаукомы. Протокол № 240, 2023. Доступно по: <https://diseases.medelement.com/disease/первичная-глаукома-кп-рк-2023/19034>.
17. Rotchford AP, King AJ. Needling revision of trabeculectomies: bleb morphology and long-term survival. Ophthalmology.- 2008; 115(7):1148–1153.e4. PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18082890/>
18. Kirwan JF, Lockwood AJ, Shah P, et al.; Trabeculectomy Outcomes Group Audit Study Group. Trabeculectomy in the 21st century: a multicenter analysis. Ophthalmology. 2013; 120 (12):2532-2539. DOI: 10.1016/j.ophtha.2013.07.049. PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24070811/>
19. Anand N, Khan A. Long-term outcomes of needle revision of trabeculectomy blebs with mitomycin C and 5-fluorouracil: a comparative safety and efficacy report. J Glaucoma. 2009; 18(7):513–520. PMID: 19223788. PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19223788/>
20. Dave B, Patel M, Suresh S, Ginjupalli M, Surya A, Albdour M, Kooner KS. Wound Modulations in Glaucoma Surgery: A Systematic Review. Bioengineering (Basel). 2024 Apr 30;11(5):446. doi: 10.3390/bioengineering11050446. PMID: 38790314; PMCID: PMC1117829.

ГЛАУКОМА С НИЗКИМ ВНУТРИГЛАЗНЫМ ДАВЛЕНИЕМ: КЛИНИКО-ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ

Г.Б. Тлеубаева, Х.У. Вахапова, Е.Н. Торебек

“Kazakh Order of the Badge of Honor Research Institute of Eye Diseases,”
г. Алматы

Ключевые слова: глаукома нормального давления, низкое внутриглазное давление, зрительный нерв, глаукоматозная оптическая нейропатия, гипотензивная терапия.

Введение. Термин «глаукома» объединяет группу хронических прогрессирующих офтальмологических заболеваний, характеризующихся поражением зрительного нерва и развитием характерных дефектов поля зрения [1]. Традиционно ведущим фактором риска развития и прогрессирования глаукомы считается повышенное внутриглазное давление (ВГД), оказывающее повреждающее воздействие как за счёт механической компрессии, так и вследствие нарушения кровоснабжения и метаболизма тканей зрительного нерва [2].

В то же время глаукома с низким внутриглазным давлением (ГНД) представляет собой особую форму глаукоматозной оптической нейропатии, при которой типичные морфофункциональные изменения диска зрительного нерва и поля зрения развиваются при уровнях ВГД, не превышающих статистическую норму [3]. Клиническая картина ГНД во многом сходна с первичной открыто-

угольной глаукомой, однако отсутствие стойкой офтальмогипертензии указывает на значимую роль альтернативных патогенетических механизмов.

Эпидемиологические исследования демонстрируют выраженные межпопуляционные различия в распространённости глаукомы нормального давления: в странах Азии её доля достигает 40–50% всех случаев глаукомы, тогда как в западных популяциях составляет около 10–20% [4]. Несмотря на нормальные значения ВГД заболевание характеризуется прогрессирующим течением и нередко приводит к выраженному снижению зрительных функций и инвалидизации пациентов.

Актуальность. Глаукома нормального давления (ГНД) остаётся одной из наиболее актуальных проблем современной офтальмологии вследствие сочетания диагностических трудностей, многофакторного патогенеза и риска прогрессирования при исходно нормальных значениях ВГД. В клинической практике ГНД нередко выявляется поздно, поскольку отсутствие офтальмогипертензии снижает настороженность врача и пациента, а функциональные жалобы на ранних этапах могут отсутствовать. При этом именно у больных с ГНД относительно часто наблюдаются парацентральные и дугообразные дефекты поля зрения, способные раньше затрагивать центральные зоны и приводить к снижению качества жизни.

Ключевым аспектом актуальности является то, что при ГНД существенную роль играют ВГД-независимые механизмы повреждения зрительного нерва. В обзорах подчёркивается значение сосудистых факторов (снижение перфузионного давления, вазоспазм, нарушения

ауторегуляции кровотока), а также нейродегенеративных процессов, которые могут усиливать уязвимость ганглиозных клеток сетчатки даже при «нормальных» цифрах ВГД [5], [6]. Клинически это часто ассоциируется с системной гипотонией, мигренью, феноменом вазоспазма и вероятным влиянием ночной гипотонии - факторов, описываемых как значимые для прогрессирования ГНД [6], [7].

Дополнительную значимость проблеме придаёт тот факт, что снижение ВГД остаётся единственным доказанным методом замедления прогрессирования, однако требуемая «целевая» величина давления при ГНД обычно ниже, чем при первичной открытоугольной глаукоме. В Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group показано, что уменьшение ВГД снижает риск прогрессирования, хотя у части пациентов продолжается ухудшение параметров, что подчёркивает вклад ВГД-независимых факторов [3]. Концепция эффективности снижения ВГД как фактора замедления прогрессирования подтверждается и крупными исследованиями по глаукоме в целом [4].

Отдельным направлением актуальности является поиск инструментов персонализации риска и мониторинга, особенно - при нормотензивном профиле заболевания. Тонкая роговица и биомеханические особенности глазного яблока способны приводить к недооценке истинного ВГД и отражать повышенную уязвимость тканей зрительного нерва. В этой связи внедрение методов оценки биомеханики (например, Corvis ST и производные индексы риска) рассматривается как перспективное дополнение к стандартным структурно-функциональным методам контроля (ОКТ и периметрия), позволяя более обоснованно определять целевое ВГД и прогнозировать прогрессирование [5], [6].

Таким образом, актуальность ГНД обусловлена:

1. Высокой распространённостью в ряде популяций.
2. Риском поздней диагностики из-за нормального ВГД.
3. Значимой ролью сосудистых и нейродегенеративных механизмов.
4. Необходимостью более строгого индивидуального контроля и персонализированного подхода к терапии и мониторингу [5], [6], [7].

Цель исследования - оценить клинические и патогенетические особенности глаукомы с низким внутриглазным давлением и определить факторы, ассоциированные с прогрессированием глаукоматозной оптической нейропатии при нормальных значениях ВГД.

Материал и методы. Для написания статьи был проведён анализ научных публикаций, опубликованных за последние 5-10 лет, посвящённых глаукоме нормального давления. Дополнительно представлено клиническое наблюдение пациентки с глаукомой с низким ВГД из клинической практики.

Клиническое наблюдение. Пациентка, 52 года, с миопией средней степени впервые обратилась к офтальмологу с целью подбора очков для работы за компьютером. Из анамнеза известно, что очки для дали носит с 18 лет, периодически меняла коррекцию в оптике. По данным предыдущих осмотров внутриглазное давление всегда находилось «в пределах нормы».

Из anamnesis vitae: системная артериальная гипотония (АД около 110/70 мм рт.ст.), с подросткового возраста - мигрень.

При первичном осмотре показатели пневмотонометрии составили 16,3 мм рт.ст. на правом глазу и 17,4 мм рт.ст. - на левом. Аксиальная длина глаз - 25,0 мм на оба глаза. При офтальмоскопии выявлены признаки глаукоматозной оптической нейропатии. Для дифференциальной диагностики проведено дополнительное комплексное обследование на глаукому (ОКТ, периметрия, биомеханически компенсированное ВГД Corvis ST).

При проведении ОСТ ДЗН и макулярной зоны на оба глаза выявлены достоверные признаки глаукомной оптической нейропатии, включающие истончение ганглиозного клеточного комплекса (GCL+) (рисунок 1): преимущественно в пара- и супрафовеальных зонах, которые коррелируют с толщиной слоя нервных волокон (RNFL). В макулярных секторных диаграммах определяются множественные патологические зоны, которые соответствуют функциональным дефектам поля зрения.

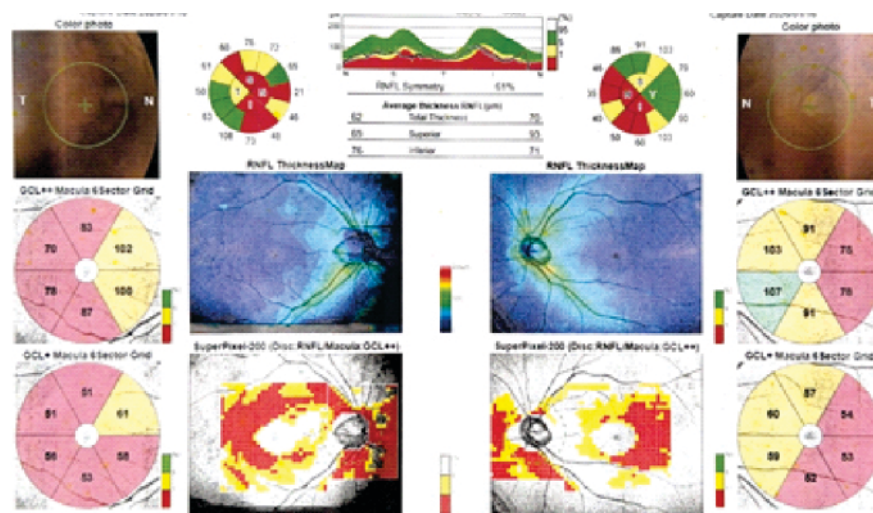


Рисунок 1. Показатели ганглиозного клеточного комплекса (GCL+)

При оценке ОСТ ДЗН (рисунок 2) выявлено: выраженное, асимметричное между глазами истончение (RNFL) с преимущественным поражением верхнего и нижнего квадрантов (классический глаукоматозный признак). Экскавация ДЗН расширена с истончением нейроретинального ободка, особенно - по вертикали и нарушение правила SINT.

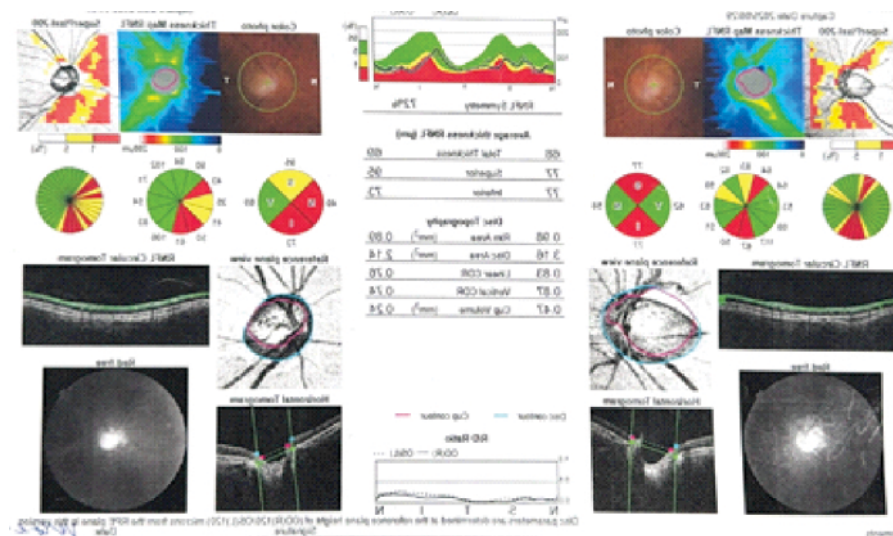


Рисунок 2. Оптическая когерентная томография ДЗН

По данным периметрии (рисунок 3) выявлено, что поле зрения, в целом, сохранено, но есть расширенные участки снижения чувствительности, сливающиеся скотомы с тенденцией к дугообразным изменениям. Глобальные индексы (PD, AD, GHT) указывают на диффузные изменения, более выраженные на правом глазу. По данным периметрии: качество поля зрения снижено, изменения ассиметричны, более выражены на правом глазу, что характерно для глаукоматозного поражения ДЗН.

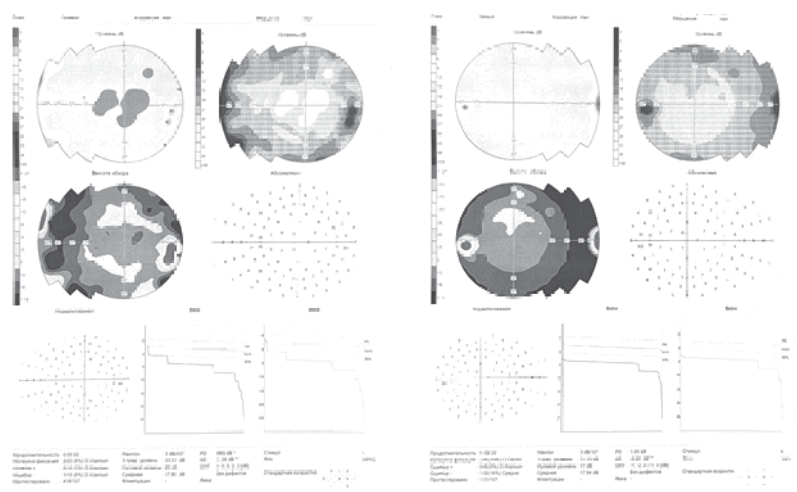


Рисунок 3. Показатели периметрии

При оценке тонометрии и биомеханических свойств роговицы по Corvis ST с акцентом на вероятность глаукомы для каждого глаза (рисунок 4) выявлено, что на оба глаза тонкая роговица (справа - 475 и слева - 466 мкм) и Biomechanical Glaucoma Factor (BGF) на оба глаза имеет глаукоматозный характер.

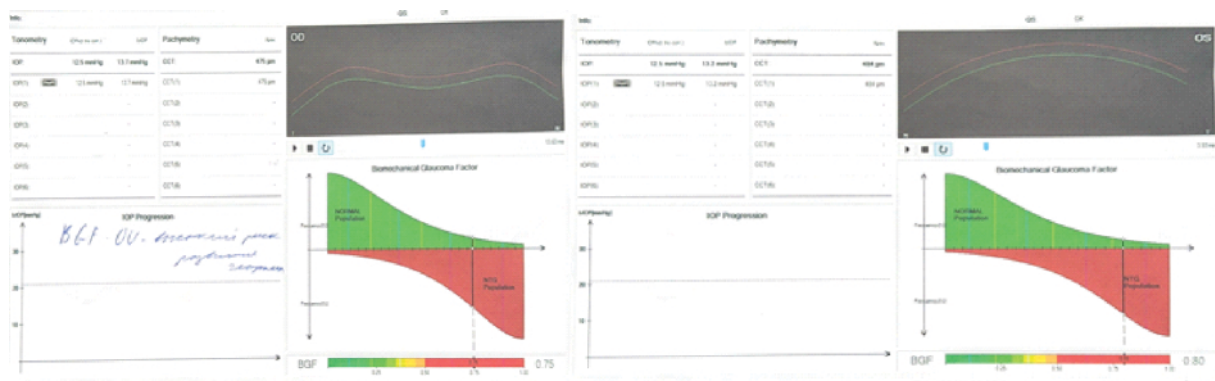


Рисунок 4. Биомеханический глаукомный фактор по данным Corvis ST

По результатам обследования пациентке был впервые выставлен диагноз глаукомы с низким давлением. Несмотря на то, что показатели тонометрии - в пределах статистической нормы, пациентке назначена местная гипотензивная терапия - простагландины в бесконсервантной форме. При оценке показателей в динамике через 4 месяца выявлено, что по данным OCT ДЗН состояние зрительного нерва стабильное, без дальнейшего ухудшения (рисунок 5).

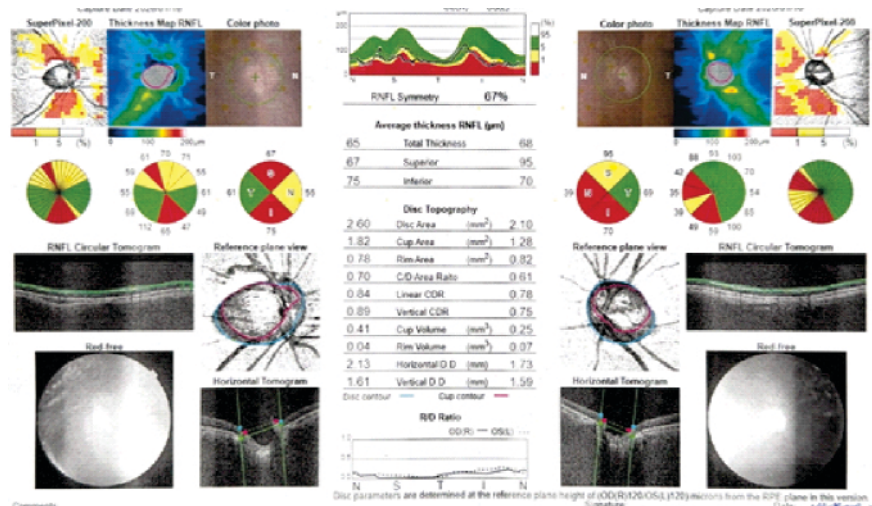


Рисунок 5. Данные OCT ДЗН в динамике

При оценке периметрических данных на фоне лечения (рисунок 6) на правом глазу отмечается функциональное улучшение, особенно - за счёт уменьшения диффузного компонента: повысилась общая чувствительность, глубина парацентральных дефектов снизилась, уменьшилось количество грубых отрицательных значений, и дефект стал более локальным. На левом глазу отмечается стабилизация без ухудшения: новых скотом не появилось, существующие не увеличились, глубина дефектов частично уменьшилась, но полностью не регрессировала.

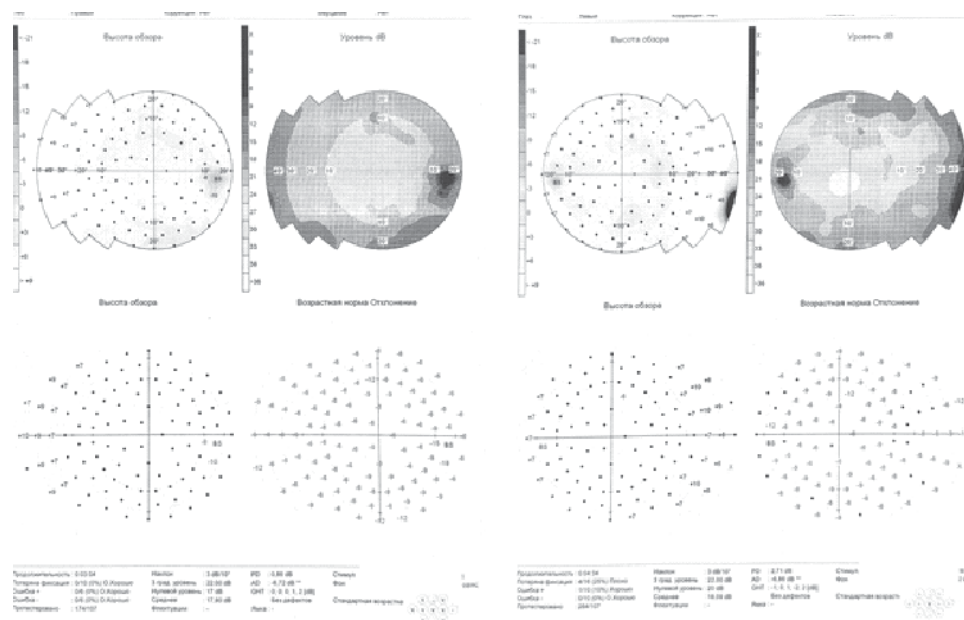


Рисунок 6. Периметрия в динамике, на фоне лечения

При оценке биомеханических показателей по данным Corvis ST (рисунок 7) на фоне лечения выявлено, что ВГД на обоих глазах находится в низконормальном диапазоне. Не отмечено ухудшения биомеханических показателей, кривые деформации роговицы остаются стабильными, а значения BGF не демонстрируют тенденции к дальнейшему смещению в патологическую зону. Это свидетельствует о том, что достигнутый уровень ВГД является адекватным с учётом толщины и биомеханики роговицы.

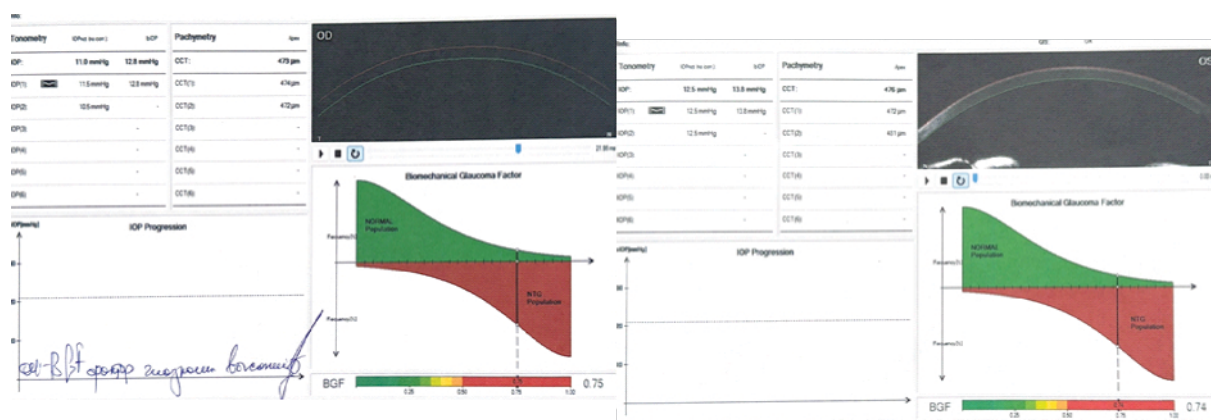


Рисунок 6. Биомеханические показатели по данным Corvis ST в динамике, на фоне лечения

Обсуждение. В данном клиническом наблюдении эффективность противоглаукомного лечения оценивалась на основании комплексного анализа структурных (ОКТ), функциональных (автоматизированная периметрия) и биомеханических (Corvis ST) показателей, что соответствует современным подходам к мониторингу глаукомы.

Данные оптической когерентной томографии. По данным ОКТ выявлены характерные признаки глаукоматозной оптической нейропатии, включая истончение слоя нервных волокон сетчатки, комплекса ганглиозных клеток, а также увеличение экскавации диска зрительного нерва с нарушением правила ISNT. При динамическом наблюдении на фоне лечения отрицательной структурной динамики не выявлено: толщина RNFL и GCL остаётся стабильной, зоны истончения не расширяются, показатели экскавации диска зрительного нерва не увеличиваются. Отсутствие прогрессирования структурных изменений является ключевым критерием эффективности лечения, поскольку восстановление утраченных нервных волокон при глаукоме невозможно.

По данным статической пороговой автоматизированной периметрии на фоне лечения отмечена функциональная стабилизация и частичное улучшение показателей поля зрения по сравнению с исходным состоянием. Наблюдается уменьшение выраженности диффузной депрессии светочувствительности, отсутствие углубления и расширения ранее выявленных глаукоматозных скотом, а также отсутствие появления новых дефектов. Полученные данные свидетельствуют о стабилизации функционального состояния зрительного нерва.

Следует отметить, что при глаукоме улучшение показателей периметрии возможно за счёт снижения внутриглазного давления, уменьшения ишемии и метаболической дисфункции ганглиозных клеток сетчатки, что не противоречит отсутствию регресса структурных изменений по данным ОКТ.

По данным тонометрии и биомеханической оценки роговицы Corvis ST истинное ВГД на фоне лечения находится в низком или низкормальном диапазоне. При этом выявлена уменьшенная центральная толщина роговицы, что может приводить к недооценке истинного уровня ВГД при стандартной тонометрии и требует индивидуального подхода к определе-

нию целевого давления. Значения BGF на обоих глазах смещены в сторону глаукоматозной (NTG) популяции, что указывает на повышенную уязвимость зрительного нерва к воздействию внутриглазного давления даже при относительно низких его значениях. При динамическом наблюдении ухудшения биомеханических показателей не выявлено, значения BGF остаются стабильными, что подтверждает адекватность достигнутого уровня ВГД с учётом индивидуальных биомеханических характеристик глаза.

Комплексная оценка эффективности лечения.

Таким образом, совокупный анализ данных ОКТ, периметрии и Corvis ST свидетельствует о том, что на фоне проводимого лечения достигнута структурно-функциональная стабилизация глаукоматозного процесса. Отсутствие прогрессирования по данным ОКТ, функциональная стабилизация поля зрения и контроль ВГД с учётом биомеханических факторов риска позволяют расценивать проводимую терапию как эффективную на текущем этапе заболевания.

Заключение. Комплексная оценка результатов лечения с использованием оптической когерентной томографии, автоматизированной периметрии и Corvis ST показала отсутствие структурного прогрессирования глаукоматозной оптической нейропатии и стабилизацию функциональных показателей поля зрения. Контроль внутриглазного давления достигнут на уровне индивидуального целевого значения с учётом биомеханических свойств роговицы. Полученные данные подтверждают эффективность

проводимой противоглаукомной терапии и целесообразность использования мультипараметрического подхода для мониторинга пациентов с глаукомой нормального давления.

Выводы

1. Глаукома с низким внутриглазным давлением является клинически значимой и патогенетически сложной формой глаукоматозной оптической нейропатии.

2. Заболевание может прогрессировать при нормальных значениях ВГД, что подтверждает многофакторный характер его патогенеза.

3. Комплексное офтальмологическое обследование с использованием ОКТ, периметрии и Corvis ST позволяет выявлять глаукому нормального давления на ранних стадиях.

4. Назначение гипотензивной терапии даже при нормальном уровне ВГД способствует стабилизации глаукоматозного процесса и замедлению его прогрессирования.

5. Ведение пациентов с глаукомой нормального давления требует индивидуализированного подхода и регулярного динамического наблюдения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Suggested citation for this article: Costagliola C, Agnifili L, Mastropasqua L, di Costanzo A. Low-Tension Glaucoma: An Oxymoron in Ophthalmology. *Prev Chronic Dis* 2019; 16:180534. DOI: <http://dx.doi.org/10.5888/pcd16.180534>.

2. Journal of Glaucoma Publish Ahead of Print Sunu Mathew, MBBS, DNB1, Alon Harris, MS, PhD, FARVO1, Colin M Ridenour, MD1, Barbara M Wirostko, MD, PhD2, Kendall M Burgett, BS1, Molly D Scripture BS1, Brent Siesky, MS, PhD1).

3. The effectiveness of intraocular pressure reduction in the treatment of normal-tension glaucoma. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. *Am J Ophthalmol*. 1998 Oct;126(4):498-505. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)].

4. Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, Hyman L, Bengtsson B, Hussein M., Early Manifest Glaucoma Trial Group. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol*. 2002 Oct; 120(10):1268-79. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)].

5. Adeghate J, Rahmatnejad K, Waisbourd M, Katz LJ. Intraocular pressure-independent management of normal tension glaucoma. *Surv Ophthalmol*. 2019 Jan-Feb; 64(1):101-110. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)].

6. Killer HE, Pircher A. Normal tension glaucoma: review of current understanding and mechanisms of the pathogenesis. *Eye (Lond)*.- 2018, May; 32(5): 924-930. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Reference list](#)].

7. Drance S, Anderson DR, Schulzer M., Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. Risk factors for progression of visual field abnormalities in normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol*. -2001, Jun; 131(6):699-708. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)].

8. Chen YY, Lai YJ, Yen YF, Shen YC, Wang CY, Liang CY, Lin KH, Fan LW. Association between normal tension glaucoma and the risk of Alzheimer's disease: a nationwide population-based cohort study in Taiwan. *BMJ Open*. 2018 Nov 05; 8(11): e022987. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Reference list](#)].

9. Uigley HA. Glaucoma. *Lancet*. 2011 Apr 16; 377(9774): 1367-77. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)].

10. Lawlor M, Quartilho A, Bunce C, Nathwani N, Dowse E, Kamal D, Gazzard G. Patients with Normal Tension Glaucoma Have Relative Sparing of the Relative Afferent Pupillary Defect Compared to Those With Open Angle Glaucoma and Elevated Intraocular Pressure. *Invest Ophthalmol Vis Sci*.- 2017? Oct 01; 58(12):5237-5241. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)].

РЕЗЮМЕ

Глаукома с низким внутриглазным давлением: клинико-патогенетические особенности и подходы к лечению

Г.Б. Тлеубаева, Х.У. Вахапова, Е.Н. Торебек

“Kazakh Order of the Badge of Honor Research Institute of Eye Diseases,”
г. Алматы

Ключевые слова: глаукома нормального давления, низкое внутриглазное давление, зрительный нерв, глаукоматозная оптическая нейропатия, гипотензивная терапия.

В статье подробно рассматриваются основные причины и патогенетические механизмы развития глаукомы с низким внутриглазным давлением, а также современные методы её диагностики и подходы к своевременному лечению. Особое внимание уделено сосудистым и нейродегенеративным механизмам, участвующим в прогрессировании глаукоматозной оптической нейропатии. Кроме того, в работе представлены клинические случаи пациентов из практики, иллюстрирующие особенности течения заболевания, диагностические сложности и эффективность проводимой терапии при динамическом наблюдении.

ТҰЖЫРЫМ

Төмен көзішілік қысыммен жүретін глаукома: клиникалық-патогенетикалық ерекшеліктері және емдеу тәсілдері

Г.Б. Тлеубаева, Х.У. Вахапова, Е.Н. Торебек

«Құрмет Белгісі» орденді Қазақ көз аурулары ғылыми-зерттеу институты»,
ЖШС, Алматы қ.

Кілт сөздер: қалыпты қысымды глаукома, төмен көзішілік қысым, көру жүйкесі, глаукоматозды оптикалық нейропатия, гипотензивті терапия. Мақалада төмен (қалыпты) көзішілік қысыммен жүретін глаукоманың дамуының негізгі себептері мен патогенетикалық механизмдері, сондай-ақ оны диагностикалаудың заманауи әдістері мен уақтылы емдеу тәсілдері жан-жақты қарастырылған. Глаукоматозды оптикалық нейропатияның үдеуіне қатысатын тамырлық және нейродегенеративтік механизмдерге ерекше назар аударылған. Сонымен қатар, жұмыста аурудың ағым ерекшеліктерін, диагностикалық қиындықтарды және динамикалық бақылау жағдайында жүргізілген терапияның тиімділігін көрсететін клиникалық тәжірибеден алынған пациенттердің жағдайлары ұсынылған.

SUMMARY

Low-Tension Glaucoma: Clinical and pathogenetic features
and approaches to treatment

G.B. Tleubayeva, K.U. Vakhapova, Y.N. Torebek

«Kazakh Order “Badge of Honor” LLP Research Institute of Eye Diseases», Almaty

Keywords: normal-tension glaucoma, low intraocular pressure, optic nerve, glaucomatous optic neuropathy, hypotensive therapy.

The article provides a detailed analysis of the main causes and pathogenetic mechanisms underlying the development of low-tension glaucoma, as well as contemporary diagnostic methods and approaches to timely treatment. Particular attention is paid to vascular and neurodegenerative mechanisms involved in the progression of glaucomatous optic neuropathy. In addition, the paper presents clinical cases from practice that illustrate the features of disease progression, diagnostic challenges, and the effectiveness of ongoing therapy during dynamic follow-up.

LOW-TENSION GLAUCOMA: CLINICAL AND PATHOGENETIC FEATURES AND TREATMENT APPROACHES

G.B. Tleubayeva, K.U. Vakhapova, Y.N. Torebek

Kazakh Order of the Badge of Honour Research Institute of Eye Diseases LLP

Almaty

Key words: normal-pressure glaucoma, low intraocular pressure, optic nerve, glaucomatous optic neuropathy, hypotensive therapy.

The term “glaucoma” encompasses a group of chronic progressive ophthalmic diseases characterized by damage to the optic nerve and the development of characteristic visual field defects [1]. Traditionally, the leading risk factor for the development and progression of glaucoma is considered elevated intraocular pressure (IOP), which has a damaging effect both through mechanical compression and due to impaired blood supply and metabolism of the optic nerve tissues [2].

At the same time, low-tension glaucoma (LTG) represents a distinct form of glaucomatous optic neuropathy in which typical morphofunctional changes of the optic disc and visual field develop at IOP levels that do not exceed the statistically normal range [3]. The clinical presentation of LTG largely resembles that of primary open-angle glaucoma; however, the absence of persistent ocular hypertension indicates a significant role of alternative pathogenetic mechanisms.

Epidemiological studies demonstrate marked interpopulation differences in the prevalence of normal-tension glaucoma: in Asian countries, its proportion reaches 40–50% of all glaucoma cases, whereas in Western popu-

lations it accounts for approximately 10–20% [4]. Despite normal IOP values, the disease is characterized by a progressive course and frequently leads to significant visual function impairment and patient disability.

Relevance

Normal-tension glaucoma remains one of the most significant problems in contemporary ophthalmology due to the combination of diagnostic challenges, multifactorial pathogenesis, and the risk of progression at initially normal IOP levels. In clinical practice, LTG is often detected at advanced stages, since the absence of ocular hypertension reduces both physician and patient vigilance, and functional complaints may be absent in the early phases. At the same time, patients with LTG relatively often develop paracentral and arcuate visual field defects, which may involve central regions earlier and lead to a reduction in quality of life.

A key aspect of its relevance is that IOP-independent mechanisms of optic nerve damage play a significant role in normal-tension glaucoma. Reviews emphasize the importance of vascular factors (reduced perfusion pressure, vasospasm, and impaired autoregulation of blood flow), as well as neurodegenerative processes that may increase the vulnerability of retinal ganglion cells even at “normal” IOP levels [5], [6]. Clinically, this is frequently associated with systemic hypotension, migraine, vasospastic phenomena, and the probable influence of nocturnal hypotension-factors described as significant contributors to the progression of normal-tension glaucoma [6], [7].

The problem is further compounded by the fact that lowering IOP remains the only proven method for slowing disease progression; however, the required “target” pressure in normal-tension glaucoma is generally lower than in primary open-angle glaucoma. The Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group demonstrated that IOP lowering reduces the risk of progression, although deterioration of clinical parameters

continues in a subset of patients, highlighting the contribution of IOP-independent factors [3]. The concept that IOP reduction is effective in slowing progression is also supported by large-scale studies of glaucoma in general.

A separate area of relevance is the search for tools enabling risk personalization and monitoring, particularly in the normotensive disease profile. A thin cornea and biomechanical characteristics of the globe may lead to underestimation of the true IOP and reflect increased vulnerability of optic nerve tissues. In this context, the introduction of biomechanical assessment methods (e.g., Corvis ST and derived risk indices) is considered a promising adjunct to standard structural and functional monitoring modalities (OCT and perimetry), allowing a more substantiated determination of target IOP and improved prediction of disease progression [5], [6].

Thus, the relevance of normal-tension glaucoma is determined by:

1. High prevalence in certain populations.
2. The risk of delayed diagnosis due to normal IOP levels.
3. The significant role of vascular and neurodegenerative mechanisms.
4. The need for stricter individualized control and a personalized approach to therapy and monitoring [5], [6], [7].

Study Objective. To evaluate the clinical and pathogenetic features of low-tension glaucoma and to identify factors associated with the progression of glaucomatous optic neuropathy at normal IOP levels.

Material and Methods. Preparation of the article included an analysis of scientific publications from the past 5-10 years addressing normal-tension glaucoma. In addition, a clinical case of a patient with low-tension glaucoma from routine clinical practice is presented.

Clinical Case. A 52-year-old female patient with moderate myopia first visited an ophthalmologist to

select glasses for working at a computer. Her medical history revealed that she had worn distance correction glasses since the age of 18 and had periodically updated her prescription at optical centers. According to previous examinations, intraocular pressure had always been reported as "within normal limits."

From the anamnesis vitae: systemic arterial hypotension (blood pressure approximately 110/70 mmHg) and a history of migraine since adolescence.

At the initial examination, non-contact tonometry readings were 16.3 mmHg in the right eye and 17.4 mmHg in the left eye. Axial length measured 25.0 mm in both eyes. Ophthalmoscopy revealed signs of glaucomatous optic neuropathy. For differential diagnosis, a comprehensive glaucoma evaluation was performed, including OCT, perimetry, and biomechanically compensated IOP measurement using Corvis ST.

Optical coherence tomography of the optic nerve head and macular region in both eyes revealed reliable signs of glaucomatous optic neuropathy, including thinning of the ganglion cell complex (GCL+) (Figure 1), predominantly in the parafoveal and superfoveal regions, correlating with retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness. Sectoral macular maps demonstrated multiple pathological areas corresponding to functional visual field defects.

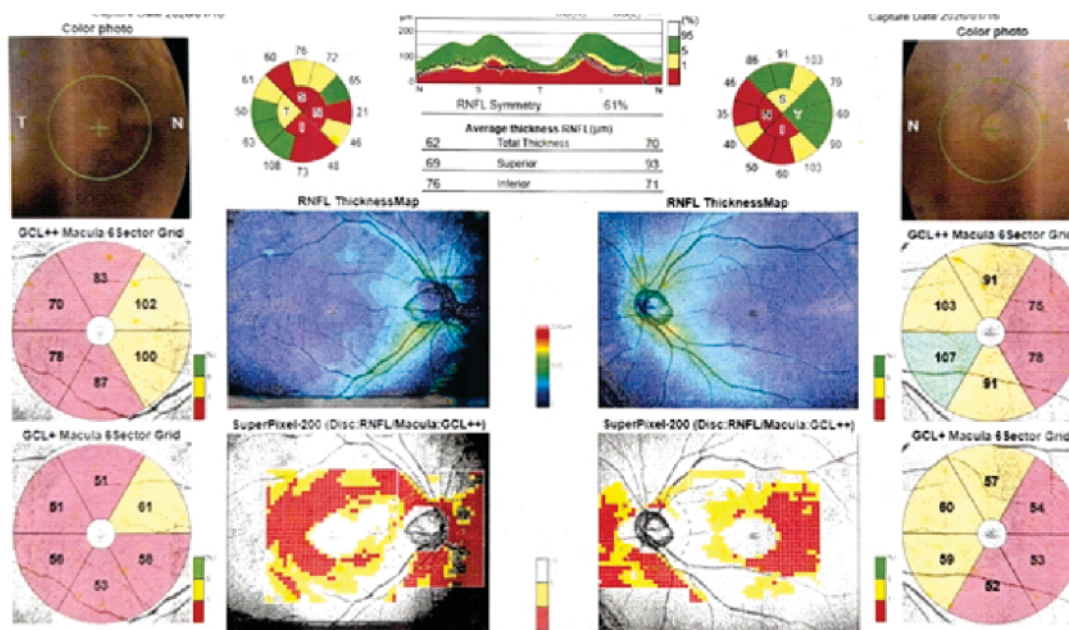


Figure 1. Ganglion Cell Complex (GCL+) Parameters

OCT assessment of the optic nerve head (Figure 2) revealed pronounced RNFL thinning, asymmetric between the eyes, with predominant involvement of the superior and inferior quadrants (a classic glaucomatous feature). Optic disc cupping was enlarged with thinning of the neuroretinal rim, particularly in the vertical meridian, and violation of the ISNT rule.

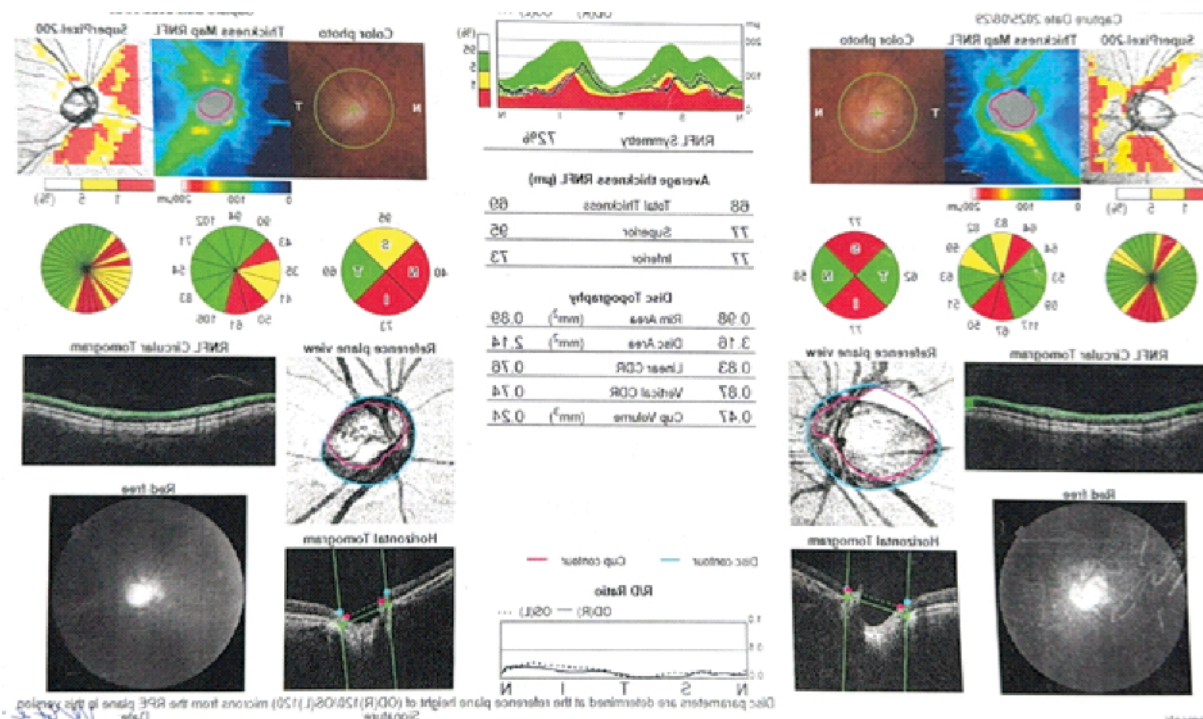


Figure 2. Optical Coherence Tomography of the Optic Nerve Head

Perimetry data (Figure 3) showed that the visual field was generally preserved; however, there were enlarged areas of reduced sensitivity and confluent scotomas with a tendency toward arcuate patterns. Global indices (PD, AD, GHT) indicated diffuse changes, more pronounced in the right eye. Overall, according to the perimetry data, the quality of visual field was reduced, with asymmetric alterations that were greater in the right eye.

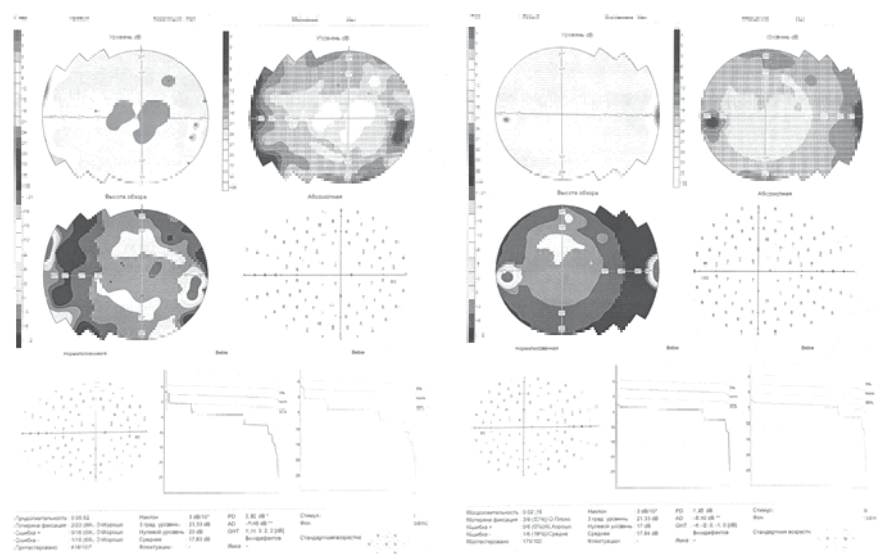


Figure 3. Perimetry Parameters

When evaluating tonometry and corneal biomechanical properties using Corvis ST, with emphasis on glaucoma probability for each eye (Figure 4), both eyes were found to have thin corneas (475 μm in the right eye and 466 μm in the left eye). The Biomechanical Glaucoma Factor (BGF) values in both eyes were within the glaucomatous range.

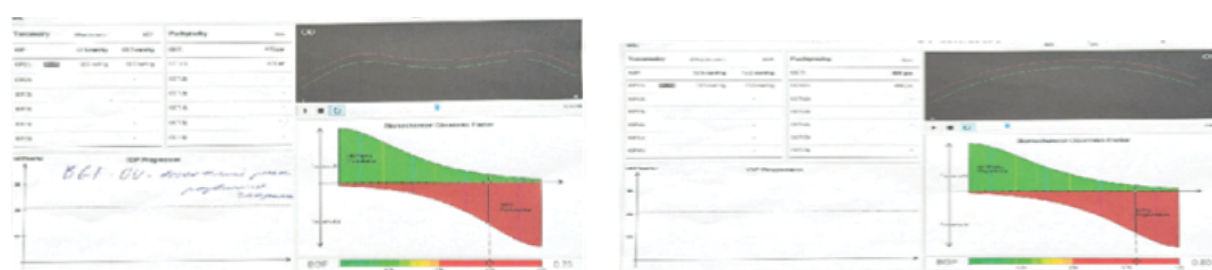


Figure 4. Biomechanical Glaucoma Factor According to Corvis ST

Based on the examination results, the patient was diagnosed with normal-tension glaucoma for the first time. Despite tonometry values being within the statistically normal range, topical hypotensive therapy with preservative-free prostaglandin analogues was initiated. Follow-up evaluation after 4 months demonstrated stable optic nerve head status on OCT, with no evidence of further deterioration (Figure 5).

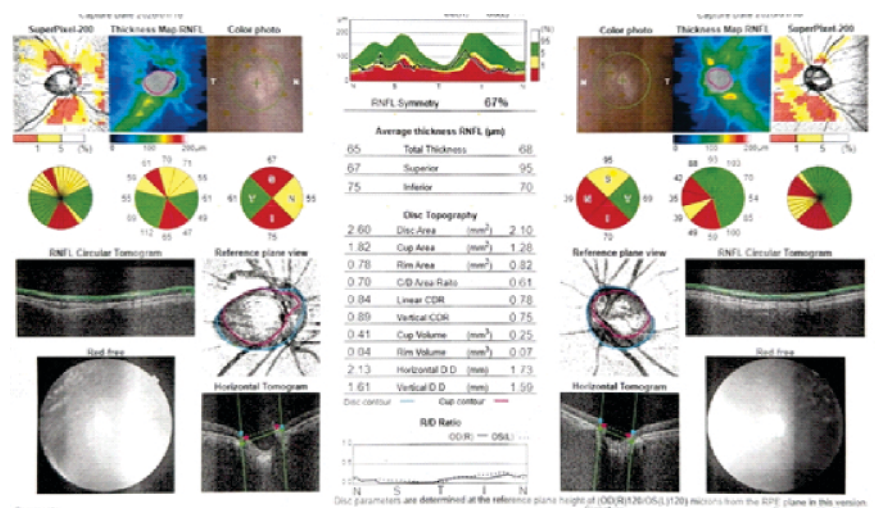


Figure 5. Optic Nerve Head OCT Findings in Follow-up

During treatment, evaluation of perimetric data (Figure 6) demonstrated functional improvement in the right eye, primarily due to a reduction of the diffuse component: overall sensitivity increased, the depth of paracentral defects decreased, the number of markedly negative points declined, and the defect pattern became more localized. The left eye showed stabilization without deterioration: no new scotomas developed, existing defects did not enlarge, and defect depth partially decreased, although complete regression was not observed.

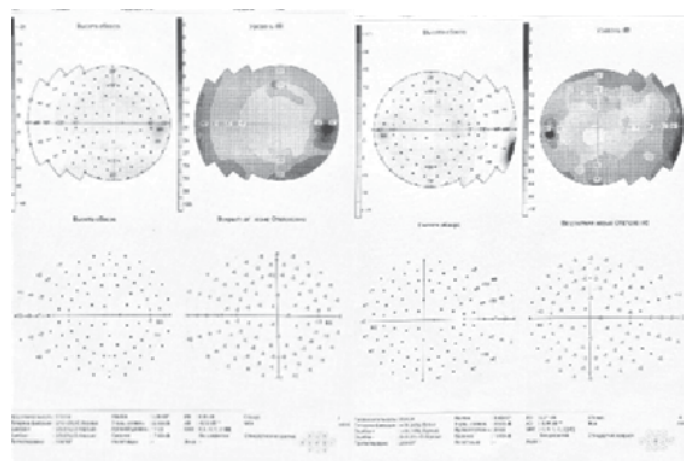


Figure 6. Perimetry Dynamics During Treatment

During treatment, assessment of biomechanical parameters based on Corvis ST data (Figure 7) showed that IOP in both eyes remained within the low-normal range. No deterioration of biomechanical parameters was observed; corneal deformation curves remained stable, and BGF values showed no tendency toward further shift into the pathological range. This indicates that the achieved IOP level is adequate, considering corneal thickness and biomechanical properties.

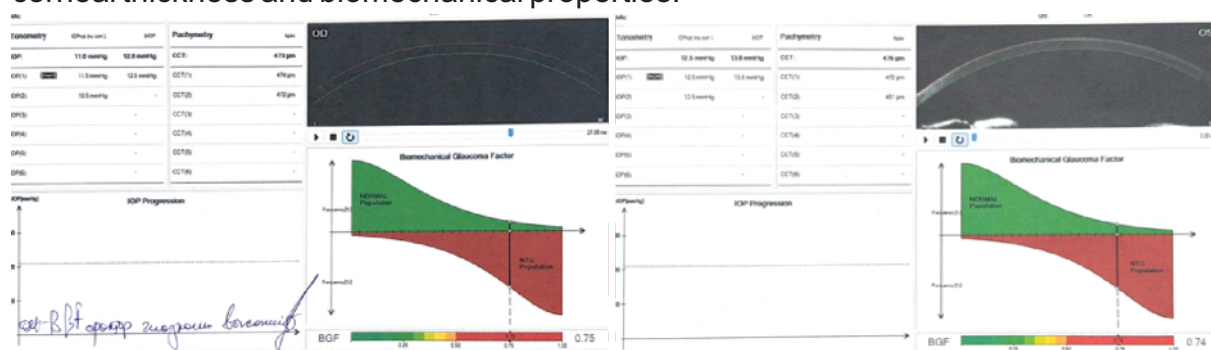


Figure 7. Corneal Biomechanical Parameters According to Corvis ST in Dynamics During Treatment

Discussion. In this clinical case, the effectiveness of antiglaucoma therapy was assessed based on a comprehensive analysis of structural (OCT), functional (automated perimetry), and biomechanical parameters obtained using Corvis ST, which is consistent with current approaches to glaucoma monitoring.

Optical Coherence Tomography Findings. OCT revealed characteristic signs of glaucomatous optic neuropathy, including thinning of the retinal nerve fiber layer (RNFL), the ganglion cell complex, and enlargement of optic disc cupping with violation of the ISNT rule. During follow-up under treatment, no negative structural dynamics were detected: RNFL and GCL thickness remained stable, areas of thinning did not expand, and optic disc cupping parameters did not increase. The absence of structural progression is a key criterion of treatment effectiveness, since restoration of lost nerve fibers in glaucoma is not possible.

According to static threshold automated perimetry performed during treatment, functional stabilization and partial improvement of visual field parameters were observed compared with baseline. A reduction in the severity of diffuse depression of light sensitivity was noted, with no deepening or enlargement of previously identified glaucomatous scotomas and no emergence of new defects. These findings indicate stabilization of the functional status of the optic nerve.

It should be noted that in glaucoma, improvement of perimetric parameters may occur as a result of intraocular pressure reduction, decreased ischemia, and improved metabolic function of retinal ganglion cells, which does not contradict the absence of regression of structural changes on OCT.

According to tonometry and corneal biomechanical assessment using Corvis ST, the true IOP during treatment was within the low or low-normal range. Reduced central corneal thickness was identified, which may lead to underestimation of the true IOP level with standard tonometry and necessitates an individualized approach to target pressure determination. BGF values in both eyes were shifted toward the glaucomatous (NTG) population range, indicating increased susceptibility of the optic nerve to the effects of intraocular pressure even at relatively low values. During follow-up, no deterioration of biomechanical parameters was observed, and BGF values remained stable, confirming the adequacy of the achieved IOP level with consideration of the eye's individual biomechanical characteristics.

Comprehensive Assessment of Treatment Effectiveness

In summary, the combined analysis of OCT, perimetry, and Corvis ST data indicates that structural and functional stabilization of the glaucomatous process has been achieved during treatment. The absence of progression on OCT, functional stabilization of the visual field, and IOP control with consideration of biomechanical risk factors allow the current therapy to be regarded as effective at this stage of the disease.

Conclusion. Comprehensive assessment of treatment outcomes using optical coherence tomography, automated perimetry, and Corvis ST demonstrated the absence of structural progression of glaucomatous optic neuropathy and stabilization of functional visual field parameters. Intraocular pressure control was achieved at the individualized target level, taking into account corneal biomechanical properties. The findings confirm the effectiveness of the ongoing antiglaucoma therapy and support the use of a multiparametric approach for monitoring patients with normal-tension glaucoma.

Key points

1. Low-tension glaucoma represents a clinically significant and pathogenetically complex form of glaucomatous optic neuropathy.
2. The disease may progress at normal IOP levels, confirming the multifactorial nature of its pathogenesis.
3. Comprehensive ophthalmic evaluation using OCT, perimetry, and Corvis ST enables early detection of normal-tension glaucoma.
4. Initiation of hypotensive therapy, even at normal IOP levels, contributes to stabilization of the glaucomatous process and slowing of its progression.
5. Management of patients with normal-tension glaucoma requires an individualized approach and regular follow-up in dynamics.

REFERENCES

1. Suggested citation for this article: Costagliola C, Agnifili L, Mastropasqua L, di Costanzo A. Low-Tension Glaucoma: An Oxymoron in Ophthalmology. *Prev Chronic Dis* 2019; 16:180534. DOI: <http://dx.doi.org/10.5888/pcd16.180534>.
2. Journal of Glaucoma Publish Ahead of Print Sunu Mathew, MBBS, DNB1, Alon Harris, MS, PhD, FARVO1, Colin M Ridenou, MD1, Barbara M Wirostko, MD, PhD2, Kendall M Burgett, BS1, Molly D Scripture BS1, Brent Siesky, MS, PhD1).
3. The effectiveness of intraocular pressure reduction in the treatment of normal-tension glaucoma. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. *Am J Ophthalmol*. 1998 Oct; 126(4): 498-505. [PubMed] [Reference list].
4. Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, Hyman L, Bengtsson B, Hussein M., Early Manifest Glaucoma Trial Group. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol*. 2002 Oct; 120(10):1268-79. [PubMed] [Reference list].
5. Adeghate J, Rahmatnejad K, Waisbourd M, Katz LJ. Intraocular pressure-independent management of normal tension glaucoma. *Surv Ophthalmol*. 2019 Jan-Feb; 64(1):101-110. [PubMed] [Reference list].
6. Killer HE, Pircher A. Normal tension glaucoma: review of current understanding and mechanisms of the pathogenesis. *Eye (Lond)*. 2018 May; 32(5):924-930. [PMC free article] [PubMed] [Reference list].
7. Drance S, Anderson DR, Schulzer M., Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. Risk factors for progression of visual field abnormalities in normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2001 Jun; 131(6): 699-708. [PubMed] [Reference list].
8. Chen YY, Lai YJ, Yen YF, Shen YC, Wang CY, Liang CY, Lin KH, Fan LW. Association between normal tension glaucoma and the risk of Alzheimer's disease: a nationwide population-based cohort study in Taiwan. *BMJ Open*. 2018 Nov 05; 8(11): e022987. [PMC free article] [PubMed] [Reference list].
9. Uigley HA. Glaucoma. *Lancet*. 2011 Apr 16; 377(9774):1367-77. [PubMed] [Reference list].
10. Lawlor M, Quartilho A, Bunce C, Nathwani N, Dowse E, Kamal D, Gazzard G. Patients With Normal Tension Glaucoma Have Relative Sparing of the Relative Afferent Pupillary Defect Compared to Those With Open Angle Glaucoma and Elevated Intraocular Pressure. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017 Oct 01; 58(12): 5237-5241. [PubMed] [Reference list].

WORLD GLAUCOMA WEEK AT THE KAZAKH RESEARCH INSTITUTE OF EYE DISEASES (ASTANA): SCREENING RESULTS FOR 2023–2025

A.S. Mukazhanova, K.O. Omarova, A.R. Anuvarova, A.A. Tleulesova

Kazakh Research Institute of Eye Diseases, Astana

Introduction. World Glaucoma Week (WGW) is a global initiative led by the World Glaucoma Association (WGA), aimed at increasing public awareness of one of the most severe ophthalmic diseases. [1] Within the framework of World Glaucoma Week from 2023 to 2025, the Astana branch of the Kazakh Research Institute of Eye Diseases conducted standardized screening examinations for volunteers, including visitors, accompanying persons, and institute staff. These activities were complemented by patient lectures and the distribution of educational materials.

The primary objective of the screening during "World Glaucoma Week" was the active identification of individuals with elevated intraocular pressure (IOP) to facilitate early glaucoma diagnosis and prevent irreversible vision loss.

Background. WGW is held annually worldwide, encompassing various public awareness initiatives aimed at early glaucoma diagnosis and the prevention of irreversible vision loss. Both in our country and in global practice, national screening programs have been implemented for early glaucoma detection, with mass intraocular pressure (IOP) measurement as their core element. Although standard tonometry remains the fundamental screening method, it is not without limitations. In particular, corneal biomechanical parameters, such as central corneal thickness (CCT), significantly influence tonometry results. Failure to account for these individual ocular features leads to diagnostic errors. This has led to the development of various algorithms and correction factors proposed by different authors to minimize tonometric inaccuracies. Unfortunately, a single universal formula for IOP recalculation does not exist today. The most frequently utilized models are the Dresden protocol (2006) and the Ehlers algorithm (1975). The Dresden protocol involves an IOP correction of approximately 1.0 mmHg for every 25 µm deviation from the mean corneal thickness. The Ehlers algorithm applies a correction of 0,7

mmHg for every 10 µm deviation. This formula intentionally allows for moderate overdiagnosis, which facilitates the identification of patients with concealed ocular hypertension associated with thin corneas [2, 3.]

This is particularly relevant for large-scale screening programs, where a rapid assessment of IOP determines the subsequent clinical management and the patient's long-term visual prognosis.

Material and Methods. The screening within the framework of World Glaucoma Week was conducted annually in March (2023–2025) at the Astana branch of the Kazakh Research Institute of Eye Diseases, with each campaign lasting 4 to 5 business days. Participation was open to all volunteers. The examination protocol included: Intraocular pressure (IOP) measurement using a non-contact tonometer FT-1000 (Tomey, Japan); Central corneal thickness (CCT) determination using an endothelial microscope EM-4000 (Tomey, Japan).

To ensure high sensitivity and minimize the risk of missing pathology during mass screening, two correction methods were compared: the standard method (Dresden protocol), involving a 1.0 mmHg correction for every 25 µm deviation from the mean CCT and a more conservative approach - the simplified Ehlers algorithm, which applies a 0,7 mmHg correction for every 10 µm

deviation.

Since standard tonometers are calibrated for an average thickness of 540-550µm, a mean CCT value of 545µm was adopted for this study. Both formulas were integrated into an automated Excel-based processing tool for instantaneous IOP recalculation upon data entry.

Results. Over the three-year

period of the World Glaucoma Week campaigns, a total of 314 patients were examined, with ages ranging from 16 to 92 years. The mean age of the cohort was 52.2±15.0 years, and women accounted for 70.7% of the participants. The analyzed groups showed high homogeneity regarding age and gender distribution across all three years of the study. A verified diagnosis of glaucoma was already present in 24 participants (7.6%). The baseline characteristics of the study population are summarized in Table 1.

Table 1: Baseline characteristics of patients screened between 2023 and 2025

	2023 (n=106)	2024 (n=98)	2025 (n=110)	Total (N=314)
Age (years), mean ± SD, range	54,0±15,0 (16-86)	51,7±15,2 (17-77)	50,9±14,9 (26-92)	52,2±15,0 (16-92)
Age distribution, n (%)				
<40 years	22 (21,2%)	23 (23,5%)	27 (24,5%)	77 (22,9%)
40–59 years	40 (38,1%)	39 (39,8%)	51 (55,4%)	130 (41,4%)
60-79 years	42 (39,6%)	36 (36,7%)	31 (33,7%)	109 (34,7%)
80+ years	2 (1,9%)	0 (0%)	1 (1,1%)	3 (1,0%)
Gender, n (%):				
Female	73 (68,9%)	66 (67,3%)	83 (75,5%)	222 (70,7%)
Male	33 (31,1%)	32 (32,7%)	27 (24,5%)	92 (29,3%)
Medical history, n (%):				
Established Glaucoma	10 (9,4%)	6 (6,1%)	8 (7,3%)	24 (7,6%)
Prior Refractive Surgery	5 (4,7%)	4 (4,8%)	5 (4,5%)	14 (4,5%)

The mean intraocular pressure (IOP) was 17,2±3,6 mmHg. No statistically significant difference was observed between the IOP of the right and left eyes (p=0,67). The maximum recorded IOP was 46 mmHg, while the minimum was 10 mmHg. The primary tonometry results are summarized in Table 2.

Elevated IOP (above 21 mmHg) was identified in 35 patients, including 13 cases of bilateral elevation. Of these, 40,0% (14 patients) had a previously established diagnosis of glaucoma, while 60,0% (21 individuals) had no prior history of the disease. In the group with established glaucoma, uncompensated IOP levels ranged from 23 to 46 mmHg (Mean M=31; Mode Mo=29). In contrast, for individuals without a prior diagnosis, elevated IOP ranged from 22 to 32 mmHg (Mean M=25,8; Mode Mo=23).

Table 2 - Distribution of intraocular pressure (IOP) values without pachymetric correction (N=314)

	Mean IOP (mmHg, M±SD)	Patients with IOP >21 mmHg, n (%)	Patients with IOP >25 mmHg, n (%)	Patients with IOP >30 mmHg, n (%)
Total participants	17,2±3,6	35 (11,1%)	15 (4,8%)	6 (1,9%)
Subgroups:				
Established Glaucoma	21,09±7,5	14 (40,0%)	11 (73,3%)	4 (66,7%)
No prior history of glaucoma	16,9±3,0	21 (60,0%)	4 (26,7%)	2 (33,3%)

The mean central corneal thickness (CCT) was $525,5 \pm 37,9 \mu\text{m}$ for the right eye and $516,2 \pm 38,2 \mu\text{m}$ for the left eye ($p=0,87$). "Thick" corneas ($>600 \mu\text{m}$) were observed in only 7 patients (2,2%). In contrast, "thin" corneas ($<500 \mu\text{m}$) were found in 103 patients (32,8%), and "ultra-thin" corneas ($<450 \mu\text{m}$) were identified in 13 patients (4,1%), 10 of whom had a history of laser refractive surgery.

To evaluate the impact of corneal thickness on tonometry values, we analyzed the correlation between CCT and IOP. For this purpose, patients with a previously established diagnosis of glaucoma and those with unavailable CCT data were excluded. A total of 279 individuals (558 eyes) were included in the analysis. The correlation coefficient was $r = 0,38$ ($p < 0,001$), indicating a statistically significant, moderate positive correlation between IOP and CCT within our sample. This finding justifies the necessity of correcting tonometry results based on pachymetry data.

Consequently, for all participants with pachymetry values below the mean ($545 \mu\text{m}$) in at least one eye, IOP was recalculated to account for corneal thickness. In the subgroup of patients with a CCT below $545 \mu\text{m}$ in at least one eye ($n=228$), the mean CCT was $508,4 \pm 30,2 \mu\text{m}$, and the mean uncorrected IOP was $16,6 \pm 2,8 \text{ mmHg}$. The results of the IOP correction, based on CCT values, are presented in Table 3.

Table 3 - Analysis of uncorrected and corrected IOP values in the "thin" cornea group (CCT $<545 \mu\text{m}$) ($n = 228$)

	Mean IOP (mmHg, $M \pm SD$)	IOP $>21 \text{ mmHg}$, n (%)	IOP $>25 \text{ mmHg}$, n (%)	IOP $>30 \text{ mmHg}$, n (%)
Before correction	$16,6 \pm 2,8$	16 (7,0%)	2 (0,9%)	1 (0,4%)
Dresden Protocol	$18,3 \pm 2,6$	40 (17,5%)	7 (3,1%)	1 (0,4%)
Ehlers Algorithm	$19,2 \pm 2,8$	68 (29,8%)	13 (5,7%)	1 (0,4%)

As demonstrated in Table 3, the different correction approaches resulted in IOP level deviations of 10.2% (for the 1 mmHg / $25 \mu\text{m}$ correction) and 15,7% (for the 0,7 mmHg / $10 \mu\text{m}$ correction) relative to standard, uncorrected tonometric values. Consequently, the number of patients categorized as the "at-risk group" increased by 2,5 and 4 times, respectively.

When extrapolated to the total screening population ($N=314$), the application of correction algorithms significantly increased the identified risk group from the baseline 6,7% ($n=21$, newly detected cases with uncorrected IOP $>21 \text{ mmHg}$) to 12,7% ($n=40$) using the Dresden protocol and 21,7% ($n=68$) using the Ehlers algorithm.

For comparative purposes, the mean IOP and CCT were also calculated for the group with normal and "thick" corneas, yielding $18,0 \pm 2,9 \text{ mmHg}$ and $570,9 \pm 17,3 \mu\text{m}$, respectively.

Based on the screening results, all participants with direct or corrected IOP values exceeding 21 mmHg, as well as those with significant interocular asymmetry, were referred for ophthalmological consultation and supplemental diagnostic testing. Patients with an established diagnosis of glaucoma or a positive family history were invited to attend educational lectures and scheduled follow-up examinations.

Discussion. Despite the insights gained from this screening, a primary limitation was the inability to track the subsequent clinical pathway and definitive diagnosis of these patients. Consequently, it was not possible to assess the actual rate of verified glaucoma cases, nor the long-term clinical accuracy and predictive value of the applied correction algorithms in this specific cohort.

Conclusions. In the total screening population ($N=314$), the prevalence of elevated IOP ($>21 \text{ mmHg}$) was 11,1% ($n=35$) based on uncorrected data. However, after

adjusting for CCT, the proportion of individuals in the 'at-risk group' significantly increased to 21,7% (n=68). The impact of correction was most pronounced in the subgroup with "thin" corneas (CCT <545 μ m, n=228). In this group, the use of the Dresden protocol increased the detection of elevated IOP from 7.0% to 17,5% (a 2,5-fold increase), while the Ehlers algorithm increased it to 29,8% (a 4-fold increase). For mass screenings, a more conservative approach is recommended to minimize the risk of missing glaucoma cases

REFERENCES

1. World Glaucoma Week [Internet]. World Glaucoma Association; [cited 2026 Feb 6]. Available from: <https://www.worldglaucomaweek.org/>
2. Doughty MJ, Zaman ML. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol*. 2000 Mar-Apr; 44(5): 367-408. doi: 10.1016/s0039-6257(00)00110-7. PMID: 10734239.
3. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1975; 53(1): 34-43. Epub 1975/03/01. 10.1111/j.1755-3768.1975.tb01135.x.

SUMMARY

World Glaucoma Week at the Kazakh Research Institute of Eye Diseases (Astana):
Screening Results for 2023–2025

A.S. Mukazhanova, K.O. Omarova, A.R. Anuvarova, A.A. Tleulesova
Kazakh Research Institute of Eye Diseases, Astana

As part of World Glaucoma Week, 314 patients were screened. Initial testing using standard tonometry identified elevated intraocular pressure (IOP) in 6,7% (21 individuals) of the participants. The application of corneal thickness correction protocols expanded the at-risk group coverage by 2-fold with moderate correction and by 4-fold when using the more stringent model. In mass screening settings, the use of an aggressive recalculation model may be justified to maximize the identification of individuals at potential risk of developing glaucoma.

Keywords: glaucoma screening, intraocular pressure, central corneal thickness.

ТҰЖЫРЫМ

Қазақ көз аурулары ғылыми-зерттеу институтындағы (Астана) Дүниежүзілік
глаукома апталығы: 2023–2025 жж. скрининг нәтижелері
А.С. Мукажанова, К.О. Омарова, А.Р. Ануварова, А.А. Тлеулесова
Қазақ көз аурулары ғылыми-зерттеу институты, Астана

Дүниежүзілік глаукомамен күресу апталығы аясында 314 пациент тексерілді. Стандартты тонометрияны қолдану арқылы жүргізілген алғашқы тексеру қатысушылардың 6,7%-ында (21 адам) көзішілік қысымның (КІҚ) жоғарылауын анықтады. Қасаң қабықтың қалыңдығын ескеретін түзету хаттамаларын қолдану қауіп тобын қамтуды қалыпты түзету кезінде 2 есеге, ал қатаңырақ модельді қолданғанда 4 есеге кеңейтті. Жаппай скрининг жағдайында глаукоманың даму қаупі бар адамдарды барынша анықтау үшін агрессивті қайта есептеу моделін қолдану негізді болуы мүмкін.

Түйін сөздер: глаукома скринингі, көзішілік қысым, қасаң қабықтың орталық қалыңдығы,

РЕЗЮМЕ

Всемирная неделя глаукомы в Kazakh Research Institute of Eye Diseases (Астана): Результаты скрининга за 2023–2025 гг.
А.С. Мукажанова, К.О. Омарова, А.Р. Ануварова, А.А. Тлеулесова
Казахский научно-исследовательский институт глазных болезней, Астана

В рамках Всемирной недели глаукомы было обследовано 314 пациентов. Первичное обследование с помощью стандартной тонометрии выявило повышение ВГД у 6,7% (21 пациент) участников. Применение протоколов коррекции с учетом толщины роговицы расширило охват группы риска в 2 раза при умеренной коррекции и в 4 раза - при использовании более строгой модели. Использование агрессивной модели перерасчета может быть оправдано в условиях массового скрининга для максимального выявления лиц с потенциальным риском развития глаукомы

Ключевые слова: скрининг глаукомы, внутриглазное давление, центральная толщина роговицы.

УДК: 617.7

ANALYSIS OF MICROPULSE TRANSSCLERAL CYCLOPHOTOCOAGULATION USING THE IRIDEX CYCLO G6 SYSTEM FOR DECOMPENSATED AND PAINFUL GLAUCOMA: EXPERIENCE OF THE KAZAKH RESEARCH INSTITUTE OF EYE DISEASES, ASTANA

Kazakh Research Institute of Eye Diseases
Zh.K. Otarova, Zh.N. Rakhmetov, R.O. Kazina

Micropulse transscleral cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) represents a modern, minimally invasive approach to glaucoma management. In this retrospective study, MP-TSCPC demonstrated a sustained reduction in intraocular pressure (IOP), averaging 31.4% from the baseline. The longevity of the hypotensive effect, coupled with the absence of severe postoperative complications, suggests that MP-TSCPC is a viable and safe alternative to conventional incisional surgery. This procedure is particularly recommended for patients with advanced and far-advanced stages of uncontrolled glaucoma of various etiologies.

Relevance. Glaucoma remains one of the leading causes of irreversible blindness and low vision worldwide. By 2040, the number of patients with glaucoma is projected to reach 111.8 million [1]. The primary goal of glaucoma treatment

remains reduction of intraocular pressure (IOP), which is the only modifiable risk factor for disease progression [2].

Despite a wide range of topical hypotensive medications, pharmacological treatment of refractory, painful, advanced, and terminal stages of the disease is often ineffective. Traditional fistulizing surgeries, such as trabeculectomy and drainage system implantation, are associated with a high risk of intra- and postoperative complications, a tendency to scarring, and the need for long-term postoperative care [3]. In this context, cyclodestructive inter-

ventions aimed at suppressing the production of intraocular fluid by the ciliary body are of particular importance. Classical transscleral cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) utilizes continuous laser energy, which is absorbed by melanin in the ciliary processes of the ciliary body, causing coagulative necrosis and ischemia in the affected area. However, the energy output in (MP-TSCPC) is difficult to control, and the procedure itself is often associated with complications such as severe intraoperative pain, postoperative cyclitis, chronic hypotony, and subatrophy of the eyeball. Thus, cyclodestruction in (MP-TSCPC) is irreversible and is considered a last resort for terminal, painful forms of refractory glaucoma [4]. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) is a modern glaucoma treatment technique that utilizes an 810 nm diode laser in the ciliary body projection zone. Laser radiation is delivered using the Cyclo G6 laser system (Iridex Corporation, Mountain View, California, USA). The technique is based on repeated micropulses of active laser energy (on cycles) alternating with rest periods (off cycles). The on cycle helps achieve the coagulation threshold of the pigmented ciliated epithelium, while the off-cycle limits heat accumulation and allows heat dissipation to adjacent cells, resulting in less damage to the non-pigmented epithelium and ciliated stroma. This limited temperature increase leads to a decrease in aqueous humor production without any macroscopic tissue changes. Thus, unlike classical TSCPC, MP-TSCPC minimizes thermal damage to surrounding tissues while maintaining therapeutic efficacy, expanding the indications for the procedure.

The aim of this study was to analyze the clinical efficacy of

TSCPC in patients with decompensated and painful forms of glaucoma of various origins.

Material and Methods: A retrospective analysis was conducted on 65 eyes of 62 patients with stages II - IV refractory glaucoma; since three patients received bilateral treatment, all statistical outcomes were calculated based on the total number of eyes ($n=65$). All patients underwent MP-TSCPC at the clinic of the Kazakh Research Institute of Eye Diseases in Astana between September 2024 and December 2024. The follow-up period was 12 months.

The gender distribution of the study group was almost even: 30 men (48.4%) and 32 women (51.6%). The average age of patients was 59.5 ± 10.4 years (range: 23 - 75 years).

Indications for MP-TSCPC were: advanced and advanced primary open-angle glaucoma (POAG) with uncompensated IOP despite maximum medication, including after previous laser and fistulizing interventions; terminal POAG with decompensated IOP and pain; prolonged attack of primary angle-closure glaucoma; secondary glaucoma (neovascular, uveal, silicone-induced) without IOP compensation despite maximum hypotensive therapy, including after previous laser and surgical interventions and the presence of pain.

Exclusion criteria for MP-TSCPC were: pathological changes in the sclera in the treatment area; acute inflammatory diseases of the anterior segment of the eye; phacomorphic glaucoma (signs of swelling cataract). Dystrophic changes and severe corneal opacities; choroidal neovascularization (exudative form of age-related macular degeneration); severe concomitant somatic pathology in the decompensation stage.

Efficacy was assessed based on the dynamics of IOP reduction, pain relief, and the duration of the achieved hypotensive effect.

Baseline: the mean preoperative IOP measured by Maklakov applanation tonometry (10 g load) was $38,0 \pm 5,5$ mmHg. All patients received topical antihypertensive therapy, with the average number of medications used being $2,9 \pm 0,8$.

The MP-TSCPC procedure included epibulbar anesthetic instillations combined with sub-Tenon's anesthesia. The procedure duration ranged from 10 to 15 minutes. Laser parameters: repetitive short-pulse diode laser radiation with a power of 2000-2500 mW and a duty cycle of 31.33% (active period 0.5 ms, pauses 1.1 ms). The laser was applied transclerally: the probe was held parallel to the visual axis with constant pressure and moved with a continuous sliding motion (sweeping technique) along the limbus. The 3 and 9 o'clock positions

(projection of the long ciliary arteries), areas of scleral thinning, and areas of previous glaucoma surgery were excluded during the procedure. Postoperatively, standard anti-inflammatory therapy (topical glucocorticosteroids or NSAIDs) was prescribed in a tapering regimen. Antihypertensive therapy was maintained at the initial dose, with subsequent adjustments to the frequency of administration or complete discontinuation of the medications depending on the intraocular pressure level.

Statistical Analysis. Statistical data processing was performed using Microsoft Excel 2019 with the "Data Analysis" ToolPak. To assess the significance of changes in IOP before and after treatment, the paired t-test was applied. Data are presented as Mean $\pm$ SD with 95% confidence intervals (CI). The level of statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results. A total of 47 patients (75,8%; 95% CI: 65,1-86,5%) reported no pain and a comfortable procedure during MP-TSCPC.

Early postoperative reactions and complications. On the first postoperative day, conjunctival hyperemia was observed in 45 eyes (69,2%; 95% CI: 58,0 - 80,4%), which persisted for up to 7 days and was accompanied by foreign body sensation. Additionally, 7 eyes (10,8%; 95% CI: 3,3-18,3%) experienced a reactive increase in IOP by an

average of $5,0 \pm 7,4$ mmHg (95% CI: 3,12–6,88), which resolved within a few days. Reactive iridocyclitis was noted in 2 eyes (3,1%; 95% CI: 0-7,3%) and was managed by intensifying local anti-inflammatory and mydriatic therapy for 5 -7 days. Hyphema was detected in 2 eyes (3,1%; 95% CI: 0-7,3%), resolving spontaneously within 48 hours. Moderate corneal epithelial edema was observed in 15 eyes (23,1%; 95% CI: 12,9-33,3%) and resolved within the first few days with keratoprotectors and preservative-free lubricants. No laser-related complications were identified in the late postoperative period (over one month).

Patients were monitored at 7, 14, and 28 days, as well as 3, 6, 9, and 12 months after the MP-TSCPC procedure. The main evaluation criteria were intraocular pressure (IOP) and pain severity.

The tonometry changes are presented in Table 1.

Table 1 - Intraocular Pressure Changes (N=65)

Indicator	Initially	7 day	30 day	3 months	6 months	12 months
IOP level , mm.Hg¹	38,2 $\pm$ 3,9	25,1 $\pm$ 4,1	23,9 $\pm$ 4,4	24,4 $\pm$ 2,8	25,3 $\pm$ 4,3	26,2 $\pm$ 3,2
95% CI	(37,23 – 39,17)	(24,06– 26,14)	(22,78– 25,02)	(23,69 – 25,11)	(24,21 – 26,39)	(25,39 – 27,01)
Reduction from baseline	-	(v34,3%)	(v37,4%)	(v36,1%)	(v33,8%)	(v31,4%)
Target IOP achieved²	0 (0%)	56 (86,2%)	58 (89,2%)	59 (90,8%)	56 (86,2%)	51 (78,5%)
Compensated IOP³	0 (0%)	40 (61,5%)	49 (75,4%)	46 (70,8%)	37 (56,9%)	35 (53,8%)
Painful form (eyes)⁴	18 (27,7%)	4 (v77,8%)	2 (v88,9%)	-	-	-

¹p-value < 0,001 (significance of differences compared to baseline);

² In this work, the target IOP is defined as an IOP indicator that is 20% or more lower than the initial level;

³ In this work, compensated IOP is defined as an IOP of no more than 26 mm Hg.;

⁴ If pain persisted for more than 30 days after MP -TSCPC, patients were referred for a repeat MP-TSCPC procedure or surgical treatment.

As can be seen from the table, a statistically significant decrease in IOP was observed even in the early postoperative period (Table 1). Average IOP values remained in the range of 23.9 - 26.2 mmHg throughout the year. The peak decrease in ophthalmotonus was recorded at the end of the first month of observation and amounted to 37,4% (95% CI: 35,6 - 39,2%). In subsequent months, a slight increase in average IOP was observed, which may be associated with both the immediate regression of the hypotensive effect and a reduction in the use of topical hypotensive medications in some patients. By the first year of observation, IOP levels were, on average, 31,4% (95% CI: 29,6 - 33,2%) lower than baseline, suggesting that the MP-TSCPC procedure achieved a long-term, clinically significant hypotensive effect. Target IOP (a reduction of 20% or more from baseline) was achieved in 86,2% (56 eyes; 95% CI: 77,8 - 94,6%) on day 7 and peaked at 90,8% (59 eyes; 95% CI: 83,8 - 97,8%) by month 3 of follow-up. By the end of the first year after MP-TSCPC, target IOP was maintained in 78,5% (51 eyes; 95% CI: 68,5 - 88,5%). Complete IOP compensation (defined as ≤ 26 mmHg) was observed in 53,8% (35 eyes; 95% CI: 41,7 - 65,9%) by the end of the follow-up period. Among patients who complained of severe pain at baseline, pain relief was achieved in 88,9% (16 patients; 95% CI: 74,3 - 100%), with 77,8% (14 patients; 95% CI: 58,6 - 97,0%) of cases achieving relief by day 7. Despite a clinically significant hypotensive effect by the end of the 12-month period, 21,5% (14 eyes; 95% CI: 11,5 - 31,5%) failed to achieve the planned outcome, with 50% of these failu-

res occurring within the first month. The remaining 7 eyes demonstrated satisfactory IOP reduction dynamics in the early postoperative period but experienced regression of the hypotensive effect in subsequent months. Due to the lack of IOP compensation and refractory glaucoma, these patients were recommended filtration surgery or a repeat MP-TSCPC procedure.

Discussion

An analysis of MP-TSCPC in 65 eyes demonstrated high efficacy, with a 31,4% reduction (95% CI: 29,6 - 33,2%) in mean IOP (from $38,2 \pm 3,9$ mmHg to $26,2 \pm 3,2$ mmHg) from baseline to month 12 of follow-up. These results are comparable to those of other studies, where IOP reductions reach 36% from baseline [5]. Furthermore, relatively high efficacy was observed among patients with high baseline IOP compared to those with moderately high IOP. A stable hypotensive effect was maintained for one year in 78,5% of eyes (95% CI: 68,5 - 88,5%). A slight increase in mean IOP was noted one year after MP-TSCPC (from 23,9 to 26,2 mmHg), requiring intensified antihypertensive therapy or repeat MP-TSCPC sessions in some cases.

In international publications, the "success rate" is used as a key indicator of effectiveness, defined as IOP within 5 - 21 mmHg, as well as an IOP decrease of at least 20% [6] or 30% [7] compared to baseline at 12 months. This indicator varies widely in different studies, from 22% to 80% [5-8]. A comparative analysis of our data shows comparable results: 53,8% (95% CI: 41,7 - 65,9%) achieved complete compensation of IOP (within 26 mmHg by the Maklakov method), and 78,5% (95% CI: 68,5 - 88,5%) achieved a decrease in IOP by 20% from the baseline level. In addition to the hypotensive effect, pain relief was achieved in 88,9% of patients (95% CI: 74,3 - 100%), alongside a reduction in the average number of medications. Recent studies from 2023 - 2025 have further validated the safety profile of MP-TSCPC, emphasizing its role not only as a 'last resort' but also as an earlier intervention in refractory cases [9, 10]. Modern real-world data (RWD) suggest that optimized duty cycles (around 31,3%) provide the best balance between IOP reduction and tissue preservation [11]. Thus, a significant hypotensive effect, in the absence of severe postoperative complications, allows us to recommend MP-TSCPC as a safe alternative to surgical treatment in patients with advanced stages of unstabilized

glaucoma of various origins.

The present study is designed as a clinical observation; it should be noted that it did not intend to serve as a controlled clinical trial. The absence of a control group and stratification by glaucoma subtypes limits the comparative analysis of the method's efficacy. Instead, this work focuses on reporting RWD and the practical experience of the Kazakh Research Institute of Eye Diseases, providing valuable insights into the overall performance of MP-TSCPC in managing a diverse

population of patients with advanced glaucoma.

Conclusion

Micropulse cyclophotocoagulation is an effective treatment for refractory and decompensated glaucoma, providing a sustained reduction in IOP by an average of 31,4% from baseline over 12 months of follow-up.

REFERENCES

1. Tham YC, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng CY. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014 Nov; 121(11): 2081-90. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013. Epub 2014 Jun 26. PMID: 24974815.
2. Wang D, Huang Z, Li Y, Zheng S, Guo N, Shi H, Jin L, Lin Y, Ge J, Lin M, Zuo C. Efficacy and safety of ultrasound cycloplasty as the first treatment in glaucoma for eyes with functional vision: A 1-year prospective study. *Adv Ophthalmol Pract Res*. 2025 Oct 24; 6(1):1-7. doi: 10.1016/j.aopr.2025.10.001. PMID: 41503276; PMCID: PMC12768907.
3. Conlon R, Saheb H, Ahmed II. Glaucoma treatment trends: a review. *Can J Ophthalmol*. 2017 Feb; 52(1):114-124. doi: 10.1016/j.cjco.2016.07.013. Epub 2016 Nov 17. PMID: 28237137.
4. Anand N, Klug E, Nirappel A, Solá-Del Valle D. A Review of Cyclodestructive Procedures for the Treatment of Glaucoma. *Semin Ophthalmol*. 2020 Aug 17; 35(5-6): 261-275. doi: 10.1080/08820538.2020.1810711. Epub 2020 Sep 16. PMID: 32936725.
5. Souissi S, Baudouin C, Labbé A, Hamard P. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation using a standard protocol in patients with refractory glaucoma naive of cyclodestruction. *Eur J Ophthalmol*. 2021 Jan; 31(1): 112-119. doi: 10.1177/1120672119877586. Epub 2019 Sep 23. PMID: 31544505.
6. Szilagyi Z, Kranitz K, Nagy ZZ, Recsan Z. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation Results in Secondary Glaucoma. *Life (Basel)*. 2023 May 9; 13(5): 1149. doi: 10.3390/life13051149. PMID: 37240794; PMCID: PMC10220758.
7. Zemba M, Dumitrescu OM, Stamate AC, Barac IR, Tataru CP, Branisteanu DC. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation for Glaucoma after Penetrating Keratoplasty. *Diagnostics (Basel)*. 2022 May 5; 12(5):1143. doi: 10.3390/diagnostics12051143. PMID: 35626299; PMCID: PMC9139499.
8. Lee JH, Shi Y, Amoozgar B, Aderman C, De Alba Campomanes A, Lin S, Han Y. Outcome of Micropulse Laser Transscleral Cyclophotocoagulation on Pediatric Versus Adult Glaucoma Patients. *J Glaucoma*. 2017 Oct; 26(10):936-939. doi: 10.1097/IJG.0000000000000757. PMID: 28800574.
9. Jiravarnsirikul A, Jiamjira-Anon N, Ruangvaravate N, Sakiyalak D, Kitnarong N, Phongsuphan T, Sermsripong W, Petchyim S. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation using different sweep velocity in the treatment of refractory glaucoma. *Sci Rep*. 2025 Dec 29; 15(1):44711. doi: 10.1038/s41598-025-28423-6. PMID: 41462358; PMCID: PMC12748536.
10. Grippio TM, Sanchez FG, Stauffer J, Marcellino G. MicroPulse® Transscleral Laser Therapy - Fluence May Explain Variability in Clinical Outcomes: A Literature

Review and Analysis. Clin Ophthalmol. 2021 Jun 9; 15: 2411-2419. doi: 10.2147/OPTH.S313875. PMID: 34135569; PMCID: PMC8200176.

11. De Crom RMPC, Kujovic-Aleksov S, Webers CAB, Berendschot TTJM, Beckers HJM. Long-Term Treatment Outcomes of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation in Primary and Secondary Glaucoma: A 5-Year Analysis. Ophthalmol Ther. 2025 Feb; 14(2):323-335. doi: 10.1007/s40123-024-01080-0. Epub 2024 Dec 16. PMID: 39680324; PMCID: PMC11754562.

SUMMARY

Analysis of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) Using the Iridex Cyclo G6 System for Decompensated and Painful Glaucoma: Experience of the Kazakh Research Institute of Eye Diseases, Astana
Zh.K. Otarova, Zh.N. Rakhmetov, R.O. Kazina

Micropulse transscleral cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) represents a modern, minimally invasive approach to glaucoma management. In this retrospective study, MP-TSCPC demonstrated a sustained reduction in intraocular pressure (IOP), averaging 31.4% from the baseline. The longevity of the hypotensive effect, coupled with the absence of severe postoperative complications, suggests that MP-TSCPC is a viable and safe alternative to conventional incisional surgery. This procedure is particularly recommended for patients with advanced and far-advanced stages of uncontrolled glaucoma of various etiologies.

Key words: glaucoma, intraocular pressure (IOP), micropulse transscleral cyclophotocoagulation, MP-TSCPC, cyclo G6.

РЕЗЮМЕ

Анализ применения микроимпульсной ЦФК на аппарате Iridex Cyclo G6 в случаях декомпенсированных и болевых форм глаукомы в клинике
Ж.К. Отарова, Ж.Н. Рахметов, Р.О. Казина
“Kazakh Order of the Badge of Honor Research Institute of Eye Diseases,”
г. Астана

Микроимпульсная трансклеральная циклофотокоагуляция (MP-TSCPC) представляет собой современный малоинвазивный подход в лечении глаукомы. В данном ретроспективном исследовании MP-TSCPC продемонстрировала стойкое снижение внутриглазного давления (ВГД), в среднем, на 31,4% от исходного уровня. Длительность гипотензивного эффекта в сочетании с отсутствием тяжелых послеоперационных осложнений позволяет предположить, что MP-TSCPC является жизнеспособной и безопасной альтернативой традиционной инвазивной хирургии. Данная процедура особенно рекомендуется пациентам с развитой и далеко зашедшей стадиями некомпенсированной глаукомы различной этиологии.

Ключевые слова: глаукома, внутриглазное давление (ВГД), микроимпульсная трансклеральная циклофотокоагуляция, MP-TSCPC, cyclo G6.

ТҰЖЫРЫМ

Декомпенсацияланған және ауырсынатын глаукома кезінде Iridex Cyclo G6 жүйесін қолдана отырып, микроимпульсті трансклеральды циклофотокоагуляцияны (MP-TSCPC)
Ж.К. Отарова, Ж.Н. Рахметов, Р.О. Казина
талдау: Астана қаласындағы Қазақ көз аурулары ғылыми-зерттеу институтының тәжірибесі

Микроимпульсті трансклеральды циклофотокоагуляция (MP-TSCPC) глаукоманы емдеудегі заманауи, аз инвазивті әдіс болып табылады. Осы ретроспективті зерттеуде MP-TSCPC көзішілік қысымның (КІҚ) бастапқы деңгейден орта есеппен 31,4%-ға тұрақты төмендеуін көрсетті. Гипотензивті әсердің ұзақтығы және операциядан кейінгі ауыр асқынулардың болмауы MP-TSCPC әдісін дәстүрлі инвазивті хирургияға тиімді әрі қауіпсіз балама ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Бұл процедура әртүрлі этиологиялы компенсацияланбаған глаукоманың дамыған және өте алысқа кеткен сатылары бар пациенттерге ерекше ұсынылады.

Түйін сөздер: глаукома, көзішілік қысым (КІҚ), микроимпульсті трансклеральды циклофотокоагуляция, MP-TSCPC, cyclo G6.

УДК: 617.7

КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРЕНОСИМОСТЬ БЕСКОНСЕРВАНТНОЙ ФИКСИРОВАННОЙ КОМБИНАЦИИ ДОРЗОЛАМИДА И ТИМОЛОЛА МАЛЕАТА (КОСОПТ БК) В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМОЙ

Ж.О. Сангилбаева, Е.К. Гасанов

“Kazakh Order of the Badge of Honor Research Institute of Eye Diseases,”
г. Алматы

Введение

В глобальном масштабе распространённость глаукомы среди лиц старше 40 лет достигает 3,5%, причём частота заболевания неуклонно растёт с возрастом. Так, если в группе 40–49 лет глаукома встречается примерно у 1% населения, то в возрасте 60–70 лет распространённость достигает около 3%, а у лиц старше 80 лет - свыше 10–14%. По разным оценкам число людей с глаукомой увеличится с 76 млн в 2020 г. до 111,8 млн - к 2040 г. при об-

щем старении мирового населения [1]. Таким образом, проблема глаукомы приобретает всё большее медико-социальное значение, поскольку без своевременного лечения эта патология приводит к необратимой слепоте.

Эпидемиологическая ситуация по глаукоме в Республике Казахстан отражает обще-

мировые тенденции. Глаукома входит в число ведущих причин инвалидности по зрению в стране. В последние годы отмечается стабильный рост заболеваемости: по официальным данным показатель первичной выявляемости (инцидентности) глаукомы повысился с 59,1 случая на 100 тыс. населения в 2000 г. до 135,5 на 100 тыс. в 2022 г. Прогноз указывает на дальнейший рост: ожидается до 150 случаев на 100 тыс. населения в середине 2020-х годов [2]. Уровень заболеваемости несколько выше в городах по сравнению с сельской местностью, что отчасти связано с лучшей выявляемостью при скринингах и доступностью офтальмологической помощи в урбанизированных регионах. Увеличение продолжительности жизни населения Казахстана предполагает дальнейшее повышение нагрузки глаукомы на систему здравоохранения, делая задачу раннего выявления и эффективного лечения особенно актуальной.

Необходимо отметить, что с момента внедрения национальной скрининговой программы по глаукоме в Казахстане достигнуты значительные успехи в раннем выявлении заболевания. За последние годы охват населения профилактическими осмотрами существенно вырос, что привело к увеличению доли выявленных случаев на ранних стадиях, когда возможно эффективное медикаментозное лечение и сохранение зрения. Особенно заметен рост выявляемости в городах, где скрининг проводится систематически в рамках государственной программы, что позво-

лило повысить показатель ранней диагностики и снизить долю пациентов, впервые обращающихся уже с выраженными проявлениями глаукомы [2].

Основной стратегией лечения глаукомы является снижение внутриглазного давления (ВГД) до целевого уровня, позволяющее замедлить или предотвратить прогрессирование глаукомной оптической нейропатии. В клинической практике это достигается преимущественно с помощью гипотензивных капель, которые часто приходится применять пожизненно. Нередко для достижения целевого уровня давления требуется комбинация нескольких препаратов разных групп [3]. При раздельном использовании двух и более средств пациенты сталкиваются с усложнённой схемой закапываний (многократные инстилляций разными флаконами в течение суток), что снижает приверженность лечению и повышает риск ошибок при закапывании. Кроме того, суммируется влияние нескольких консервантов (чаще всего - бензалкония хлорида) на поверхность глаза, что может вызывать сухость, раздражение, аллергические реакции и повреждение роговицы при длительном использовании капель.

Фиксированные комбинации гипотензивных средств предназначены для оптимизации терапии глаукомы. Они представляют собой единые препараты, сочетающие два действующих компонента в одном флаконе. Примером является фиксированная комбинация дорзоламида 2% и тимолола 0,5%, рекомендованная к применению при недостаточной эффективности монотерапии этими компонентами. Использование фиксированных комбинаций имеет ряд доказанных преимуществ по сравнению с раздельным назначением нескольких препаратов. Во-первых, за счёт уменьшения числа инстилляций упрощается схема лечения, что достоверно улучшает приверженность пациентов к терапии. Во-вторых, комбинированные капли обеспечивают такой же уровень снижения ВГД, как и раздельное применение каждого из компонентов, причём в некоторых исследованиях эффект контроля ВГД даже превосходил таковой при поочерёдном закапывании благодаря устранению феномена «вымывания» второго препарата из-за последовательных инстилляций. В-третьих, уменьшается суммарная нагрузка консервантов на глазную

поверхность, что ведёт к снижению токсичного воздействия на роговицу и конъюнктиву. Клинические исследования показывают, что переход с отдельной терапии на фиксированную комбинацию дорзоламид/тимолол не ухудшает контроль ВГД и может сопровождаться уменьшением частоты местных побочных эффектов. В одном рандомизированном исследовании 4-месячного лечения ПОУГ отдельно и фиксированной комбинацией дорзоламид+тимолол было отмечено одинаковое снижение офтальмотонуса (около 24% от исходного), однако симптомы раздражения глаз возникали реже при применении фиксированной комбинации: боли в глазах не отмечалось вообще в группе комбинированной терапии против 4% случаев при отдельном закапывании, а поверхностное поражение роговицы наблюдалось лишь у 1% против 7% пациентов соответственно ($p < 0,05$). Эти данные подтверждают, что фиксированная двойная терапия не уступает отдельной по эффективности, при этом лучше переносится пациентами.

Дополнительным шагом к повышению безопасности терапии глаукомы стало создание препаратов без консервантов. Наличие в глазных каплях консервантов (главным образом, бензалкония хлорида) рассматривается как фактор развития медикаментозного синдрома «сухого глаза» и повреждения глазной поверхности при длительном лечении глаукомы. Поэтому сегодня выпускаются формы фиксированных комбинаций без консервантов, в том числе препарат Косопт БК (без консерванта) - раствор дорзоламида/тимолола [4-6]. Клинические наблюдения демонстрируют улучшение переносимости при переводе пациентов на бесконсервантные капли. В частности, отмечено снижение симптомов раздражения: частота выраженной бульбарной гиперемии снижается с 5% до 0,7% после замены обычных капель на фиксированную комбинацию без консерванта. Одновременно уменьшилась степень окрашивания конъюнктивы и роговицы при биомикроскопии с использованием флюоресцеина, что свидетельствует об улучшении состояния глазной поверхности. На фоне лучшей переносимости удалось повысить приверженность лечению: 92,7% пациентов успешно завершили курс терапии и продолжили лечение на бесконсервантной фиксированной комбинации, тогда как прекращение лечения вследствие

недостаточной эффективности либо нежелательных явлений потребовалось менее, чем у 3% больных. Таким образом, применение фиксированной комбинации дорзоламида и тимолола без консервантов имеет ряд преимуществ – эффективного снижения внутриглазного давления при одновременном уменьшении побочных эффектов и повышении приверженности пациентов к длительной гипотензивной терапии [7-10].

Исследования, проводимые в последние десятилетия, подтверждают ведущую роль в развитии глаукомы оксидативного стресса, заключающегося в избыточном образовании активных форм кислорода, вызывающих повреждение митохондрий клеток и их гибели. В экспериментальных исследованиях показано, что дорзоламид уменьшает эти апоптозные механизмы в тканях сетчатки. Также отмечено модулирующее действие ингибиторов карбоангидразы на показатель pH экстрацеллюлярной жидкости, что может оказывать влияние на метаболическую активность. В дополнение к снижению ВГД дорзоламид существенно улучшает важные показатели глазного кровотока [11].

Учитывая высокую распространённость глаукомы и тенденцию к росту заболеваемости, особенно среди лиц старших возрастных групп, оптимизация медикаментозного лечения является приоритетной задачей врача-офтальмолога. Повышение приверженности терапии за счёт использования комбинированных препаратов с хорошей переносимостью способно существенно повлиять на замедление прогрессирования глаукомы и сохранение зрения

у пациентов. В этой связи представляется актуальным изучение эффективности и безопасности единственной представленной в Республике Казахстан бесконсервантной фиксированной комбинации дорзоламид/тимолол (препарата Косопт БК компании Santen Oy) у пациентов с глаукомой.

Материал и методы

В Казахском научно-исследовательском институте глазных болезней с ноября 2024 года по апрель 2025 года было проведено 6-месячное проспективное когортное исследование для оценки эффективности и безопасности препарата Косопт БК. В исследование были включены 30 пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. Средний возраст пациентов составил 67,5 года (варьировал от 53 до 78 лет). Распределение по полу было следующим: 11 мужчин, 19 женщин.

Пациенты были распределены на 3 группы:

I группа (14 человек) - пациенты с впервые выявленной глаукомой с развитой и далекозашедшей стадией, не получавшие ранее лечения;

II группа (7 человек) - паци-

енты, переведенные с аналога простагландинов на исследуемый препарат;

III группа (9 человек) - пациенты, переведенные с фиксированной комбинации ИКА+ББ с консервантом на исследуемый препарат.

Пациентам при первичном осмотре после получения информированного согласия на участие в исследовании проводились оценка остроты зрения, бесконтактная тонометрия, биомикроскопия, оптическая когерентная томография и компьютерная периметрия (оценка центрального поля зрения), также заполнялась анкета OSDI для субъективной оценки синдрома сухого глаза. Далее участникам назначался препарат Косопт БК в режиме закапывания по 1 капле 2 раза в день с интервалом в 12 часов. Пациенты II и III группы были переведены на исследуемый препарат после отмены ранее используемых капель. После начала терапии, оценка внутриглазного давления проводилась через неделю, далее - 1 раз в месяц до окончания срока исследования. Через 3 месяца использования был проведен промежуточный осмотр, включавший оценку остроты зрения, биомикроскопию, оптическую когерентную томографию и компьютерную периметрию (оценка центрального поля зрения), и через 6 месяцев по окончании периода исследования все вышеуказанные обследования повторялись, и пациенты заполняли анкету OSDI.

Результаты

В таблице 1 показана динамика изменений уровня ВГД у пациентов с ПОУГ на протяжении шестимесячного курса терапии бесконсервантной фиксированной комбинацией дорзоламида и тимолола (Косопт БК).

Таблица 1 - Уровень ВГД на протяжении исследования

Группы	Исходное ВГД	через 1 неделю	1 месяц	2 месяц	3 месяц	4 месяц	5 месяц	6 месяц
I	27,9	21,7	19,6	19,3	18,8	19,1	18,5	19
II	20,3	19,1	18,7	19,2	18,7	18,6	19,1	18,9
III	18,1	18	18,2	18,1	19,3	18,3	18,3	18,1

У первой группы (впервые выявленная глаукома) отмечается наиболее выраженное снижение ВГД: с исходного 27,9 мм рт.ст. до 21,7 мм рт.ст. уже через неделю терапии с последующей стабилизацией показателя в диапазоне 18,5-19,6 мм рт.ст. на протяжении наблюдения. Это свидетельствует о быстром и устойчивом гипотензивном эффекте препарата при первичном назначении. Во второй группе (пациенты, переведённые с аналогов простагландинов) также наблюдается некоторое снижение ВГД с 20,3 до 18,7-19,2 мм рт.ст., что подтверждает эффективность перехода на

исследуемую комбинацию при недостаточном достижении давления на фоне прежней терапии в динамике (рис.1). У пациентов третьей группы, где пациенты ранее получали фиксированные комбинации с консервантами, отмечается сохранение стабильных показателей уровня ВГД, что говорит о сохранении гипотензивного эффекта при смене терапии на бесконсервантную форму.

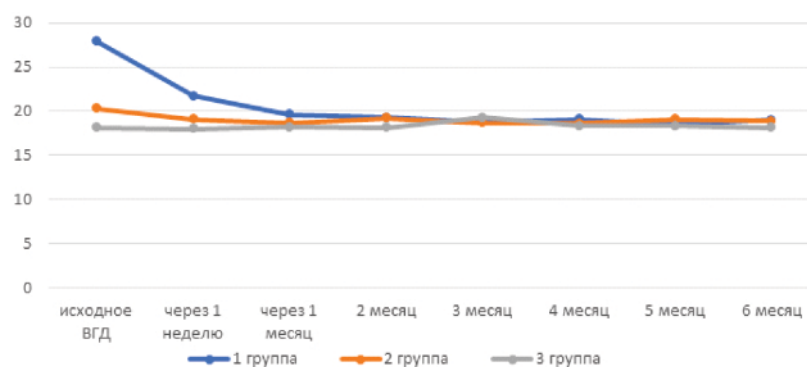


Рисунок 1. Динамика ВГД у пациентов 3 групп

Стоит отметить и изменения в слое нервных волокон сетчатки по данным ОКТ (рис.2): в I группе отмечено увеличение средней толщины RNFL с 78 до 83 мкм, что указывает на улучшение микроциркуляции и трофики зрительного нерва после снижения внутриглазного давления. Во II группе толщина RNFL оставалась практически неизменной (83-85 мкм), что подтверждает структурную стабильность волокон сетчатки и эффективность перехода на исследуемую комбинацию. В III группе сниже-

ние RNFL было минимальным (с 73 до 72 мкм), что может быть связано с исходно более выраженными структурными изменениями, характерными для более длительно текущей глаукомы, а также отражает защитное влияние бесконсервантной формы препарата на аксональный комплекс зрительного нерва.

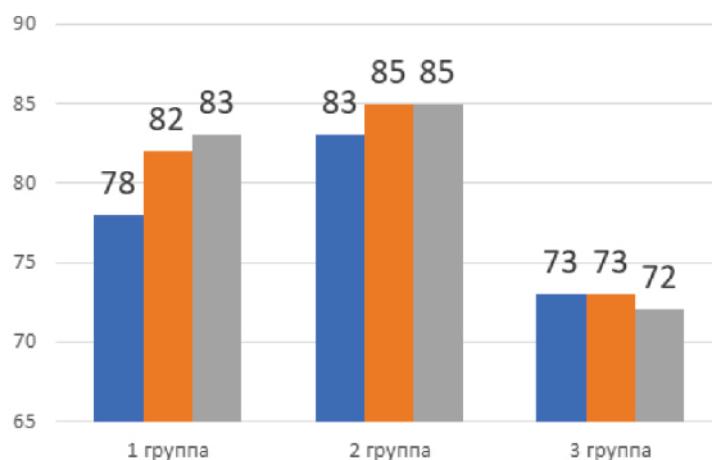


Рисунок 2. Динамика толщины нервных волокон сетчатки на ОКТ

Из представленной совокупности данных следует, что терапия препаратом Косопт БК не только обеспечивает стойкий гипотензивный эффект, но и способствует сохранению структурных элементов зрительного нерва, проявляя нейро-

протективные свойства.

На рисунке 3 представлены результаты опроса пациентов по анкете OSDI (Ocular Surface Disease Index), отражающие динамику выраженности симптомов синдрома сухого глаза в трёх исследуемых группах до начала и через 6 месяцев терапии препаратом Косопт БК.

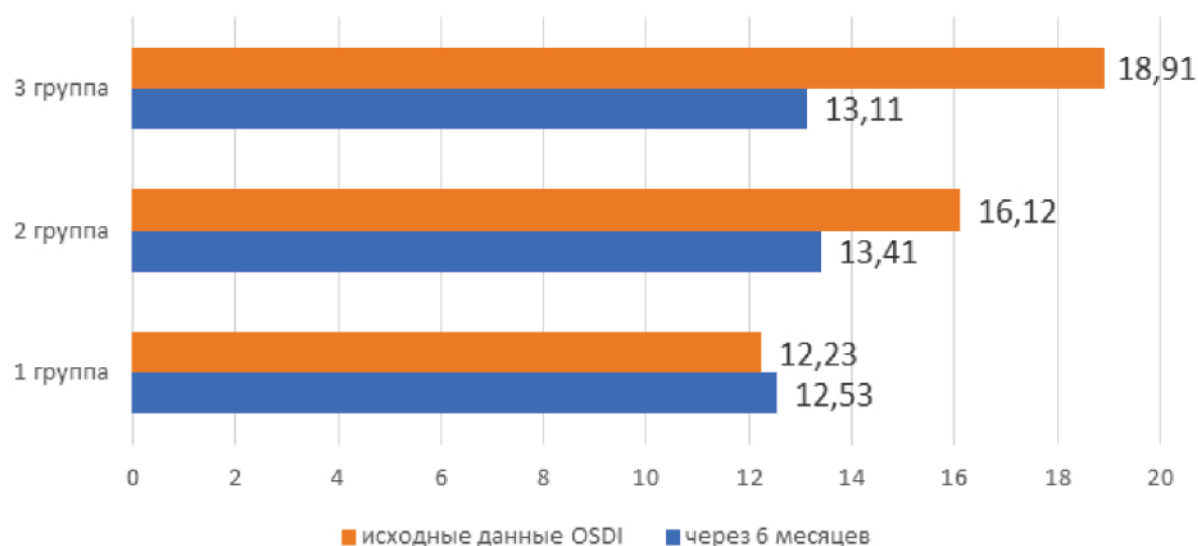


Рисунок 3. Результаты ответов анкеты OSDI

Во всех группах наблюдается снижение показателей OSDI по сравнению с исходными данными, что свидетельствует о положительном влиянии бесконсервантной формы препарата на состояние поверхности глаза и субъективное ощущение комфорта пациентами. Наиболее выраженное улучшение отмечено у III группы пациентов, переведённых с терапии фиксированными комбинациями, содержащими консерванты: среднее значение OSDI снизилось с 18,91 до 13,11 баллов. Это указывает на уменьшение выраженности раздражения и сухости глаз после отмены консервант-содержащих капель. У пациентов II группы также отмечено существенное снижение ин-

декса с 16,12 до 13,41 баллов, что может быть связано как с улучшением толерантности к терапии, так и с восстановлением стабильности слёзной плёнки.

Таким образом, результаты анкетирования подтверждают высокую безопасность и хорошую переносимость препарата Косопт БК, особенно у пациентов, ранее получавших терапию с консервантами.

Выводы

Проведенное нами клиническое исследование бесконсервантной формы фиксированной комбинации ингибитора карбоангидразы дорзоламида и бета-блокатора тимолола малеата Косопт БК продемонстрировало как хорошую эффективность в снижении уровня ВГД в разных группах пациентов с первичной открытоугольной глаукомой, так и некоторое нейропротекторное действие, сопровождающееся отличной переносимостью, предположительно способствующей высокому комплаенсу при длительном использовании препарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tham Y.C. et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*.- 2014; 121(11): 2081-90.
2. Остапенко Э.А., Кайдалова Л.К., Джунусова Ж.М. Первые результаты скрининга на глаукому в рамках государственной программы «Саламатты Казахстан». -2013; 2:40-43.
3. Park S-W., Lee J., Kook M.S. Efficacy, Safety and Patient-Reported Outcomes with Preservative-Free Tafluprost or PF-Dorzolamide/Timolol Compared with Preserved Latanoprost in Glaucoma Patients with Ocular Surface Disease. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2022; 15(2):201. doi:10.3390/ph15020201.
4. Дорофеев Д.А., Брежнев А.Ю., Газизова И.Р. и др. Предпосылки применения бесконсервантных препаратов при медикаментозной терапии глаукомы. //Офтальмология (Москва), 2021; 18(3): 532-538. doi:10.18008/1816-5095-2021-3-532-538.
5. Shedden A., Adamsons I.A., Getson A.J., et al. Comparison of the efficacy and tolerability of preservative-free and preservative-containing dorzolamide/timolol fixed combination (COSOPT) in patients with elevated intraocular pressure: a randomized clinical trial. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2010; 248(12):1757-1764. doi:10.1007/s00417-010-1397-7.
6. Hutnik C., Neima D., Ibrahim F., et al. Tolerability and effectiveness of preservative-free dorzolamide-timolol (Cosopt PF) in patients with open-angle glaucoma or ocular hypertension. *Clin Ophthalmol*.- 2010; 4:581-590. doi:10.2147/OPTH.S10337.
7. Goldstein MH, Silva FQ, Blender N, Tran T. Ocular benzalkonium chloride exposure: problems and solutions. *Eye (Lond)*.- 2022; 36(2):361-368.
8. Coroi MC, Bungau S, Tit M. Preservatives from the eye drops and the ocular surface. *Rom J Ophthalmol*.- 2015; 59(1): 2-5.
9. Fierz FC. et al. Multiple use of preservative-free single-dose units: bacterial contamination risk of vial tip and dispensed drop.- *BMJ Open Ophthalmol*.- 2024; 9: e001628.
10. Awwad S. et al. A review of containers for multi-dose preservative-free eye drops (Novelia analogues): contamination outcomes.- *Biomed J Sci Tech Res*. 2022; 44(3): 35187-35194.
11. Eva M. Kniep; Cora Roehlecke; Nurdan Özkucur; Alexander Steinberg; Friedemann Reber; Lilla Knels; Richard H. W. Funk Inhibition of Apoptosis and Reduction of Intracellular pH Decrease in Retinal Neural Cell Cultures by a Blocker of Carbonic Anhydrase: <https://iovs.arvojournals.org/article21830037>.

РЕЗЮМЕ

Клиническая эффективность бесконсервантной фиксированной комбинации дорзоламида и тимолола малеата (Косопт БК) в лечении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой
Ж.О. Сангилбаева, Е.К. Гасанов

В данном исследовании оценивалась эффективность и безопасность бесконсервантной фиксированной комбинации дорзоламида и тимолола малеата (Косопт БК) у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. Препарат продемонстрировал выраженное и стабильное снижение внутриглазного давления, улучшение состояния зрительного нерва и поверхности глаза, а также хорошую переносимость терапии. Полученные данные подтверждают, что препарат Косопт БК может быть рекомендован к использованию в рутинной практике для лечения пациентов с глаукомой.

Ключевые слова: глаукома, фиксированная комбинация, внутриглазное давление, эффективность, переносимость.

SUMMARY

Clinical efficiency of the Preservative-Free Fixed Combination of Dorzolamide and Timolol Maleate (Cosopt PF) in the Treatment of Patients with Primary Open-Angle Glaucoma

Zh.O. Sangilbayeva, E.K. Gasanov

This study evaluated the efficacy and safety of the preservative-free fixed combination of dorzolamide and timolol maleate (Cosopt PF) in patients with primary open-angle glaucoma. The drug demonstrated a pronounced and stable reduction in intraocular pressure, improvement in optic nerve and ocular surface condition and good treatment tolerability. The findings confirm that Cosopt PF can be recommended for routine clinical use in the management of glaucoma patients.

Key words: glaucoma, fixed combination, intraocular pressure, efficacy, tolerability.

ТҰЖЫРЫМ

Біріншілік ашық бұрышты глаукомасы бар науқастарды емдеудегі консервантсыз дорзоламид пен тимолол малеатының біріктірілген дәрілік түрінің (Косопт БК) клиникалық тиімділігі

Ж.О. Сангилбаева, Е.К. Гасанов

Зерттеуде біріншілік ашық бұрышты глаукомасы бар науқастарда консервантсыз дорзоламид пен тимолол малеатының біріктірілген дәрілік түрінің (Косопт БК) тиімділігі мен қауіпсіздігі бағаланды. Препарат көз ішілік қысымды айқын және тұрақты түрде төмендетіп, көру жүйкесі мен көз бетінің жағдайын жақсартады, сондай-ақ жақсы көтерімділік көрсетеді. Алынған нәтижелер Косопт БК препаратын глаукомасы бар науқастарды емдеудегі күнделікті клиникалық жұмыста қолдануға ұсынуға болатынын дәлелдейді.

Кілт сөздер: глаукома, бекітілген комбинация, көзішілік қысым, тиімділік, көтерімділік.

CLINICAL EFFICIENCY OF THE PRESERVATIVE-FREE FIXED COMBINATION OF DORZOLAMIDE AND TIMOLOL MALEATE (COSOPT PF) IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA

Zh.O. Sangilbayeva, E.K. Gasanov

Introduction

Globally, the prevalence of glaucoma among people over 40 years of age reaches 3.5%, with the incidence steadily increasing with age. While glaucoma affects approximately 1% of the population aged 40–49, it reaches approximately 3% among those aged 60–70, and over 10–14% among those over 80. According to various estimates, the number of people with glaucoma will increase from 76 million in 2020 to 111.8 million by 2040, as the global population ages [1]. Thus, the problem of glaucoma is becoming increasingly important from a medical and social perspective, as without timely treatment, this pathology leads to irreversible blindness.

The epidemiological situation of glaucoma in the Republic of Kazakhstan reflects global trends. Glaucoma is one of the leading causes of visual impairment in the country. In recent years, a steady increase in glaucoma incidence has been observed: according to official data, the primary detection rate (incident rate) of glaucoma increased from 59.1 cases per 100,000 population in 2000 to 135.5 per 100,000 in 2022. Forecasts indicate further growth, with the rate expected to reach 150 cases per 100,000 population by the mid-2020s [2]. The incidence rate is somewhat higher in urban areas compared to rural areas, partly due to better detection through screening and the availability of ophthalmological care in urbanized regions. Increasing life expectancy in Kazakhstan suggests a further increase in the burden of glaucoma on the healthcare system, making early detection and effective treatment particularly pressing.

It should be noted that significant progress has been made in early detection of glaucoma in Kazakhstan since the introduction of the national glaucoma screening program. In recent years, the coverage of the population with preventive examinations has increased significantly, leading to an increase in the proportion of cases detected in the early stages, when effective medical treatment and vision preservation are possible. The increase

in detection is particularly noticeable in cities where screening is systematically implemented as part of the state program, which has increased the early diagnosis rate and reduced the proportion of patients presenting for the first time with advanced glaucoma symptoms [2].

The primary treatment strategy for glaucoma is to reduce intraocular pressure (IOP) to a target level, which helps to slow or prevent the progression of glaucomatous optic neuropathy. In clinical practice, this is achieved primarily with hypotensive eye drops, which often require lifelong use. A combination of several medications from different groups is often required to achieve the target pressure level [3]. When using two or more products separately, patients face a complicated instillation regimen (multiple instillations from different bottles throughout the day), which reduces treatment adherence and increases the risk of instillation errors. Furthermore, the combined effects of multiple preservatives (most commonly benzalkonium chloride) on the ocular surface can cause dryness, irritation, allergic reactions, and corneal damage with prolonged use.

Fixed-dose combinations of antihypertensive agents are designed to optimize glaucoma therapy. They are single medications that combine two active ingredients in a single bottle. An example is the fixed-dose combi-

nation of dorzolamide 2% and timolol 0.5%, recommended for use when monotherapy with these components is insufficiently effective. The use of fixed-dose combinations has a number of proven advantages over separate administration of multiple medications. Firstly, by reducing the number of instillations, the treatment regimen is simplified, significantly improving patient compliance. Secondly, combination drops provide the same level of IOP reduction as the separate administration of each component. In some studies, the IOP control effect was even superior to that of sequential instillation, due to the elimination of the "washout" phenomenon of the second drug. Thirdly, the total preservative load on the ocular surface is reduced, leading to reduced toxicity to the cornea and conjunctiva. Clinical studies show that switching from separate therapy to a fixed-dose combination of dorzolamide/timolol does not worsen IOP control and may be accompanied by a reduction in the incidence of local side effects. In one randomized study of 4-month treatment of primary open-angle glaucoma (POAG) with separate and fixed-dose combination of dorzolamide/timolol, a similar reduction in intraocular pressure (approximately 24% from baseline) was observed. However, eye irritation symptoms were less common with the fixed-dose combination: no eye pain was observed in the combination therapy group versus 4% of cases with separate instillation, and superficial corneal damage was observed in only 1% versus 7% of patients, respectively ($p < 0.05$). These data confirm that fixed-dose dual therapy is not inferior to separate therapy in terms of effi-

cacy and is better tolerated by patients.

An additional step toward improving the safety of glaucoma therapy has been the development of preservative-free formulations. The presence of preservatives (primarily benzalkonium chloride) in eye drops is considered a factor of the development of drug-induced dry eye syndrome and ocular surface damage during long-term glaucoma treatment. Therefore, preservative-free fixed combination formulations are now available, including Cosopt PF (preservative-free) – a dorzolamide/timolol solution [4-6]. Clinical observations demonstrate improved tolerability when patients are switched to preservative-free drops. In particular, a reduction in irritation symptoms has been noted: the incidence of severe bulbar hyperemia decreased from 5% to 0.7% after replacing conventional drops with a preservative-free fixed combination. Conjunctival and corneal staining decreased during fluorescein biomicroscopy, indicating improved ocular surface health. Improved tolerability led to improved treatment adherence: 92.7% of patients successfully completed the course of therapy and continued treatment with the preservative-free fixed-dose combination, while treatment discontinuation due to insufficient efficacy or adverse events was required in less than 3% of patients. Thus, the use of the preservative-free fixed-dose combination of dorzolamide and timolol offers several advantages, including effective reduction of intraocular pressure while reducing side effects and increasing patient adherence to long-term antihypertensive therapy [7-10].

Research conducted in recent decades has confirmed the leading role of oxidative stress in the development of glaucoma. This stress is characterized by the excessive formation of reactive oxygen species, which damage mitochondria and cause cell death. Experimental studies have shown that dorzolamide reduces these apoptotic mechanisms in retinal tissue. Carbonic anhydrase inhibitors have also been shown to modulate the pH of extracellular fluid, which may influence metabolic activity. In addition to lowering IOP, dorzolamide significantly improves important parameters of ocular blood flow [11].

Given the high prevalence of glaucoma and its increasing incidence, especially among older individuals, optimizing drug therapy is a priority for ophthalmologists. Improving treatment adherence through the use of well-tolerated combination medications can significantly slow the progression

of glaucoma and preserve vision in patients. In this regard, it seems relevant to study the efficacy and safety of the only preservative-free fixed combination of dorzolamide/timolol available in the Republic of Kazakhstan (the drug Cosopt PF from Santen Oy) in patients with glaucoma.

Material and Methods

A 6-month prospective cohort study to evaluate the efficacy and safety of Cosopt PF was conducted at the Kazakh Research Institute of Eye Diseases from November 2024 to April 2025. The study included 30 patients with primary open-angle glaucoma. The average age of the patients was 67.5 years (range, 53 to 78 years). Gender distribution was as follows: 11 men and 19 women.

The patients were divided into 3 groups:

Group 1 (14 patients) - patients with newly diagnosed, advanced, and previously untreated glaucoma;

Group 2 (7 patients) - patients switched from a prostaglandin analogue to the study drug;

Group 3 (9 patients) - patients switched from a fixed-dose combination of CAI+BB with a preservative to the study drug.

During the initial examination, after obtaining informed consent to participate in the study, patients underwent visual acuity assessment, non-contact tonometry, biomicroscopy, optical coherence tomography, and computerized perimetry (assessment of the central visual field). They also completed the OSDI questionnaire for subjective

assessment of dry eye syndrome. Participants were then prescribed Cosopt PF, instilled 1 drop twice daily at 12-hour intervals. Patients in groups II and III were transferred to the study drug after discontinuing the previously used drops. After the start of therapy, intraocular pressure was assessed after one week, and then once a month until the end of the study period. After 3 months of use, an interim examination was conducted, including visual acuity assessment, biomicroscopy, optical coherence tomography, and computerized perimetry (assessment of the central visual field). Six months after the end of the study period, all the above examinations were repeated, and patients completed the OSDI questionnaire.

Results:

Table 1 shows the dynamics of changes in IOP levels in patients with POAG during a six-month course of therapy with the preservative-free fixed combination of dorzolamide and timolol (Cosopt PF).

Table 1 - IOP levels during the study

Group	Baseline IOP level	in a week	1st month	2nd month	3rd month	4th month	5th month	6th month
I	27,9	21,7	19,6	19,3	18,8	19,1	18,5	19
II	20,3	19,1	18,7	19,2	18,7	18,6	19,1	18,9
III	18,1	18	18,2	18,1	19,3	18,3	18,3	18,1

The first group (newly diagnosed glaucoma) demonstrated the most pronounced reduction in IOP: from a baseline of 27.9 mmHg to 21.7 mmHg after just one week of therapy, with subsequent stabilization of the indicator in the range of 18.5-19.6 mmHg throughout the observation period. This indicates a rapid and sustained hypotensive effect of the drug upon initial administration. In the second group (patients transferred from prostaglandin analogues), a slight decrease in IOP was also observed, from 20.3 to 18.7-19.2 mmHg, confirming the effectiveness of switching to the study

combination when pressure was insufficiently achieved during the previous therapy over time (Fig. 1). In patients of the third group, where patients previously received fixed-dose combinations with preservatives, stable IOP levels were observed, indicating the stable hypotensive effect when switching to a preservative-free form.

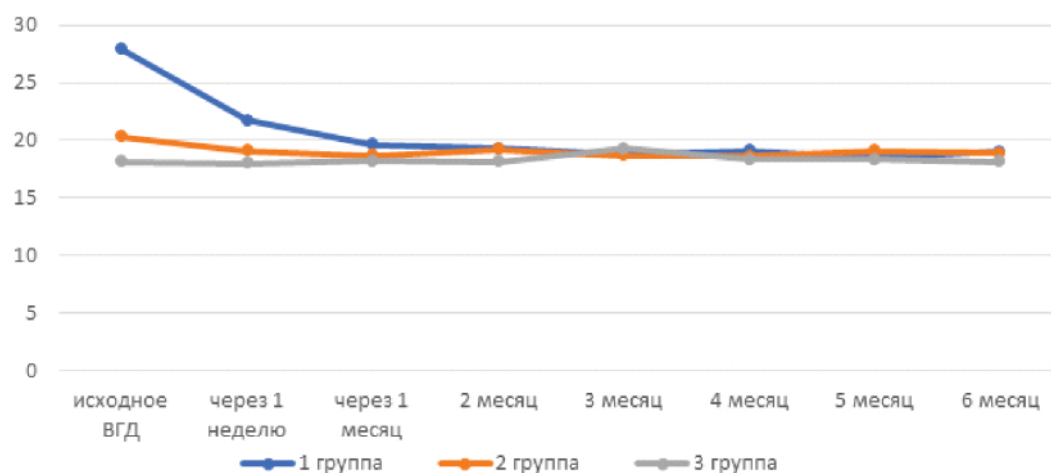


Figure 1. Dynamics of IOP in patients of 3 groups

Changes in the retinal nerve fiber layer, as measured by OCT (Fig. 2), are also noteworthy: in Group I, the average RNFL thickness increased from 78 to 83 μm , indicating improved microcirculation and trophism of the optic nerve after the reduction in intraocular pressure. In Group II, RNFL thickness remained virtu-

ally unchanged (83–85 μm), confirming the structural stability of the retinal fibers and the effectiveness of the transition to the study combination. In Group III, the decrease in RNFL was minimal (from 73 to 72 μm), which may be related to more pronounced structural changes initially, characteristic of longer-term glaucoma, and also reflects the protective effect of the preservative-free formulation on the optic nerve axonal complex.

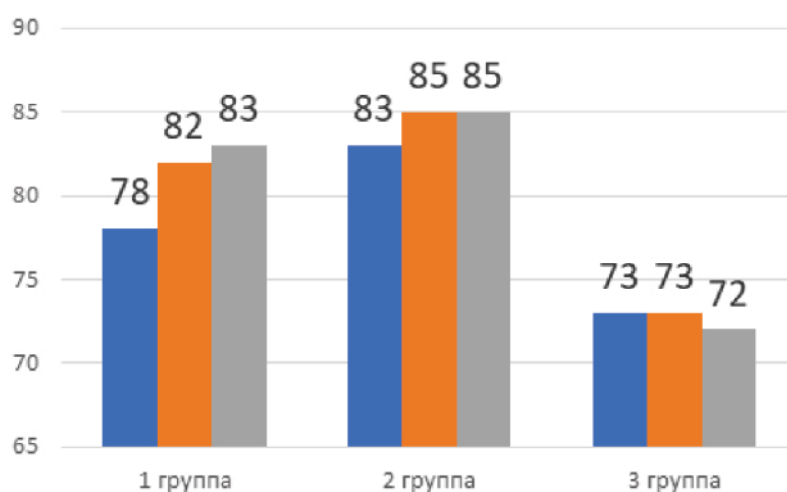


Figure 2. Dynamics of retinal nerve fiber thickness on OCT

The presented data demonstrate that therapy with Cosopt PF not only provides a sustained hypotensive effect but also helps preserve the structural elements of the optic nerve, exhibiting neuroprotective properties.

Figure 3 presents the results of the patient survey using the Ocular Surface Disease Index (OSDI) questionnaire, reflecting the dynamics of dry eye syndrome symptom severity in the three study groups before and after 6 months of Cosopt PF therapy.

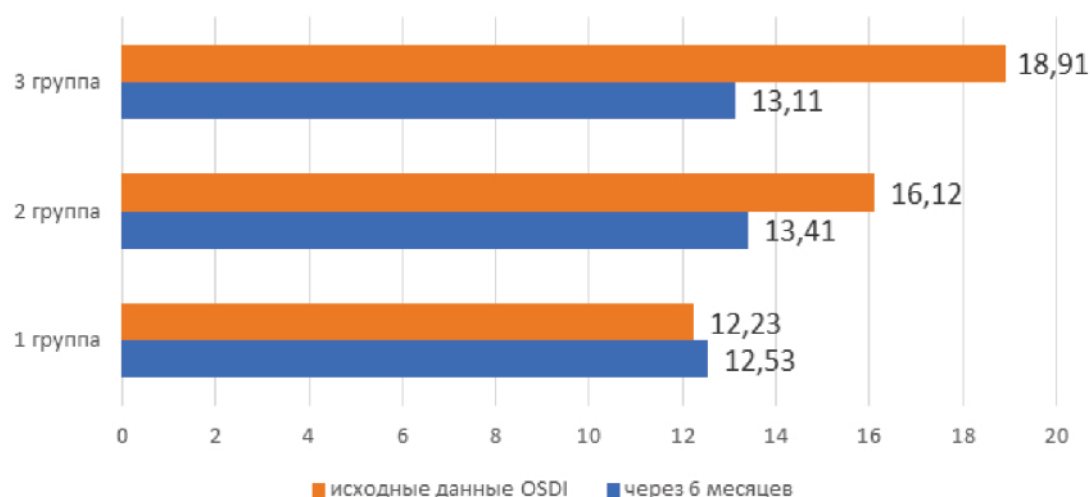


Figure 3. OSDI questionnaire results

Across all groups, a decrease in OSDI scores was observed compared to baseline, indicating a positive impact of the preservative-free formulation on ocular surface health and patient subjective comfort. The most pronounced improvement was observed in Group III patients transitioning from preservative-containing fixed-dose combinations: the mean OSDI score decreased from 18.91 to 13.11 points. This indicates a reduction in the severity of eye irritation and dryness after discontinuing preservative-containing drops. Patients in Group II also showed a significant decrease in the index, from 16.12 to 13.41 points, which may be related to both improved tolerance to therapy and restoration of tear film stability.

Thus, the survey results confirm the high safety and good tolerability of Cosopt PF, especially in

patients previously treated with preservative-containing therapy.

CONCLUSION

Our clinical trial of the preservative-free fixed-dose combination of the carbonic anhydrase inhibitor dorzolamide and the beta-blocker timolol maleate (Cosopt PF) demonstrated both good efficacy in reducing IOP in different groups of patients with primary open-angle glaucoma and some neuroprotective activity, accompanied by excellent tolerability, presumably contributing to high compliance during long-term use.

REFERENCES

1. Tham Y.C. et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014; 121(11):2081-90.
2. Остапенко Э.А., Кайдалова Л.К., Джунусова Ж.М. Первые результаты скрининга на глаукому в рамках государственной программы «Саламатты Казахстан». 2013; 2:40-43.
3. Park S-W., Lee J., Kook M.S. Efficacy, Safety and Patient-Reported Outcomes with Preservative-Free Tafluprost or PF-Dorzolamide/Timolol Compared with Preserved Latanoprost in Glaucoma Patients with Ocular Surface Disease. *Pharmaceuticals (Basel)*.- 2022; 15(2):201. doi:10.3390/ph15020201.
4. Дорофеев Д.А., Брежнев А.Ю., Газизова И.Р., и др. Предпосылки применения бесконсервантных препаратов при медикаментозной терапии глаукомы.- *Офтальмология (Москва)*.- 2021; 18(3):532-538. doi:10.18008/1816-5095-2021-3-532-538.

5. Shedden A., Adamsons I.A., Getson A.J., et al. Comparison of the efficacy and tolerability of preservative-free and preservative-containing dorzolamide/timolol fixed combination (COSOPT) in patients with elevated intraocular pressure: a randomized clinical trial. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2010; 248(12):1757-1764. doi:10.1007/s00417-010-1397-7.

6. Hutnik C., Neima D., Ibrahim F., et al. Tolerability and effectiveness of preservative-free dorzolamide-timolol (Cosopt PF) in patients with open-angle glaucoma or ocular hypertension. *Clin Ophthalmol.* 2010; 4:581-590. doi:10.2147/OPTH.S10337.

7. Goldstein MH, Silva FQ, Blender N, Tran T. Ocular benzalkonium chloride exposure: problems and solutions. *Eye (Lond).* 2022; 36(2):361-368.

8. Coroi MC, Bungau S, Tit M. Preservatives from the eye drops and the ocular surface. *Rom J Ophthalmol.* 2015; 59(1):2-5.

9. Fierz FC, et al. Multiple use of preservative-free single-dose units: bacterial contamination risk of vial tip and dispensed drop. *BMJ Open Ophthalmol.* 2024; 9: e001628.

10. Awwad S, et al. A review of containers for multi-dose preservative-free eye drops (Novelia analogues): contamination outcomes. *Biomed J Sci Tech Res.* 2022; 44(3): 35187-35194.

11. Eva M. Kniep; Cora Roehlecke; Nurdan Özkucur; Alexander Steinberg; Friedemann Reber; Lilla Knels; Richard H. W. Funk Inhibition of Apoptosis and Reduction of Intracellular pH Decrease in Retinal Neural Cell Cultures by a Blocker of Carbonic Anhydrase: <https://iovs.arvojournals.org/article21830037>.

УДК: 617.7

СМАРТ-ТЕХНОЛОГИИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Ж.О. Сангилбаева, Е.К. Гасанов

Введение. Смарт-технологии в офтальмологии представляют собой совокупность современных цифровых решений от искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения до подключаемых устройств, мобильных приложений и телемедицинских платформ, направленных на улучшение диагностики, мониторинга и лечения глазных заболеваний. В последние годы использование таких смарт-технологий в офтальмологической практике стремительно растёт, чему

способствовали как прогресс телемедицины, так и вызовы минувшей пандемии COVID-19 [1]. Смарт-устройства позволяют дистанционно отслеживать важные зрительные функции, признаки и симптомы заболеваний, расширяя доступ пациентов к помощи вне стен клиники. Появились переносные гаджеты и носимые сенсоры (на запястье, в оправе очков, в виде контактных линз и др.), а также многочисленные приложения для смартфонов, облегчающие проведение скринингов и самоконтроля зрения. Одновременно искусственный интеллект и анализ больших данных прокладывают путь к персонализированной офтальмологии от автоматического распознавания заболеваний по изображениям

до прогнозирования исходов лечения [2].

Применение искусственного интеллекта в офтальмологии

Искусственный интеллект в офтальмологии охватывает алгоритмы машинного обучения (включая глубокие нейронные сети), способные анализировать медицинские данные и изображения глаз для выявления патологий, прогнозирования течения заболеваний и поддержки клинических решений. Наиболее бурное развитие получил глубокий машинный анализ изображений: современные нейросети обучаются на больших массивах снимков в хорошем качестве и достигают точности, сравнимой с экспертами-врачами [2].

Важно отметить, что ИИ в офтальмологии действует не автономно, а обязательно в сочетании с врачом, выступая лишь как инструмент поддержки принятия решений. Алгоритмы могут быстро обрабатывать большие массивы снимков и выделять подозрительные случаи для врача, например, в скрининговых программах по диабетической ретинопатии это повышает охват и эффективность, позволяя выявлять больше пациентов на ранних стадиях болезни [3-5]. В целом, искусственный интеллект уже доказал свою клиническую значимость в офтальмологии, и ожидается, что по мере накопления данных и совершенствования моделей он станет неотъемлемой частью стандартов глазной помощи.

Мобильные приложения и телеофтальмология

Мобильные и облачные технологии стремительно проникают в офтальмологическую практику, расширяя возможности как врачей, так и пациентов. Широкое распространение смартфонов по всему миру среди населения практически любого возраста привело к появлению множества специализированных мобильных приложений. Одни из них предназначены для тестирования зрения (визометрия, проверка цветового зрения, контрастной чувствительности, сетка Амслера и др.) в домашних условиях. Многие такие приложения прошли клиническую валидацию и показывают хорошую сопоставимость с традиционными методиками. Другие приложения помогают пациентам с нарушенным зрением в повседневной жизни (навигаторы, лупы, системы озвучивания текста и т.д.), повышая их автономность [6]. Для врачей существуют мобильные справочники и руководства, а также средства удалённого доступа к диагностическим приборам.

Особо значимы приложения, превра-

щающие смартфон в инструмент обследования. С помощью недорогих насадок камера телефона может работать как портативный офтальмоскоп или щелевая лампа, позволяя фотографировать передний отрезок глаза и глазное дно. Смартфон легко крепится к щелевым лампам и даже к ОКТ-сканерам, что дает возможность в режиме реального времени транслировать изображение структур глаза на экран, а также сохранять снимки для дальнейшего анализа [7].

Преимущество таких решений - портативность и доступность, особенно ценная при выездных осмотрах, скрининге в школах и отдалённых районах. Полученные изображения через мобильный интернет или Wi-Fi могут быть также переданы в специализированные центры, где офтальмологи могут оперативно их оценить. Таким образом, смартфон стал важным звеном в системе телеофтальмологии, соединяя пациента на "периферии" и эксперта в центре.

Телеофтальмология, являясь разделом телемедицины, всё шире применяется для удалённого оказания офтальмологической помощи. Она включает как асинхронные технологии - «store-and-forward», когда данные пациента, например снимки, передаются специалисту и позже анализируются им, так и синхронные: живые видеоконсультации, удалённое присутствие. Наибольшего успеха телеофтальмология достигла в области скрининга заболеваний сетчатки. Во многих странах созданы программы удалённого скрининга диабетической ретинопатии: в поликлиниках или кабинетах первичной помощи делаются снимки глазного дна, которые через интернет отправляются

офтальмологам или проходят автоматический анализ ИИ-алгоритмами [8]. Такой подход доказал свою эффективность, и сейчас считается стандартом во многих регионах для охвата большого числа пациентов.

Помимо сетчатки, телемедицина внедряется и в другие сферы офтальмологии. Создаются виртуальные клиники для глаукомы и катаракты, где рутинные контрольные обследования (измерение остроты зрения, ВГД, снимки диска зрительного нерва, поля зрения) выполняются техниками или устройствами, а офтальмолог затем дистанционно просматривает результаты и принимает решение о тактике. Это разгружает очные приёмы и удобно для пациентов. Широкое применение телеофтальмология получила во время пандемии, когда значительная доля консультаций перешла в удалённый формат [9-11]. Тем не менее, прошедшая 3 года назад пандемия послужила катализатором, повысившим принятие телемедицины среди врачей и пациентов, и сейчас она уверенно заняла своё место как часть комбинированной модели оказания помощи.

Применение смарт-технологий при глаукоме

Глаукома - прогрессирующее заболевание, приводящее к необратимой слепоте - крайне примечательна во внедрении смарт-технологий, поскольку требует как раннего выявления, так и постоянного мониторинга состояния пациента. Традиционная диагностика, в частности, измерение внутриглазного давления, оценка диска зрительного нерва и периметрия зависят от интерпретации врача и нерегулярна во времени, особенно когда у пациента проблемы с приверженностью к гипотензивной тера-

пии. Смарт-технологии призваны сделать диагностику более объективной, а лечение - непрерывным.

Помимо ИИ-анализа, в сфере глаукомы чрезвычайно востребованы устройства для мониторинга внутриглазного давления - ключевого фактора болезни. Поскольку ВГД подвержено суточным колебаниям и всплескам, разовые измерения в клинике дают ограниченную информацию. В последние годы появились инновационные решения для континуального мониторинга ВГД. Одно из них - имплантируемый датчик Eyemate (Implandata, Германия), представляющий собой миниатюрный электронный сенсор давления, имплантируемый в глаз пациента. Эта технология была валидирована в клинических исследованиях и получила разрешение на использование в Европе, а также статус Breakthrough Device от FDA в 2021 году. Сенсор помещается либо в цилиарную борозду при операции катаракты, либо в супрацилиарное пространство при антиглаукоматозной операции и остаётся в глазу постоянно. Он не содержит батарей, питание осуществляется удаленно от внешнего считывателя, который пациент прикладывает к веку. При активизации сенсора данные о текущем давлении автоматически передаются на внешний приёмник и далее - в защищённую облачную базу данных. Это позволяет наблюдать профиль ВГД пациента на протяжении суток, недель и месяцев. Врач получает доступ к онлайн-панели мониторинга, где графически отображаются все колебания давления и тенденции, а также могут быть настроены оповещения при превышении целевого уровня. В клинических испытаниях показано, что длительное ношение Eyemate безопасно, а данные хорошо коррелируют с измерениями стандартными тонометрами [12]. Отмечается, что большое число измерений позволяет лучше прогнозировать риск прогрессирования, поскольку фиксирует ночные и эпизодические пики давления. Разработчики также развивают направление интеграции ИИ-аналитики, чтобы автоматически интерпретировать большие массивы измерений ВГД совместно с клиническими параметрами и подсказывать оптимизацию лечения.

До появления имплантируемых сенсоров применялись и продолжают применяться носимые датчики ВГД, ярким примером которых является контактная линза Sensimed Triggerfish. Это мягкая контактная линза со встроенным тензодатчиком, который улавливает

изменения окружности глазного яблока, происходящие при колебаниях давления внутри глаза. Линза соединяется с антенной-приёмником, закрепляемой вокруг глаза, через которую данные передаются на портативное записывающее устройство. Система позволяет в амбулаторных условиях непрерывно регистрировать профиль ВГД в течение 24 часов, включая ночное время, с измерением каждые 5 минут. Хотя абсолютное значение ВГД линза напрямую не выдаёт (данные идут в условных единицах), характер колебаний и время пиков помогают врачу выявить пациента с риском прогрессирования [13-15]. В исследованиях Triggerfish продемонстрировал приемлемую безопасность: у большинства пациентов отмечались лишь незначительные побочные эффекты в виде слёзотечения и покраснения, проходившие после снятия линзы.

Другим примером новых технологий для глаукомы является домашняя тонометрия. Уже несколько лет применяются портативные тонометры, позволяющие пациентам самостоятельно измерять давление, например, iCare Home. Новейшие разработки стремятся сделать процесс более удобным и независимым от навыков пациента. Например, прототип IOPerfect представляет собой налобный модуль, который бесконтактно измеряет ВГД с помощью короткого воздушного импульса к роговице и видеокамеры, регистрирующей реакцию тканей. Этот прибор не требует анестезии и менее зависим от толщины роговицы, а данные могут автоматически передаваться врачу через интернет. Хотя IOPerfect ещё проходит испытания, он иллюстрирует направление развития: создание удобных средств для частого домашнего мониторинга глаукомы [16].

Смарт-технологии находят применение и в лечении глаукомы. Прямых смарт-технологий лечения пока немного, но разрабатываются устройства, комбинирующие терапевтический эффект с цифровым контролем. Исследуются прототипы смарт-имплантов для дозированного выпуска противоглаукомных препаратов внутри глаза со встроенным микрочипом для дистанционного управления дозой. Существуют электронные датчики-наконечники для флаконов с глазными каплями, фиксирующие время инстилляций, что помогает контролировать приверженность пациента терапии и напоминать о каплях через приложение. Хотя подобные решения пока не стали стандартом, будущее мониторинга глаукомы видится более персонализированным и управляемым бла-

годаря интеграции сенсоров и связи: врач сможет отслеживать соблюдение терапии и изменения давления, быстро корректируя лечение.

Так, при глаукоме смарт-технологии задействованы на всех этапах: от раннего выявления заболевания через мониторинг прогрессирования до оптимизации лечения: персонализированные рекомендации и контроль приверженности. Эти подходы уже начинают внедряться и, вероятно, существенно изменят классический алгоритм ведения глаукомы, сделав его более проактивным и ориентированным на предотвращение необратимой потери зрения.

Мобильное приложение MyGlaucoma app

Низкий комплаенс зачастую является ведущей причиной прогрессирования заболевания у большинства пациентов с глаукомой. Уровень приверженности лечению согласно многочисленным исследованиям варьирует от 30 до 80% [17, 18]. Факторы, влияющие на комплаенс, включают забывчивость, социально-экономический статус, уровень образования пациента, стоимость лечения, убеждения относительно здоровья, сопутствующие заболевания и физическое состояние и т. д. [19].

В 2018 году Казахский научно-исследовательский институт глазных болезней впервые разработал мобильное приложение Glaucoma для пациентов с целью повышения их приверженности лечению. В 2025 году приложение было доработано и обновлено.

Приложение «MyGlaucoma App» доступно для скачивания на платформах AppStore и Play Market на казахском, английском и русском языках (рис.1). Оно включает несколько раз-

делов. Первый раздел содержит информацию о глаукоме в виде 7 видеороликов с простыми объяснениями симптомов и особенностей ведения глаукомы, подготовленных специалистами-офтальмологами Казахского НИИ глазных болезней. Следующий раздел посвя-

щен схеме лечения, где пациенты могут установить график ежедневного закапывания капель. Приложение также позволяет пациенту сохранять данные результатов каждого осмотра офтальмолога, а также историю заболевания и лечения. Последний раздел содержит контактные данные офтальмолога и функцию календаря, где пациент может запланировать следующий визит к офтальмологу.

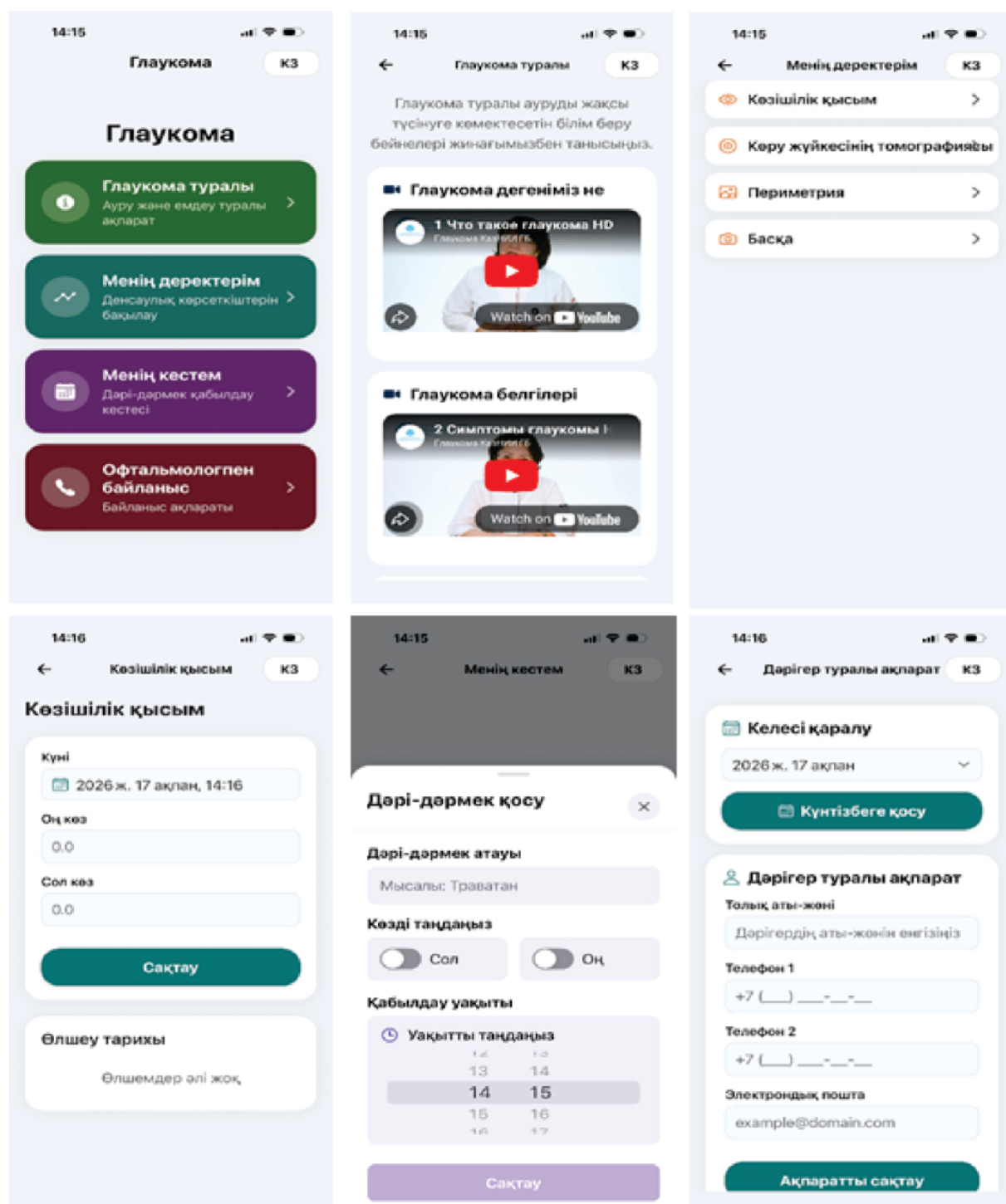


Рисунок 1. Интерфейс приложения MyGlaucoma App

Заключение

Современная офтальмология переживает этап стремительной цифровой трансформации. Смарт-технологии - искусственный интеллект, мобильные приложения, носимые и имплантируемые сенсоры, телемедицинские и облачные платформы уже доказали свою полезность и продолжают развиваться. ИИ-системы улучшили раннее выявление заболеваний, расширили охват скрининга и приблизили точность автоматизированной интерпретации к экспертному уровню. Мобильные и телемедицинские решения повысили доступность помощи и удобство мониторинга хронических пациентов.

В ближайшие годы по мере накопления данных, стандартизации протоколов и расширения регуляторной базы можно ожидать более глубокой интеграции смарт-технологий и дистанционного мониторинга в клиническую практику. Цель всех этих инноваций остаётся неизменной: более ранняя диагностика, своевременная терапия, предотвращение слепоты и повышение качества жизни пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lum F, Grajewski AL, Murphy RR, Mian SI, Nguyen DH. Telemedicine for ophthalmology during the COVID-19 pandemic: A pilot experience. *Ophthalmology*.- 2020; 127(7):971-973.
2. De Fauw J, Ledsam JR, Romera-Paredes B, Nikolov S, Tomasev N, Blackwell S, et al. Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease. *Nat Med*.- 2018; 24(9):1342-1350.
3. Chiang MF, Sommer A, Rich WL, Lum F, Parke DW 2nd. The IRIS Registry: Purpose and perspectives. *Ophthalmology*.- 2018; 125(8):1143-1148.
4. Ting DSW, Pasquale LR, Peng L, Campbell JP, Lee AY, Raman R, et al. Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. *Br J Ophthalmol*.- 2019; 103(2):167-175.
5. Medeiros FA, Jammal AA, Thompson AC. From machine learning to artificial intelligence: Applications in glaucoma. *Prog Retin Eye Res*.- 2020; 79:100815.
6. Bastawrous A, Giardini ME, Bolster NM, Peto T, Shah N, Livingstone IAT, et al. Clinical validation of a smartphone-based adapter for optic disc imaging in Kenya. *JAMA Ophthalmol*.- 2016; 134(2):151-158.
7. Lord RK, Shah VA, San Filippo AN, Krishna R. Novel uses of smartphones in ophthalmology. *Ophthalmology*.- 2020; 117(6):1274.e3-1274.e4.
8. Devalla SK, Chin KS, Mari JM, Tun TA, Strouthidis NG, Aung T, et al. A deep learning approach to digitally stain optical coherence tomography images of the optic nerve head. *Invest Ophthalmol Vis Sci*.- 2018; 59(1):63-74.
9. Asaoka R, Murata H, Iwase A, Araie M. Detecting preperimetric glaucoma with standard automated perimetry using a deep learning classifier. *Ophthalmology*.- 2016; 123(9):1974-1980.
10. Rathi S, Tsui E, Mehta N, Zahid S, Schuman JS. The current state of teleophthalmology in the United States. *Ophthalmology*.- 2017; 124(12):1729-1734.
11. Toy BC, Myung DJ, He L, Pan CK, Chang RT, Polkinhorne A, et al. Smart phone-based slit lamp imaging: A novel approach to teleophthalmology. *Ophthalmology*.- 2016; 123(2): 349-350.
12. Walter P, Brunner R, Blum R, Haag J, Dinslage S. First implantation of a permanent intraocular pressure sensor in a human eye. *Br J Ophthalmol*.- 2017; 101(1):64-70.
13. Mansouri K, Medeiros FA, Tafreshi A, Weinreb RN. Continuous 24-hour monitoring of intraocular pressure patterns with a contact lens sensor: Safety, tolerability, and reproducibility in patients with glaucoma. *Arch Ophthalmol*.- 2022; 130(12):1534-539.

14. Lorenz K, Korb C, Herzog N, Vetter JM, Elflein HM, Keilani MM, et al. Tolerability of 24-hour intraocular pressure monitoring of a pressure-sensitive contact lens. *J Glaucoma*.- 2023; 22(4):311-316.
15. Todani A, Behlau I, Fava MA, Cade F, Cherfan DG, Zakka FR, et al. Intraocular pressure measurement by radio wave telemetry. *Invest Ophthalmol Vis Sci*.- 2021; 52(13):9573-9580.
16. Shaarawy T. Continuous intraocular pressure monitoring with a wireless ocular telemetry sensor: Initial clinical experience in patients with open angle glaucoma. *Br J Ophthalmol*.- 2021; 95(5): 627-629.
17. Musch DC, Lichter PR, Guire KE, Standardi CL. The Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study: study design, methods, and baseline characteristics of enrolled patients. *Ophthalmology*.- 1999 Apr; 106(4) :653-62. doi: 10.1016/s0161-6420(99)90147-1. PMID: 10201583.
18. Olthoff CMG, Schouten JSAG, Van De Borne BW, Webers CAB. Noncompliance with ocular hypotensive treatment in patients with glaucoma or ocular hypertension: An evidence-based review. *Ophthalmology*.- 2005; 112(6):953-961.e7. doi:10.1016/j.optha.-2004.12.035 [PubMed: 15885795].
19. Mary Thoesen Coleman, Ryan H. Pasternak, Effective Strategies for Behavior Change, Primary Care: Clinics in Office Practice, Volume 39, Issue 2, 2012, Pages 281-305.

РЕЗЮМЕ

Смарт-технологии в офтальмологии: современное состояние
и перспективы развития
Ж.О. Сангилбаева, Е.К. Гасанов

Смарт-технологии заняли прочное место в современной офтальмологии, дополняя традиционные методы и повышая эффективность помощи. Их роль особенно возросла на фоне мирового старения населения и недостатка офтальмологов в отдаленных регионах: новые дистанционные модели позволяют охватить больше пациентов и преодолеть географические барьеры. В данном обзоре рассматриваются ключевые направления развития смарт-технологий в офтальмологии: применение искусственного интеллекта (машинное обучение и системы поддержки клинических решений), мобильные приложения для контроля и мониторинга при глаукоме, а также обсуждаются клиническая значимость, точность, надёжность этих технологий, и перспективы их развития.

Ключевые слова: смарт-технологии, искусственный интеллект, мобильные приложения, глаукома.

ТҰЖЫРЫМ

Офтальмологиядағы смарт-технологиялар:
қазіргі жағдайы және даму перспективалары
Ж.О. Сангилбаева, Е.К. Гасанов

Смарт-технологиялар заманауи офтальмологияда берік орын алып, дәстүрлі әдістерді толықтырып, медициналық көмектің тиімділігін арттыруда. Олардың маңызы әлем халқының қартаю және шалғай аймақтарда офтальмолог мамандардың жетіспеушілігі жағдайында ерекше өсті: қашықтан көрсетілетін жаңа медициналық модельдер пациенттердің кең ауқымын қамтуға және географиялық кедергілерді еңсеруге мүмкіндік береді. Осы шолу мақалада офтальмологиядағы

смарт-технологиялардың дамуының негізгі бағыттары қарастырылады: жасанды интеллектті қолдану (машиналық оқыту және клиникалық шешім қабылдауды қолдау жүйелері), глаукоманы бақылау мен мониторингке арналған мобильді қосымшалар, сондай-ақ аталған технологиялардың клиникалық маңыздылығы, дәлдігі, сенімділігі мен даму перспективалары талқыланады.

Түйін сөздер: смарт-технологиялар, жасанды интеллект, мобильді қосымшалар, глаукома.

SUMMARY

Smart technologies in ophthalmology: current status and development prospects

Zh.O. Sangilbayeva, E.K. Gassanov

Smart technologies have become an integral part of modern ophthalmology, complementing traditional methods and improving the efficiency of eye care delivery. Their importance has increased particularly in the context of global population aging and the shortage of ophthalmologists in remote regions, as new remote and digital care models enable broader patient coverage and help overcome geographical barriers. This review addresses the key directions in the development of smart technologies in ophthalmology, including the application of artificial intelligence (machine learning and clinical decision support systems), mobile applications for glaucoma monitoring and control, and discusses the clinical relevance, accuracy, reliability, and future perspectives of these technologies.

Keywords: smart technologies, artificial intelligence, mobile applications, glaucoma.

SMART TECHNOLOGIES IN OPHTHALMOLOGY: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Zh.O. Sangilbayeva, E.K. Gasanov

Kazakh "Badge of Honour" research Institute of eye diseases, Almaty

Introduction

Smart technologies in ophthalmology comprise a set of modern digital solutions ranging from artificial intelligence (AI) and machine learning to connected devices, mobile applications, and telemedicine platforms aimed at improving the diagnosis, monitoring, and treatment of ocular diseases. In recent years, the use of such smart technologies in ophthalmic practice has grown rapidly, facilitated both by advances in telemedicine and by the challenges posed by the recent COVID-19 pandemic [1]. Smart devices enable remote monitoring of key visual functions, as well as disease signs and symptoms, thereby expanding patients' access to care beyond clinical settings. Portable gadgets and wearable sensors (wrist-based, spectacle-mounted, contact-lens-

based, etc.) have emerged, along with numerous smartphone applications that facilitate screening and self-monitoring of vision. At the same time, artificial intelligence and big-data analytics are paving the way toward personalized ophthalmology, from automated disease recognition in medical images to prediction of treatment outcomes [2].

Artificial Intelligence in Ophthalmology

Artificial intelligence in ophthalmology encompasses machine learning algorithms (including deep neural networks) capable of

analyzing medical data and ocular images to detect pathologies, predict disease course, and support clinical decision-making. The most rapid progress has been achieved in deep image analysis: modern neural networks are trained on large datasets of high-quality images and reach diagnostic accuracy comparable to that of expert clinicians [2].

It is important to note that artificial intelligence in ophthalmology does not function autonomously but necessarily operates in conjunction with the physician, serving only as a clinical decision-support tool. Algorithms can rapidly process large image datasets and flag suspicious cases for review; for example, in diabetic retinopathy screening programs this increases coverage and efficiency, enabling identification of more patients at early disease stages [3-5]. Overall, artificial intelligence has already demonstrated clinical significance in ophthalmology, and as data accumulation and model refinement continue, it is expected to become an integral component of standard eye care.

Mobile Applications and Teleophthalmology

Mobile and cloud technologies are rapidly penetrating ophthalmic practice, expanding the capabilities of both physicians and patients. The widespread global use of smartphones across nearly all age groups has led to the emergence of numerous specialized mobile applications. Some are designed for home-based vision testing (visual acuity assessment, color vision testing, contrast sensitivity, Amsler grid testing, etc.). Many of these applications have undergone clinical validation and demonstrate good comparability with conven-

tional methods. Other applications assist visually impaired patients in daily life (navigation tools, magnifiers, text-to-speech systems, etc.), thereby increasing their autonomy [6]. For clinicians, mobile reference tools, guidelines, and remote access solutions for diagnostic equipment are available.

Particularly significant are applications that transform the smartphone into an examination instrument. With inexpensive attachments, the phone camera can function as a portable ophthalmoscope or slit lamp, enabling photography of the anterior segment and fundus. Smartphones can be easily mounted onto slit lamps and even OCT scanners, allowing real-time display of ocular structures and storage of images for further analysis [7].

The advantages of such solutions include portability and accessibility, which are particularly valuable during outreach examinations, school screening programs, and in remote areas. The acquired images can be transmitted via mobile internet or Wi-Fi to specialized centers, where ophthalmologists can promptly evaluate them. Thus, the smartphone has become an important component of the teleophthalmology system, linking the patient at the "periphery" with the expert at the center.

Teleophthalmology, a branch of telemedicine, is increasingly used for remote ophthalmic care delivery. It includes both asynchronous technologies ("store-and-forward"), in which patient data (e.g., images) are transmitted to a specialist and analyzed later, and synchronous approaches, such as live video consultations and remote presence. Teleophthalmology has achieved its greatest success in retinal disease screening. In many countries, remote diabetic retinopathy screening programs have been established: fundus images are obtained in primary care settings and transmitted via the internet to ophthalmologists or automatically analyzed using AI algorithms [8]. This approach has proven effective and is now considered standard practice in many regions for large-scale patient coverage.

Beyond retinal pathology, telemedicine is being implemented in other areas of ophthalmology. Virtual clinics for glaucoma and cataract management are being established, where routine follow-up examinations (visual acuity measurement, intraocular pressure assessment, optic nerve head imaging, visual field testing) are performed by

technicians or devices, after which the ophthalmologist remotely reviews the results and determines management strategy. This reduces the burden on in-person visits and improves patient convenience. Teleophthalmology was widely adopted during the pandemic, when a substantial proportion of consultations shifted to a remote format [9–11]. The pandemic that occurred three years ago acted as a catalyst, increasing acceptance of telemedicine among both physicians and patients, and it has now firmly established itself as part of a hybrid model of care delivery.

Smart Technologies in Glaucoma

Glaucoma, a progressive disease leading to irreversible blindness, is particularly relevant for the implementation of smart technologies because it requires both early detection and continuous patient monitoring. Traditional diagnostics - specifically intraocular pressure measurement, optic nerve head evaluation, and perimetry depend on physician interpretation and are temporally irregular, especially in patients with poor adherence to hypotensive therapy. Smart technologies aim to make diagnostics more objective and treatment continuous.

In addition to AI-based analysis, devices for monitoring intraocular pressure (IOP) - the key factor of the disease are of particular importance in glaucoma management. Because IOP is subject to circadian fluctuations and episodic spikes, single measurements obtained in the clinic provide limited information. In recent years, innovative solutions for continuous IOP monitoring have emerged. One of them is the implantable sensor Eyemate (Implandata, Germany), a miniature electronic pressure sensor implanted into the patient's eye. This technology has been validated in clinical studies, received approval for use in Europe, and obtained FDA Breakthrough Device designation in 2021.

The sensor is placed either in the ciliary sulcus during cataract surgery or in the supraciliary space during glaucoma surgery and remains permanently in the eye. It contains no batteries; power is supplied wirelessly from an external reader that the patient holds to the eyelid. Upon activation, current pressure data are automatically transmitted to an external receiver and then to a secure cloud database. This enables monitoring of the patient's IOP profile over hours, weeks, and months. The physician has access to an online monitoring dashboard displaying graphical pressure fluctua-

tions and trends, with configurable alerts when target levels are exceeded.

Clinical trials have demonstrated that long-term use of Eyemate is safe and that the data correlate well with measurements obtained using standard tonometers [12]. A large number of measurements improves prediction of progression risk by capturing nocturnal and episodic pressure peaks. Developers are also advancing integration of AI analytics to automatically interpret large IOP datasets together with clinical parameters and assist in treatment optimization.

Prior to the advent of implantable sensors, and still in current use, wearable IOP monitoring devices were developed, a prominent example being the Sensimed Triggerfish contact lens. This is a soft contact lens with an embedded strain gauge that detects changes in the circumference of the eyeball occurring during fluctuations of intraocular pressure. The lens connects to a periorbital antenna receiver, through which data are transmitted to a portable recording device.

The system enables continuous ambulatory recording of the IOP profile over 24 hours, including nighttime, with measurements taken every 5 minutes. Although the lens does not provide absolute IOP values directly (data are recorded in arbitrary units), the fluctuation pattern and timing of peaks assist clinicians in identifying patients at risk of progression [13–15]. In studies, Triggerfish demonstrated acceptable safety: most patients experienced only minor adverse effects such as tearing and conjunctival hyperemia, which resolved after lens removal.

Another example of emerging technologies in glaucoma management is home tonometry. For several years, portable tonometers enabling patient self-measurement of intraocular pressure have been used, for example, iCare Home. Recent developments aim to make the process more convenient and less dependent on patient skill.

For instance, the IOPerfect prototype is a forehead-mounted module that measures IOP non-contactly using a short air impulse directed at the cornea and a video camera registering tissue response. The device does not require anesthesia and is less dependent on corneal thickness, while the data can be automatically transmitted to the physician via the internet. Although IOPerfect is still undergoing testing, it illustrates the direction of development: creation of convenient tools for frequent home monitoring of glaucoma [16].

Smart technologies are also being applied in glaucoma treatment. Direct therapeutic smart technologies remain limited, but devices combining therapeutic effects with digital control are under development. Prototypes of smart implants enabling controlled intraocular release of antiglaucoma medications with an integrated microchip for remote dose adjustment are being investigated. Electronic sensor caps for eye-drop bottles also exist; they record instillation times, helping monitor treatment adherence and providing reminders via a mobile application. Although such solutions have not yet become standard practice, the future of glaucoma management is expected to become more personalized and controllable through integration of sensors

and connectivity: physicians will be able to monitor adherence and pressure changes and rapidly adjust therapy.

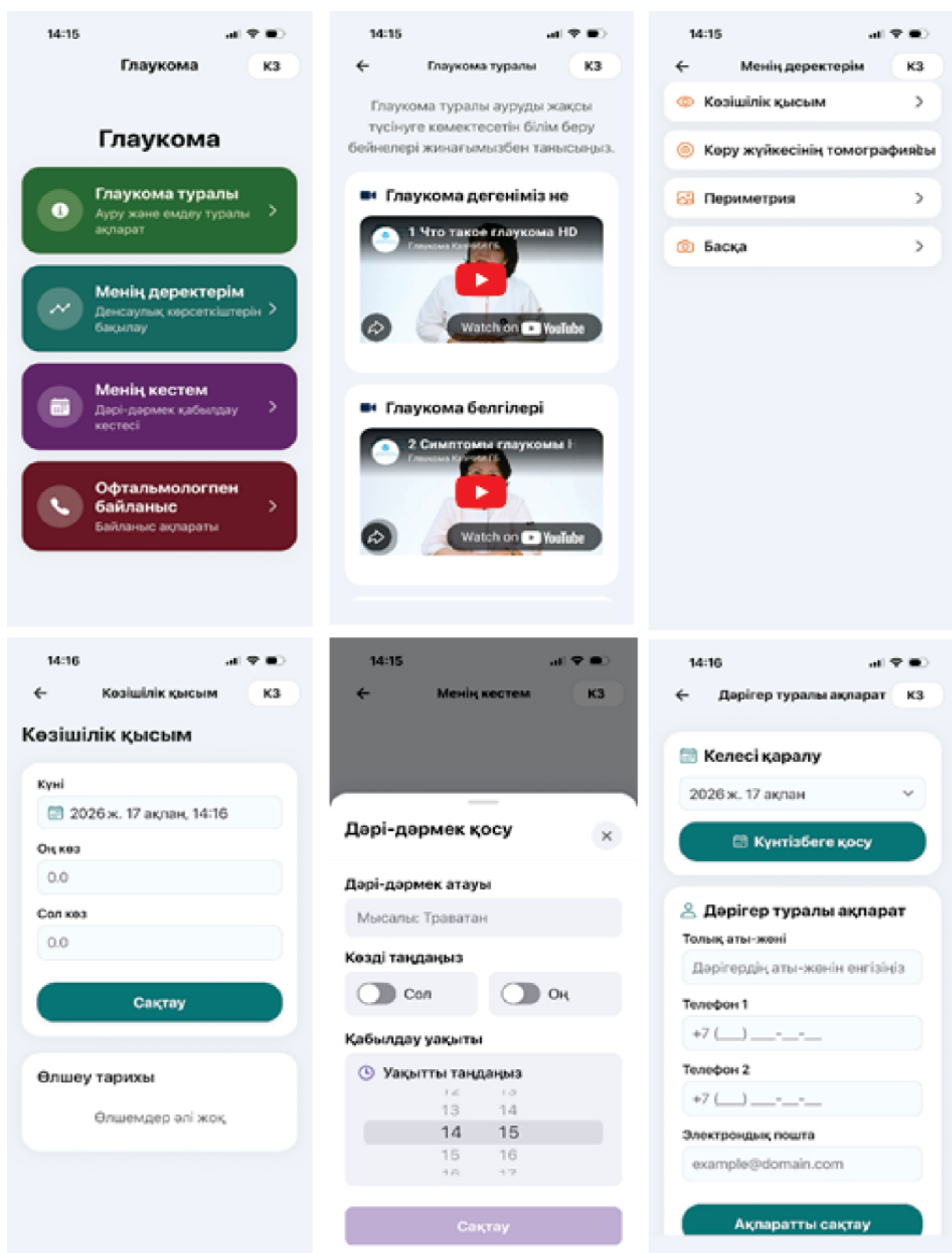
Thus, in glaucoma care, smart technologies are involved at all stages from early disease detection and monitoring of progression to treatment optimization through personalized recommendations and adherence control. These approaches are already beginning to be implemented and are likely to substantially transform the classical glaucoma management algorithm, making it more proactive and focused on preventing irreversible vision loss.

My Glaucoma App mobile application

Poor compliance is often the leading cause of disease progression in most glaucoma patients. Treatment adherence rates, according to numerous studies, range from 30% to 80% [17, 18]. Factors influencing compliance include forgetfulness, socioeconomic status, patient education level, treatment costs, health beliefs, comorbidities, and physical condition, among others [19].

In 2018, the Kazakh Research Institute of Eye Diseases first developed the Glaucoma mobile app for patients to improve treatment adherence. In 2025, the app was updated and finalized.

The My Glaucoma App is available for download on the AppStore and Play Market in Kazakh, English, and Russian (Fig. 1). It consists of several sections. The first section contains information about glaucoma in the form of seven videos with simple explanations of glaucoma symptoms and management, prepared by ophthalmologists from the Kazakh Research Institute of Eye Diseases. The next section is dedicated to the treatment plan, allowing patients to set a schedule for daily eye drop administration. The app also allows patients to save the results of each ophthalmologist examination, as well as their disease and treatment history. The final section contains the ophthalmologist's contact information and a calendar function, allowing patients to schedule their next appointment.



MyGlaucoma App interface

Conclusion

Modern ophthalmology is undergoing a phase of rapid digital transformation. Smart technologies: artificial intelligence, mobile applications, wearable and implantable sensors, telemedicine and cloud platforms - have already demonstrated their usefulness and continue to evolve. AI systems have improved early disease detection, expanded screening coverage, and brought automated interpretation accuracy close to expert level. Mobile and telemedicine solutions have increased accessibility of care and convenience of monitoring for patients with chronic conditions.

In the coming years, as data accumulate, protocols become standardized, and regulatory frameworks expand, deeper integration of smart technologies and remote monitoring into clinical practice can be expected. The overarching objective of these innovations remains unchanged: earlier diagnosis, timely therapy, prevention of blindness, and improvement of patients' quality of life.

REFERENCES

1. Lum F, Grajewski AL, Murphy RR, Mian SI, Nguyen DH. Telemedicine for ophthalmology during the COVID-19 pandemic: A pilot experience. *Ophthalmology*. 2020;127(7):971–973.
2. De Fauw J, Ledsam JR, Romera-Paredes B, Nikolov S, Tomasev N, Blackwell S, et al. Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease. *Nat Med*. 2018;24(9):1342–1350.
3. Chiang MF, Sommer A, Rich WL, Lum F, Parke DW 2nd. The IRIS Registry: Purpose and perspectives. *Ophthalmology*. 2018;125(8):1143–1148.
4. Ting DSW, Pasquale LR, Peng L, Campbell JP, Lee AY, Raman R, et al. Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. *Br J Ophthalmol*. 2019; 103(2):167–175.
5. Medeiros FA, Jammal AA, Thompson AC. From machine learning to artificial intelligence: Applications in glaucoma. *Prog Retin Eye Res*. 2020; 79:100815.
6. Bastawrous A, Giardini ME, Bolster NM, Peto T, Shah N, Livingstone IAT, et al. Clinical validation of a smartphone-based adapter for optic disc imaging in Kenya. *JAMA Ophthalmol*.- 2016; 134(2):151–158.
7. Lord RK, Shah VA, San Filippo AN, Krishna R. Novel uses of smartphones in ophthalmology. *Ophthalmology*.- 2020; 117(6): 1274.e3–1274.e4.
8. Devalla SK, Chin KS, Mari JM, Tun TA, Strouthidis NG, Aung T, et al. A deep learning approach to digitally stain optical coherence tomography images of the optic nerve head. *Invest Ophthalmol Vis Sci*.- 2018; 59(1):63–74.
9. Asaoka R, Murata H, Iwase A, Araie M. Detecting preperimetric glaucoma with standard automated perimetry using a deep learning classifier. *Ophthalmology*.- 2016; 123(9):1974–1980.
10. Rath S, Tsui E, Mehta N, Zahid S, Schuman JS. The current state of teleophthalmology in the United States. *Ophthalmology*. 2017; 124(12):1729–1734.
11. Toy BC, Myung DJ, He L, Pan CK, Chang RT, Polkinhorne A, et al. Smart phone-based slit lamp imaging: A novel approach to teleophthalmology. *Ophthalmology*.- 2016; 123(2):349–350.
12. Walter P, Brunner R, Blum R, Haag J, Dinslage S. First implantation of a permanent intraocular pressure sensor in a human eye. *Br J Ophthalmol*.- 2017; 101(1):64–70.
13. Mansouri K, Medeiros FA, Tafreshi A, Weinreb RN. Continuous 24-hour monitoring of intraocular pressure patterns with a contact lens sensor: Safety, tolerability, and reproducibility in patients with glaucoma. *Arch Ophthalmol*.- 2022; 130(12):1534–1539.

14. Lorenz K, Korb C, Herzog N, Vetter JM, Elflein HM, Keilani MM, et al. Tolerability of 24-hour intraocular pressure monitoring of a pressure-sensitive contact lens. *J Glaucoma*.- 2023; 22(4):311-316.
15. Todani A, Behlau I, Fava MA, Cade F, Cherfan DG, Zakka FR, et al. Intraocular pressure measurement by radio wave telemetry. *Invest Ophthalmol Vis Sci*.- 2021; 52(13):9573-9580.
16. Shaarawy T. Continuous intraocular pressure monitoring with a wireless ocular telemetry sensor: Initial clinical experience in patients with open angle glaucoma. *Br J Ophthalmol*.- 2021; 95(5):627-629.
17. Musch DC, Lichter PR, Guire KE, Standardi CL. The Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study: study design, methods, and baseline characteristics of enrolled patients. *Ophthalmology*.- 1999 Apr; 106(4):653-62. doi: 10.1016/s0161-6420(99)90147-1. PMID: 10201583.
18. Olthoff CMG, Schouten JSAG, Van De Borne BW, Webers CAB. Noncompliance with ocular hypotensive treatment in patients with glaucoma or ocular hypertension: An evidence-based review. *Ophthalmology*.- 2005; 112(6):953–961.e7. doi: 10.1016/j.ophtha.2004.12.035 [PubMed: 15885795].
19. Mary Thoesen Coleman, Ryan H. Pasternak, *Effective Strategies for Behavior Change, Primary Care: Clinics in Office Practice, Volume 39, Issue 2,- 2012, Pages 281-305.*

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «GLAUCOMA A BRAIN R DISEASE: 2025. AN EVIDENCE BASED PATHWAY THROUGH PHYSIOPATHOLOGY, CLINICAL EVIDENCE, THERAPEUTICAL RECOMMENDATION AND FUTURE PERSPECTIVES ON NEUROPROTECTION», 18-19 СЕНТЯБРЯ 2025 ГОДА, РИМ

А.А. Булгакова, А.Б. Дошаканова

“Kazakh Order of the Badge of Honor Research Institute of Eye Diseases,”
г. Алматы

Глаукома является одной из основных проблем в офтальмологии, приводящих к снижению зрения и необратимой слепоте. По данным ВОЗ, в настоящее время в мире имеется около 105 млн. лиц, больных глаукомой, из них слепых на оба глаза - 9,1 млн. Глаукома - это нейродегенеративное заболевание с множеством факторов, которое характеризуется быстрой, необратимо прогрессирующей оптиконеуропатией, значительной потерей полей зрения и быстрой гибелью ганглиозных клеток сетчатки (ГКС). Среди множества факторов выделены основные механизмы нейродегенерации:

- Блокада ретроградного транспорта нейротрофического фактора мозга (БДФМ)
- Компрессия аксонов → аксонопатия
- Дисфункция астроцитов
- Повреждение митохондриальной ДНК (mtDNA)
- Потеря митохондрий в аксонах
- Высокая энергетическая потребность в ретинальных ганглиозных клетках (РГК), дефицит АТФ

- Повышение внеклеточного глутамата, приводящее к эксайтотоксичности с повреждением и гибелью нейронов из-за чрезмерного возбуждения, вызванного избытком нейромедиаторов (преимущественно глутамата) в ионотропных глутаматных рецепторах (NMDA-рецепторы). Это приводит к перегрузке клеток ионами кальция, активации разрушающих ферментов и запуску программируемой гибели клеток - апоптозу РГК.

- Накопление свободных радикалов

- NO-зависимое повреждение, перекисное окисление липидов мембран

- Активация микроглии (Цитокины: TNF- α , IL-1 β , Комплемент C1q) приводит к хроническому субклиническому воспалению.

Во многих крупных многоцентровых исследованиях было показано, что снижение внутриглазного давления (ВГД) часто не предотвращает глаукомную оптиконеуропатию, что свидетельствует о необходимости исследования и разработки новых препаратов, оказывающих нейропротекторное действие на перипапиллярные нервные волокна и ГКС, поэтому при лечении глаукомы необходим комплексный подход, включающий как гипотензивную, так и нейропротекторную терапию. Нейропротекция при глаукоме – это комплекс мер, направленных на **защиту ганглионарных клеток сетчатки и зрительного нерва от гибели, замедление нейродегенерации и сохранение функций. Она дополняет гипотензивную терапию**, включая использование препаратов с защитным эффектом, антиоксидантов, улучшение

кровотока и требует комбинированного, индивидуального подхода.

У пациентов с глаукомой различают 4 разные степени изменения аксонов:

- 1) погибшие окончательно (безвозвратно);

- 2) с острой фазой разрушения;

- 3) с начальными дистрофическими изменениями, которые являются обратимыми при устранении причины;

- 4) неизмененные аксоны.

Препараты, оказывающие нейропротективное действие, как правило, уменьшают дистрофические изменения в третьей группе аксонов, защищают их структуру, улучшают трофику и микроциркуляцию тканей, а также стабилизируют реологию крови.

Среди нейропротекторов выделяют препараты как прямого, так и непрямого механизма действия. **Первичные или прямые нейропротекторы** влияют на прерывание ишемического каскада на первой стадии. К ним относятся вещества, блокирующие NMDA-рецепторы и антагонисты потенциалзависимых каналов кальция (мемантин, нитросудил, нифедипин, нимодипин, дилтиазем, цереброкаст), так как главным пусковым моментом некротической гибели нейронов при глаукоме является глутаматная эксайтотоксичность.

При образовании свободных радикалов происходит необратимое токсическое поражение сетчатки, что выражается в повреждении молекул белка и нуклеиновых кислот. Эффект **вторичных нейропротекторов** направлен на прерывание поздних механизмов гибели нейронов. К вторичным нейропротекторам относятся антиоксиданты (токоферол, рексод, гистохром, танакан, мексидол, коэнзим Q10, цитиколин, гинкго билоба, никотинамид), антиглаукомные препараты с нейропротекторным действием (бетаксалол, латанопрол, бриминодин), пептидные биорегуляторы (ретиналамин, кортексин) и нейропептиды (семакс).

На стадии исследования и внедрения в современных условиях - генная инженерия, лечение стволовыми клетками, редактирование митохондрий, лечение нейротрофическими факторами.

Одним из активно применяемых антиоксидантов в нейропротекции является ЦИТИКОЛИН, который является естественным, физиологическим и основным предшественником при синтезе фосфолипидов нейрональных мемб-

ран. Обеспечивает структурное восстановление целостности поврежденных мембран нервных клеток, является фактором роста нервных волокон зрительного нерва при дегенеративных офтальмологических заболеваниях, таких как глаукома, оптическая глаукоматозная нейропатия, ишемия диска зрительного нерва, а также изменения глазного дна, связанные с сахарным диабетом, АГ (ангиопатия, ангиосклероз, ретинопатия). Цитиколин проникает в переднюю камеру глаза и посредством диффузии через стекловидное тело и увеосклеральное пространство достигает сетчатки и диска зрительного нерва. В РК активно применяются два препарата, содержащие цитиколин: ОМК 1 и ОМК 2, в состав которых входит 2% цитиколин, 0,2% гиалуроновая кислота и витамин В12 (ОМК2), производителем препаратов является компания «**Omicron**», Италия. С 2025 года в РК презентована и зарегистрирована новая опция препарата - **VIS neurox LF** (в Европе - ОМК-LF).

В отличие от ОМК в состав включена лизосомальная формула для лучшей протекции глазной поверхности.

Проблемам нейропротекции глаукомы была посвящена Международная конференция в Риме, которая проходила 18-19 сентября 2025 года «Glaucoma a Brain R Disease: 2025. An Evidence Based pathway through Physiopathology, Clinical Evidence, Therapeutical Recommendation and Future Perspectives on Neuro-

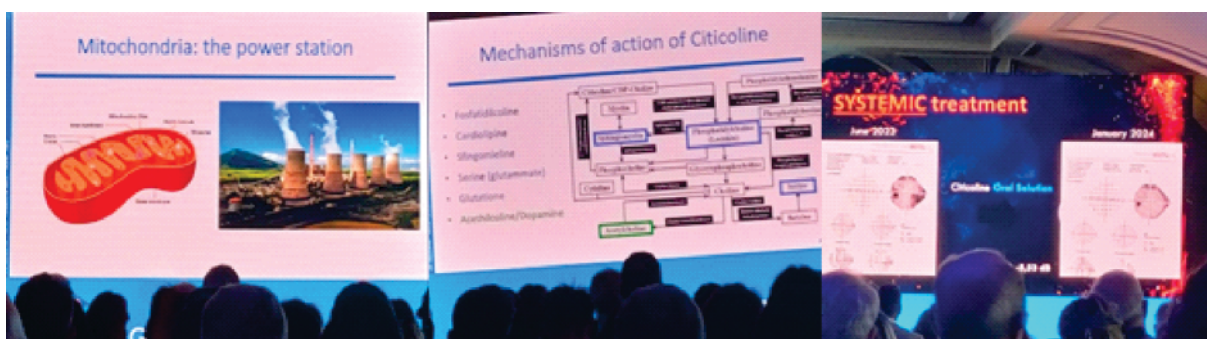
protection».

Место проведения конференции - Вилла Миани, расположенная на высоком холме с видом на Рим и Ватикан. Итальянское глаукомное общество является одним из лидеров в области исследования патогенеза, нейропротекции в лечении глаукомы, поэтому обзор последних достижений итальянских глаукоматологов представляет очень важное значение для практикующих офтальмологов и научных исследователей в Европе и за ее пределами. Тема конференции «Глаукома болезнь мозга» как нельзя лучше раскрывает основы нейродегенеративных изменений при глаукоме и пути решения для лечения. Модераторами и научными координаторами конференции явились ведущие профессора глаукоматологи Италии и Европы: T. Avitabile G., Marchini S., Miglior F., Topouzis, G., Manni L., Rossetti L., C.E. Traverso, J.M. Martinez de la Casa, F. Bandello F. Bandello, L. Manconi и др.



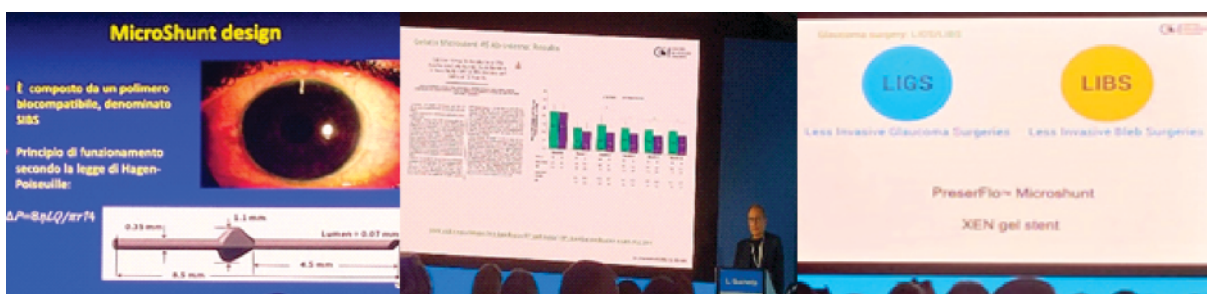
Первый день конференции был посвящен новым разработкам в патогенезе, лечении и нейропротекции глаукомы, были презентованы новые формы препарата ОМК в виде лизосомальной опции ОМК-LF и опции препарата для применения внутрь Neukron Ofta mese (цитиколин) KRON (цитиколин плюс никотинамид) для проведения комплексной нейропротекторной терапии. Выступившие исследователи

доложили ранние и отдаленные результаты рандомизированных исследований по проведению комплексной нейропротекторной терапии препаратами, где действующее вещество - цитиколин.



Все авторы отметили, что проведение нейропротекторной терапии в комплексе с применением правильных дозировок дает высокие результаты по стабилизации глаукомного процесса, обеспечивает возможность нашим пациентам выполнять большой объем работы в профессиональной и бытовой сфере, повышает качество жизни. Также на конференции было представлено новое 6-е издание Европейского гайда по глаукоме. Рассмотрение проблем патогенеза, митохондриальной дисфункции, нейро-

протекторной терапии было продолжено и на второй день конференции. Вторая часть сессии этого дня была посвящена вопросам хирургии глаукомы. В докладах известных европейских и итальянских офтальмохирургов были освещены преимущества и проблемы разных подходов в хирургии глаукомы на современном этапе: операции ab externo и ab interno, классической трабекулэктомии, глубокой склеротомии, микроинвазивных вмешательств. Несколько выступлений были посвящены дренажной хирургии глаукомы, представлены отдаленные результаты применения ab interno и ab externo новых дренажей и шунтов, таких как Gelatin Microshunt 45, XEN-gel stent, Preser Flo microshunt.



Конференция прошла на высоком научном и эмоциональном уровне. Исследования, презентованные на конференции, подвели доказательную базу о необходимости комп-

лексной терапии пациентов с глаукомой, включающей гипотензивное медикаментозное и хирургическое лечение в сочетании с нейропротектором, воздействующим на несколько различных молекулярных нейротоксических механизмов.

ПАМЯТИ МУСТАФИНОЙ ЖАНАР ГАБИДЕНОВНЫ



26 июля 2026 г. исполняется 90 лет со дня рождения выдающегося ученого-офтальмолога, заслуженного врача Казахстана, общественного деятеля - Мустафиной Жанар Габиденовны.

Жанар Габиденовна родилась в г. Новосибирске в семье Народного писателя Казахстана Габидена Мустафина, где он находился в тот период в связи с работой в редакции. Окончив Алматинский Государственный Медицинский Институт имени С. Асфендиярова, Жанар Габиденовна связала свою жизнь с офтальмологией и всю трудовую биографию врача провела в стенах Казахского НИИ глазных болезней, пройдя путь от младшего научного сотрудника до Почетного директора. В центре внимания Жанар Габиденовны всегда были молодые врачи, научные сотрудники - будущее отечественной офтальмологии. Широкий кругозор и профессионализм, высокие моральные качества позволили Жанар Габиденовне создать сплоченный коллектив в глазном институте, а многие его бывшие сотрудники занимают лидирующие позиции в ведущих клиниках страны.

Будучи долгие годы главным внештатным офтальмологом, она сама постоянно выезжала в отдаленные регионы Республики, консультировала сложных пациентов, помогала решать непростые организационные вопросы на местах. Ж.Г. Мустафина внесла большой вклад в отечественную офтальмологическую науку, была руководителем и консультантом многих научных работ, и благодаря ее усилиям был открыт Специализированный совет по защите кандидатских диссертаций на базе глазного института. Основным научным направлением деятельности Жанар Габиденовны стала глаукома - одна из основных причин необратимой слепоты. Благодаря тесным связям с российскими офтальмологами - академиками А.П. Нестеровым, Е.А. Егоровым была создана отечественная научная глаукомная школа, защищены почти 40 кандидатских и докторских работ.

Особое внимание Жанар Габиденовна всегда уделяла международным связям. Благодаря этому в непростые 90-е годы был реализован партнерский проект с китайской офтальмологической клиникой, а также впервые в СНГ на территории алматинского аэропорта была развернута работа «летающего госпиталя» в рамках программы Orbis International.

Будучи директором глазного института Жанар Габиденовна являлась заведующей кафедрой глазных болезней. Благодаря ее харизме и незабываемым лекциям многие студенты связали свою жизнь с офтальмологией. Быть наставником - это ведь не только большая ответственность, это и настоящее призвание. Alma mater наградила Жанар Габиденовну медалями имени основателя университета Санжара Асфендиярова, Авиценны.

Занимая активную гражданскую позицию, Жанар Габиденовна была членом антиядерного движения Невада-Семипалатинск, активно участвовала в работе Общественного комитета женщин Казахстана. Государство по достоинству оценило профессиональный и общественный вклад Ж.Г. Мустафиной, наградив ее Орденом Знак Почета, Орденом Парасат.

Жанар Габиденовна навсегда останется в памяти благодарных пациентов, коллег, ее последователей и учеников.

ПАМЯТИ УТЕЛЬБАЕВА ТУРСУНА ГАЛИЕВИЧА



Утеyбаев Турсун Галиевич родился 25 января 1936 года в городе Сарканд Талдыкорганской области. В 1965 году окончил Алматинский государственный медицинский институт. После окончания вуза работал участковым врачом в районной больнице города Сарканд.

В 1968 году переехал в Алматы и поступил в клиническую ординатуру Казахского НИИ глазных болезней. По её окончании продолжил обучение в аспирантуре и успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему: *«Характеристика конъюнктивальной микрофлоры у рабочих различных отраслей производства»*.

Сразу после защиты кандидатской диссертации был направлен на работу за рубеж - в Йемен, где возглавил группу советских врачей, в которую входили пятнадцать специалистов различных профилей. За три года работы, с 1975 по 1978 год, в условиях тяжёлого климата и круглосуточных дежурств было выполнено более двух тысяч операций. За этот труд он был представлен к награждению орденом «Дружбы народов».

В 1978 году Турсун Галиевич вернулся в Казахстан и приступил к работе в Казахском НИИ глазных болезней, одновременно начав преподавательскую деятельность. В 1980-е годы возглавлял отдел травм и реконструктивной офтальмохирургии института глазных болезней. Прошёл путь от ассистента кафедры до заведующего кафедрой офтальмологии Алматинского государственного медицинского института.

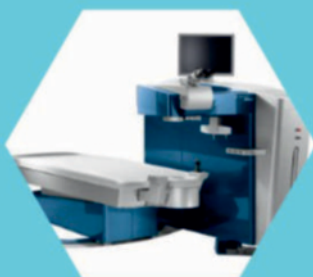
Под его руководством в медицинском институте было организовано преподавание офтальмологии на казахском языке. Он являлся соавтором первого учебника по офтальмологии на казахском языке. За вклад в развитие здравоохранения был награждён нагрудным знаком «Отличник здравоохранения». В течение многих лет активно участвовал в работе диссертационного совета КазНИИ глазных болезней в качестве оппонента и рецензента.

Турсун Галиевич был человеком редкой скромности, спокойствия и внутренней силы. О некоторых поступках не принято говорить вслух. В декабрьские дни 1986 года, когда страх становился нормой, а отказ - способом выживания, он сделал выбор в пользу человека. Практически не зная студента первого курса КазГУ, лишь земляка, обратившегося к нему за помощью, он пришёл в СИЗО, поручился за него и тем самым спас ему жизнь и судьбу. Он никогда не рассказывал об этом поступке. Не искал признания и не считал нужным напоминать о своём мужестве. Для него это был не подвиг, а естественный человеческий шаг. Его имя долго оставалось в тени, но его поступок продолжал жить в судьбе Серикбола Кондыбая, спасенного студента, в дальнейшем ставшего ученым.

Всю свою профессиональную жизнь Турсун Галиевич отдал студентам и офтальмологии. Он не просто преподавал предмет - он формировал отношение к профессии. Для сотен учеников стал первым проводником в офтальмологию, а для многих - тем самым Учителем, которого вспоминают спустя годы. Он преподавал до последнего дня своей жизни.

Подписано в печать 01.12.2025 г. Печать офсет.
Формат изд. 60x84/8.
Бумага офсет. Объем 15 усл. печ. л. Тираж 500 экз.

Передовое оснащение рефракционной хирургии в клиниках КазНИИ глазных болезней



Адреса филиалов КазНИИ глазных болезней

Адрес: **РК, г. Алматы, ул. Толе би 95А**

Тел: + 7 (727) 341 07 71, + 7 700 075 07 71

WhatsApp: + 7 700 075 07 71, + 7 707 065 07 71

Сайт: www.eyEinst.kz

Адрес: **РК, г. Астана, пр. Женис, 16/1**

Тел: +7 (7172) 64 47 71, +7 700 075 07 73

WhatsApp: +7 700 075 07 73

Сайт: www.astana.eyEinst.kz

Адрес: **РК, г. Шымкент, ул. Аргынбекова, 54**

Тел: +7 (7252) 60 67 71, +7 (7252) 27 50 58, +7 (771) 671 45 58

WhatsApp: +7 700 075 07 75

Сайт: www.shymkent.eyEinst.kz