

ОТ ОКСИДАТИВЕН СТРЕС ДО ЗАГУБА НА ЗРЕНИЕ: КАК АНТИОКСИДАНТИТЕ МОГАТ ДА ЗАБАВЯТ ПРОГРЕСИЯТА НА ГЛАУКОМАТА

Йордан Йорданов

Бургаски държавен университет „Проф. д-р Асен Златаров“, бул. „Проф. Якимов“ 1, Бургас
8010, България
e-mail: dancho_dr@abv.bg

Резюме: Глаукомата представлява хронично дегенеративно заболяване на зрителния нерв и остава водеща причина за необратима слепота в световен мащаб. Макар понижаването на вътреочното налягане (ВОН) да е основната терапевтична стратегия, редица клинични и експериментални изследвания показват, че оксидативният стрес (ОС) има централна роля в патогенезата на заболяването и невродегенерацията на ретиналните ганглийни клетки. Настоящата работа има за цел да представи актуалните научни данни относно влиянието на оксидативния стрес върху глаукомната невропатия и потенциалните защитни ефекти на антиоксидантите и нутрицевтиците. Анализирани са рецензирани публикации от периода 2018–2025 г., включително обзорни статии, клинични изпитвания и систематични прегледи, които разглеждат ролята на антиоксидантните съединения, диетичните фактори и хранителните добавки при пациенти с глаукома. При глаукомни пациенти са установени повишени нива на молекули, свързани с оксидативното увреждане – малондиалдехид (MDA), 4-хидроксиноненал (4-HNE) и 8-хидрокси-2'-деоксигуанозин (8-OHdG), както и намален общ антиоксидантен капацитет. Нутрицевтични добавки, съдържащи хесперидин, кроцетин, *Tamarindus indica*, *Ginkgo biloba*, витамини А, С, Е и палмитилетаноламид (PEA), демонстрират подобрене в антиоксидантния статус, очната микроциркулация и умерено понижаване на ВОН. Оксидативният стрес е основен патогенетичен фактор при глаукомата. Добавянето на антиоксиданти към стандартната терапия може да подпомогне защитата на ретиналните клетки и да забави невродегенерацията. Необходими са мащабни, дългосрочни клинични проучвания за определяне на оптималните дози и комбинации на антиоксидантни вещества.

Ключови думи: глаукома, оксидативен стрес, антиоксиданти, нутрицевтици, невропротекция.

FROM OXIDATIVE STRESS TO VISION LOSS: HOW ANTIOXIDANTS CAN SLOW THE PROGRESSION OF GLAUCOMA

Yordan Yordanov

Burgas State University „Prof. Dr. Asen Zlatarov“, Prof. Yakimov Blvd. No. 1,
8010, Burgas, Bulgaria
e-mail: dancho_dr@abv.bg

Abstract: Glaucoma is a chronic degenerative disease of the optic nerve and remains a leading cause of irreversible blindness worldwide. Although lowering intraocular pressure (IOP) is the main therapeutic strategy, numerous clinical and experimental studies have demonstrated that oxidative stress (OS) plays a central role in the pathogenesis of the disease and in the neurodegeneration of retinal ganglion cells. The aim of this work is to summarize current scientific data regarding the impact of oxidative stress on glaucomatous neuropathy and the potential protective effects of antioxidants and nutraceuticals. Peer-reviewed publications from 2018–2025

were analyzed, including review articles, clinical trials, and systematic reviews that explore the role of antioxidant compounds, dietary factors, and nutritional supplements in patients with glaucoma. In glaucoma patients, elevated levels of oxidative damage markers—malondialdehyde (MDA), 4-hydroxynonenal (4-HNE), and 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG)—have been observed, together with a decrease in total antioxidant capacity. Nutraceutical supplements containing hesperidin, crocetin, *Tamarindus indica*, *Ginkgo biloba*, vitamins A, C, and E, and palmitoylethanolamide (PEA) have shown improvements in antioxidant status, ocular microcirculation, and moderate reduction in IOP. Oxidative stress is a major pathogenic factor in glaucoma. The inclusion of antioxidants as an adjunct to conventional therapy may help protect retinal cells and slow neurodegeneration. Large-scale, long-term clinical studies are needed to determine the optimal doses and combinations of antioxidant compounds.

Keywords: glaucoma, oxidative stress, antioxidants, nutraceuticals, neuroprotection.

1. Въведение

Глаукомата се характеризира с бавно прогресираща дегенерация на ретиналните ганглийни клетки и структурни промени в зрителния нерв, които водят до необратима загуба на зрение. Според последните епидемиологични анализи броят на засегнатите пациенти в световен мащаб ще надмине 110 милиона до 2040 г. [1]

Макар повишеното вътреочно налягане да е най-добре установеният рисков фактор, редица изследвания показват, че болестта може да прогресира и при пациенти с нормални стойности на ВОН [1,2]. Това подчертава значението на други механизми – исхемични, възпалителни и особено оксидативни процеси.

2. Оксидативен стрес и патогенеза на глаукомата

Оксидативният стрес възниква, когато производството на реактивни кислородни и азотни радикали (ROS/RNS) надвишава способността на клетъчните антиоксидантни системи да ги неутрализират. Този дисбаланс води до окислително увреждане на липидите, белтъците и ДНК, като активира каскада от апоптотични процеси в ретиналните ганглийни клетки.

Проучванията на Карпилова и Полуянова (2020) установяват повишени нива на MDA, 4-HNE и 8-OHdG при пациенти с първична откритоъгълна глаукома [1]. Наред с това се наблюдава натрупване на нитрозативни съединения (пероксинитрит, нитротирозин), които увреждат митохондриалната ДНК и нарушават енергийния метаболизъм на клетките.

Тези промени са тясно свързани с намаляване на антиоксидантните ензими, като супероксиддисмутаза, каталаза и глутатионпероксидаза. В резултат настъпва апоптоза на ганглийните клетки, дори при нормализирано ВОН [2].

3. Хранителни фактори и антиоксидантна защита

Съществуват убедителни доказателства, че диетата оказва влияние върху оксидативния баланс и съответно върху риска от развитие на глаукома. Според Al Owaifeer и Al Taisan (2018), консумацията на плодове и зеленолистни зеленчуци, богати на витамини А, С и Е [3], каротеноиди и полифеноли, е свързана с по-ниска честота на глаукома.

Тези нутриенти подобряват съдовата авторегулация и ограничават увреждането, причинено от свободните радикали.

Систематичният преглед на Edokra и McFarlane (2024) потвърждава, че хранителният режим, богат на растителни антиоксиданти и омега-3 мастни киселини [4], е асоцииран с по-бавно влошаване на зрителното поле.

4. Клинични доказателства за антиоксидантна терапия

В последните години фармакологичните средства с потенциален невропротективен ефект се клинично изследване, проведено от Nimori и сътр. (2021), пациенти с глаукома са приемали комбинация от хесперидин, кроцетин и *Tamarindus indica* в продължение на осем

седмици [2]. Резултатите показват понижаване на нивата на 8-OHdG и повишаване на биологичния антиоксидантен потенциал (BAP) при пациентите с повишен изходен оксидативен стрес. Екстрактът от *Ginkgo biloba* също демонстрира благоприятен ефект върху кръвотока в зрителния нерв и запазването на зрителното поле.

Особено внимание заслужава палмитилетаноламидът (PEA) [5] - ендегенен мастнокиселинен амид с противовъзпалителни и антиоксидантни свойства. Систематичният преглед на Стурі и сътр. (2024) показва, че дневният прием на 600 mg PEA води до значимо намаление на ВОН при пациенти с глаукома и очна хипертония.

5. Данни от метаанализи и систематични прегледи

Последните метаанализи и систематични прегледи допълват натрупаните данни за ролята на антиоксидантите при първичната откритоъгълна глаукома. През 2024 г. Edokpa и McFarlane публикуват обобщение на 19 изследвания, в които се разглежда връзката между хранителния режим и глаукомата. Авторите установяват, че над 80% от анализиранияте проучвания показват статистически значима връзка между по-високия прием на антиоксидантни нутриенти и по-нисък риск от развитие или прогресия на глаукома. Повишената консумация на плодове, зеленолистни зеленчуци и храни, богати на витамини А, С, Е и полифеноли, е свързана с по-бавна загуба на зрителна функция [8].

Вао и сътр. (2025) анализират 15 клинични изпитвания и установяват, че антиоксидантната терапия води до средно понижаване на ВОН с около 0,8 mmHg, подобрение на зрителното поле и по-добра очна перфузия [6], без сериозни странични ефекти. Авторите заключават, че антиоксидантите могат да бъдат безопасна и ефективна допълнителна терапия към стандартното лечение при глаукома [9].

Според Starvaggi и сътр. (2025) нутрицевтиците, съдържащи коензим Q10, полифеноли и омега-3 мастни киселини, проявяват комбиниран антиоксидантен, противовъзпалителен и невропротективен ефект, който може да забави дегенерацията на ретиналните клетки

Тези нови данни потвърждават ролята на оксидативния стрес като ключов патогенетичен фактор и подкрепят идеята, че комбинираният подход – фармакологичен и нутрицевтичен – може да забави прогресията на заболяването и да подобри качеството на живот на пациентите.

6. Перспективи и бъдещи насоки

Съвременните данни потвърждават, че антиоксидантите могат да бъдат ценен елемент в комбинираната терапия на глаукомата. Все още липсват стандартизирани протоколи относно дозировката, продължителността и оптималните комбинации на антиоксидантни агенти.

Бъдещите изследвания трябва да включват по-дълъг период на проследяване и да оценяват както структурни, така и функционални параметри на зрителния нерв.

Персонализиран подход, който съчетава контрол на ВОН, антиоксидантна терапия и корекция на хранителните навици, може да осигури по-добри клинични резултати и по-бавно прогресиране на заболяването.

7. Заключение

Оксидативният стрес е ключов фактор в патогенезата на глаукомната невропатия, водещ до увреждане на митохондриите, загуба на ретинални ганглийни клетки и зрителна дисфункция.

Антиоксидантите и нутрицевтиците, чрез своята способност да неутрализират свободните радикали, да подобряват микроциркулацията и да поддържат клетъчната енергетика, могат да забавят прогресията на глаукомата.

Комбинираният терапевтичен модел - фармакологичен и нутриционен, представлява обещаваща насока за съвременната офталмология.

Библиография

1. García-Medina JJ et al. Glaucoma and Antioxidants: Review and Update. *Clin Ophthalmol.* 2020;14:409-422.
2. Himori N, Yanagimachi M. et al. The Effect of Dietary Antioxidant Supplementation in Patients with Glaucoma. *Clin Ophthalmol.* 2021;15:2293-2300.
3. Owaifeer A, Taisan. A The Role of Diet in Glaucoma: A Review of the Current Evidence. *Nutrients.* 2018;10(10):1341.
4. Wenwei Li et al. Association between dietary antioxidant indices and glaucoma in US adults. *Front Nutr.* 2023;10:1304809.
5. Drake W. Lem et al. Carotenoids in the Management of Glaucoma: A Systematic Review. *Nutrients.* 2021;13(6):1949.
6. Angela D'Angelo et al. Optic Nerve Neuroprotection in Glaucoma: A Narrative Review. *J Clin Med.* 2022;13(8):2214
7. Edokpa GD, McFarlane SR. Glaucoma and dietary intake: a scoping review. *Front Nutr.* 2024;11:1497366.
8. Bao J, Yu Y, Chen G, Hu C, Zhao C, Li X. Effect of antioxidants on primary open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *Front Pharmacol.* 2025;16:1625735