

ОЗОНОТЕРАПИЯ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Резеда Рифкатовна Исхакова*, Фарида Равиловна Сайфуллина

Казанская государственная медицинская академия

Реферат

В настоящее время озонотерапия служит одним из методов лечения, который применяют в различных областях медицины, например при лечении невропатии, заболеваний печени, а также в косметологии, хирургии, травматологии, акушерстве, гинекологии, урологии, кардиологии, пульмонологии, гастроэнтерологии, неврологии, стоматологии, оториноларингологии, офтальмологии. В последнее время озонотерапия находит всё большее применение в качестве дополнения к классическому лечению, чему способствуют низкая себестоимость и относительная безопасность метода. Озонотерапия как современный и эффективный метод лечения продолжает развиваться, находит всё новые области применения, уточняются механизмы действия озона, появляются новые методики, расширяется список показаний. Основные свойства озонотерапии — стимуляция антиоксидантной системы защиты, уменьшение гипоксии и активация метаболизма, в том числе углеводного и липидного обмена, улучшение кровообращения. На сегодняшний день известны работы по применению озона в офтальмологии, которые посвящены лечению возрастной макулярной дегенерации сетчатки, вирусных конъюнктивитов и кератитов, дегенерации роговицы, гнойной язвы роговицы, пигментной дегенерации сетчатки, атрофии и неврита зрительного нерва, дистрофических изменений сосудистой оболочки, миопии высокой степени, гемофтальма, ретмагенной отслойки сетчатки, диабетической ретинопатии.

Ключевые слова: озон, озонотерапия, офтальмология, механизм действия.

OZONE THERAPY IN OPHTHALMOLOGY R.R. Iskhakova, F.R. Saifullina. Kazan State Medical Academy, Kazan, Russia. Currently, ozone therapy is a method of treatment used in various fields of medicine, e.g., in treatment of neuropathies, liver diseases, as well as in cosmetology, surgery, traumatology, obstetrics, gynecology, urology, cardiology, pulmonology, gastroenterology, neurology, dentistry, otorhinolaryngology, ophthalmology. Recently, ozone therapy is increasingly used clinically as a complement to the classical treatment, which is contributed by the low cost and relative safety of the method. Ozone therapy as a modern and effective method of treatment continues to evolve, finding new areas of application, mechanisms of its action are being clarified, new techniques and new indications are offered. The main properties of ozone therapy are the stimulation of the antioxidant defense system, hypoxia reduction and metabolism activation, including carbohydrate and lipid metabolism, and improving blood circulation. Currently papers devoted to the application of ozone in ophthalmology in treatment of age-related macular degeneration, viral conjunctivitis and keratitis, corneal degenerations, purulent corneal ulcer, pigmentary retinal degeneration, optic neuritis and atrophy, degenerative changes of the choroid, high myopia, hemophthalmia, rhegmatogenous retinal detachment, diabetic retinopathy are known. **Keywords:** ozone, ozone therapy, ophthalmology, mechanism of action.

Краткая историческая справка

Открытие озона как химического элемента относится к концу XVIII века. Впервые на практике озон был применён в области гигиены и очистки воды [25]. Так, в Париже вся вода проходит обработку озоном [18].

Работы по изучению лечебного действия озона продолжались в период между двумя мировыми войнами. В 30-х годах XX века А.А. Фиш, немецкий зубной врач, практикующий в Швейцарии, широко применял озон в стоматологической практике. Среди его пациентов был австрийский врач Е. Рауг, который в свою очередь в 1935 г. впервые использовал ректальное введение озонкислородной смеси (ОКС) для лечения язвенного колита, проктита, геморроя. Физик, химик и математик Йоахим Хэнзлер (1908–1981) создал первый медицинский генератор озона, который позволял точно дозировать ОКС, и тем самым дал возможность широко применять озонотерапию. Этот метод использовали в Германии в годы Второй мировой войны для лечения ран и ожогов [25].

С появлением в медицинской практике антибиотиков развитие озонотерапии было надолго прервано. Однако уже с середины 70-х годов

появились новые данные о биологическом действии озона [25].

Наиболее широкое применение озонотерапия нашла в Германии [43], где налажено производство медицинских озонаторов, а лечение ОКС особенно успешно используют в области сосудистой патологии, гинекологии, стоматологии и гериатрии. Специализированные озонотерапевтические клиники существуют в США, на Кубе, в Швейцарии, Испании, Италии, Англии и других странах Западной Европы [29].

В России первый опыт по применению озона в офтальмологии при патологии сетчатки и зрительного нерва, а также при травматических поражениях органа зрения во время боевых действий в Чечне принадлежит Н.Л. Малановой, А.Р. Жанбаеву, С.И. Мирошину, А.А. Мурзину и С.П. Перетягину. Также параллельно с перечисленным авторским коллективом приоритет в изучении озонотерапии и её обосновании при внутриглазной инфекции принадлежит учёным Московского НИИ глазных болезней им. Гельмгольца Р.А. Гундоровой, С.А. Борзенку, Г.Г. Бордюговой, И.П. Хорошиловой-Масловой, Л.В. Илатовской, И.М. Лапиной, И.В. Синельниковой [6].

Физико-химические свойства озона

Озон — газ, обладающий специфическим за-

Адрес для переписки: iskhakovar@gmail.com

пахом. Основная масса озона расположена в атмосфере в виде озоносферы на высоте от 10 до 50 км с максимумом концентрации на высоте 20 км. Озон образуется под действием ультрафиолетовых лучей с длиной волны до 185 нм [17]. Располагаясь в верхних слоях атмосферы, он задерживает вредное для всего живого ультрафиолетовое излучение Солнца и поглощает инфракрасное излучение Земли, препятствуя её охлаждению [18]. Молекула озона состоит из трёх атомов кислорода [30, 47].

Озон является аллотропической модификацией кислорода и подобно кислороду обладает окислительными свойствами. Различие заключается в том, что озон как вещество с большим запасом внутренней энергии легко распадается и становится более сильным окислителем [17, 31, 43]. Озон относительно устойчив в кислых и нейтральных растворах, в высоких концентрациях токсичен [25].

В процессах окисления озон может отдавать атом кислорода или присоединяться целиком к двойным или тройным углерод-углеродным связям с образованием озонидов, перекисей и других веществ, также обладающих сильными окислительными свойствами [17].

Получают озон при воздействии на воздух электрического разряда или ультрафиолетового излучения [17, 20, 25].

Механизмы действия озона на организм человека

Проведено большое количество экспериментальных исследований *in vitro* и на заражённых животных, в которых изучали инактивацию озонем широкого спектра бактерий и вирусов, в частности резистентных к наиболее применяемым антибактериальным препаратам и дезинфекторам [11, 17].

Озон оказывает разностороннее влияние на различные органы и системы организма [17, 25]. Действие на организм зависит от концентрации озона. При повышенных концентрациях озона в воздухе он действует на человека отравляюще, снижает сопротивляемость организма к бактериальным инфекциям, быстро окисляет многие аминокислоты и инактивирует SH-ферменты, нарушая тем самым течение многих биохимических процессов. Многие его эффекты, в том числе и токсическое действие озона, обусловлены образованием свободных радикалов, высвобождением из тканей адреналина, норадреналина и брадикинина. В природных концентрациях озон обладает стимулирующим действием на организм человека: повышает устойчивость к холоду, действию токсических веществ, гипоксии, вызывает увеличение содержания гемоглобина и эритроцитов в крови, повышает фагоцитарную активность лейкоцитов, титр комплемента сыворотки крови, иммунологический потенциал организма. Низкие концентрации озона положительно действуют на дыхательную функцию, вызывают снижение или нормализацию артериального давления, стимулируют репаративные

процессы в тканях, повышают активность ферментов дыхательной цепи и окислительного фосфорилирования.

Озон оказывает и вирулицидное действие [25, 37, 43]. В результате воздействия озона на вирусы происходит повреждение их нуклеиновой кислоты, что вызывает потерю вирусом способности к размножению и его гибель. Озон или образовавшиеся в крови под его действием пероксиды вступают в реакцию с молекулой N-ацетилглюкозамина вируса, нарушая тем самым способность вируса к адгезии и проникновению в клетку. Окисление рецепторов клетки хозяина также препятствует проникновению вируса, прерывая тем самым цикл его размножения [25]. Результаты исследований показали, что озон инактивирует вирус иммунодефицита человека [17, 25], подавляет энтеровирусы и вирусы полиомиелита [25]. При прямом контакте с бактерией, вирусом или спорой действие озона связано главным образом с окислительным разрушением их капсида и повреждением дезоксирибонуклеиновой и рибонуклеиновой кислот из-за воздействия на свободные электронные пары азота N-ацетилглюкозамина [17].

Кроме того, озонотерапия повышает количество и фагоцитарную активность нейтрофилов, увеличивает синтез интерферона, секреторного иммуноглобулина А и лизоцима, интерлейкинов-1 и -2, фактора некроза опухоли, стимулирует регенерацию клеток крови [17, 25]. Количество нейтрофилов, участвующих в фагоцитозе под действием озона, увеличивается с 14 до 24%, одновременно усиливается поглотительная активность фагов [25].

Озон также способен увеличивать чувствительность микроорганизмов к антибиотикам [25]. В результате озонотерапии изменялась чувствительность раневой микрофлоры к антибактериальным препаратам, в ряде случаев появлялась чувствительность к различным антибиотикам при исходной полирезистентности флоры [26]. Воздействуя на клетку патогенных грибов, озон повреждает цитоплазматическую мембрану и внутриклеточные структуры. Грибы гибнут в результате нарушения внутриклеточного гомеостаза и барьерных свойств плазматической мембраны [25].

Озон характеризуется выраженным противогипоксическим эффектом, который объясняют улучшением реологических свойств крови, повышенной отдачей оксигемоглобином кислорода тканям и увеличением скорости микроциркуляции [25]. Кроме того, взаимодействуя с двойными связями ненасыщенных жирных кислот эритроцитарной мембраны, он повышает её эластичность [14, 25]. Озон препятствует образованию в кровеносном русле агрегатов эритроцитов в форме «моментных столбиков», типичных, например, для тромбоземболии, тем самым улучшается проходимость эритроцитов по капиллярам. Введение озонированного перфузата улучшает реологические свойства крови и поддерживает

высокую скорость микроциркуляции [25].

Другой механизм противогипоксического действия озона — его влияние на кислородозависимые процессы в организме. Озон способен стимулировать энергетический обмен путём оптимизации утилизации кислорода, энергетических субстратов в энергопродуцирующих системах, повышать энергетическую эффективность тканевых окислительных процессов [25]. Известна способность озона активировать перекисное окисление липидов в процессе окисления биологических субстратов, что по механизму обратной связи стимулирует механизмы антиоксидантной защиты организма [6, 14, 17, 18, 25, 38]. Его нормализующее действие на нарушенные при многих заболеваниях показатели свободно-радикального окисления доказывает безопасность данного метода и его способность влиять на один из основных механизмов патогенеза заболеваний. Озону присущ гипогликемический эффект, обусловленный активацией глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы. При этом усиливается поглощение эритроцитами глюкозы из плазмы крови, что даёт возможность применять озон при лечении больных сахарным диабетом [25]. Под действием озонотерапии отмечают снижение концентрации холестерина и атерогенных фракций, а также индекса атерогенности [25]. Она вызывает умеренный гипокоагуляционный эффект, преимущественно за счёт повышения фибринолитической активности и снижения агрегации тромбоцитов. При местном воздействии на кровотокающую рану ОКС обладает выраженными гемостатическими свойствами [25]. Озон оказывает детоксицирующее действие, вызывает снижение уровня средномолекулярных олигопептидов и усиливает антиоксидантную функцию печени [6, 14, 22, 25, 28].

Разрушение микроорганизмов и внутриклеточных паразитов происходит за счёт воздействия озона на клеточные мембраны и окисления рецепторов, при помощи которых паразит внедряется в клетку хозяина. Действуя на клеточные мембраны бактерий, озон вызывает их окисление [6, 14, 18, 25], а точнее образование пероксидов из фосфолипидов и липопротеинов клеточной мембраны бактерий, в результате чего она разрывается. При воздействии озона на вирусы происходит повреждение полипептидных цепей их оболочек, теряются способность вируса прикрепляться к клеткам-мишеням хозяина и возможность его репликации. В отличие от многих антисептиков озон не раздражает и не разрушает покровные ткани организма человека, поскольку в противоположность микроорганизмам клетки человеческого организма обладают системой антиоксидантной защиты [4, 14, 17, 27].

При парентеральном и энтеральном введении озон влияет на организм человека в основном опосредованно. Он воздействует на ненасыщенные жирные кислоты, свободные аминокислоты, аминокислотные остатки в пептидных структурах и др. При его контакте

с мембраной эритроцитов на ней формируются озониды — короткоцепочечные пероксиды. Последние способствуют запуску различных звеньев системы антиоксидантной защиты, в частности глутатиона, чьи антиоксидантные свойства обусловлены наличием SH-группы [14, 17].

Применение озона приводит к накоплению окисленного глутатиона и активации глюкозо-фосфатного шунта: повышению содержания глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы и накоплению восстановленного никотинамидадениндинуклеотидфосфата. Это в свою очередь способствует восстановлению глутатиона. В эритроцитах активируется образование 2,3-дифосфоглицерата, определяющего прочность связи гемоглобина с кислородом. Облегчение отдачи кислорода оксигемоглобином улучшает кислородное обеспечение тканей. После озонотерапии парциальное давление кислорода в венозной крови существенно снижается. По этому показателю озон превосходит все существующие лекарственные препараты [6, 17, 18, 27].

Одна из важных составных частей саногенетического эффекта озонотерапии — способность оказывать положительное воздействие на микроциркуляцию. Механизмы данного эффекта самые разнообразные. Парентеральное введение озона в адекватной дозе активирует фермент NO-синтазу. Образующийся оксид азота обладает выраженным сосудорасширяющим действием. Показана возможность реакции с озоном аминокислот, служащих предшественниками биологически активных веществ (дофамина, норадреналина, адреналина). Они мобилизуют жирные кислоты и глюкозу, обладают вазоактивным действием. Под влиянием озона активизируется работа K^+-Na^+-ATP Фазы, в результате чего усиливаются поступление ионов калия внутрь клеток и выход из них ионов натрия. Это препятствует адгезии и агрегации эритроцитов. Воздействие озона на тромбоциты также снижает их способность к агрегации [4, 17, 27].

Установлено благоприятное действие озона при нарушениях иммунной регуляции [41]. Он способствует нормализации показателей клеточного звена иммунитета, ускоряет хемотаксис, сокращает время адгезии, активирует переваривающую активность фагоцитов. Под его воздействием усиливается синтез цитокинов (интерферонов, интерлейкинов, фактора некроза опухоли альфа) лимфоцитами и моноцитами [53]. Озон оказывает модулирующее действие на уровень иммуноглобулинов и циркулирующих иммунных комплексов в плазме крови [4, 25, 27]. Происходит выраженная стимуляция гуморального иммунитета, выражающаяся в увеличении титра иммуноглобулинов А, М и G в крови, что немаловажно для лечения инфекционных заболеваний [25].

Таким образом, основные механизмы действия озона сводятся к следующему: (1) бактерицидное, вирулицидное и микоцидное действие, (2) иммуномодулирующее действие, (3) улучшение

ние микроциркуляции, (4) снижение тканевой гипоксии, (5) активация антиоксидантной системы и (6) снижение уровня атерогенных фракций в крови [25, 52].

Методы применения озонотерапии

На основании механизмов действия озона разработаны методы применения ОКС: (1) наружные, обеспечивающие прямое действие озона, и (2) парентеральные, приводящие к системному действию озона [13, 29, 43, 48].

К наружным методам введения ОКС относятся озонное орошение в пластиковой камере, бальнеотерапия, различные варианты применения озонированной дистиллированной воды и оливкового масла, внутрисуставные и параартикулярные инъекции озона, регионарное лимфотропное введение ОКС.

К парентеральным методам введения относятся большая аутогемотерапия с ОКС, малая аутогемотерапия с ОКС, внутривенное и лимфотропное капельное введение озона насыщенного изотонического раствора натрия хлорида, внутривенное и внутриартериальное введение, внутримышечные и подкожные инъекции, ректальные инсуффляции ОКС [4, 18, 25, 29, 48].

Современная установка для озонотерапии включает озонатор воздушного охлаждения, регулирующий скорость газового потока, и метрологическую систему, позволяющую измерять концентрацию озона в газовой смеси и водных растворах, а также деструктор неиспользованного озона. Озонатор должен обеспечивать широкий диапазон концентраций озона в газовой смеси (от 1 до 70–80 мкг/мл и более). При этом концентрация озона должна плавно регулироваться по всем указанным диапазонам [6, 27].

Общими противопоказаниями для озонотерапии считают все состояния, сопровождающиеся повышенной кровоточностью (гемофилию, тромбоцитопению, геморрагический инсульт), заболевания щитовидной железы (гипертиреоз), гипогликемию, инфаркт миокарда, эпилепсию и другие судорожные припадки в анамнезе, острый панкреатит, обострение язвенной болезни желудка, артериальную гипотензию в течение длительного периода, алкогольное опьянение, период менструации, применение лекарственных препаратов, снижающих свёртываемость крови, индивидуальную непереносимость [16].

С развитием медицины перечень противопоказаний для озонотерапии сокращается. Так, несколько лет тому назад одним из противопоказаний считали беременность, а в настоящее время методики системной озонотерапии с успехом применяют для лечения гестозов и невынашивания беременности [16].

Применение озонотерапии в медицине

Озонотерапию широко применяют в различных областях медицины: косметологии [6], неврологии [9, 15, 19, 23], хирургии [6, 17, 18, 25], травматологии [6, 18, 25], акушерстве [6], гинеко-

логии [6, 7, 17, 18], онкологии [2, 3, 21], урологии [6], кардиологии [6, 25], пульмонологии [6, 17, 18, 25], гастроэнтерологии [6, 18, 25], дерматовенерологии [6, 17, 18], стоматологии [6, 25, 41], инфектологии [6, 17, 18], оториноларингологии [6, 17, 25].

Применение метода озонотерапии в офтальмологии

В настоящее время известны работы по использованию озона в офтальмологии [37, 40], которые посвящены лечению возрастной макулярной дегенерации сетчатки [32, 33, 50], вирусного конъюнктивита и кератита [49], дегенерации роговицы, гнойной язвы роговицы, пигментной дегенерации сетчатки [35, 45, 46], атрофии [51] и неврита зрительного нерва, дистрофических изменений сосудистой оболочки, миопии высокой степени, глаукомы [44], гемофтальма, регматогенной отслойки сетчатки, диабетической ретинопатии [6].

Проведено экспериментальное исследование по изучению влияния озона при субконъюнктивальном введении на активность ферментов антиоксидантной системы в стекловидном теле, влаге передней камеры и хрусталике. Исследования показали, что озонированный раствор в слабых концентрациях повышает активность ферментов антиоксидантной системы, а в высоких концентрациях угнетает её [17].

Опубликованы данные о применении препаратов озона в виде аппликаций при вирусном конъюнктивите и заболеваниях роговицы [49], таких как дегенерация роговицы вследствие воспалительных процессов и химических ожогов. Наблюдалось ускорение репаративных процессов в острую фазу воспалительных заболеваний переднего отрезка глазного яблока. Однако в случаях стойкого помутнения роговицы эффекта не было [17].

Проводилась аутогемотерапия озонированной венозной кровью при пигментной дистрофии сетчатки [35, 36, 45], глаукомной атрофии зрительного нерва, неврите зрительного нерва после травмы глаза и в случаях неясной этиологии, дегенеративно-атрофических изменениях сосудистой оболочки (хориоидеи), высокой миопии, воспалительных и дегенеративных изменениях роговицы [49], а также при гнойной язве роговицы. Озонотерапия при этих заболеваниях дала положительный эффект, особенно в тех случаях, когда процесс не был далеко зашедшим. У пациентов повышалась острота зрения, увеличилось поле зрения [17].

Во время боевых действий в Чечне озонотерапию включили в комплексную систему обработки пострадавших с повреждениями органа зрения. С применением озонотерапии проведено лечение пострадавших с проникающими ранениями глаза, тяжёлыми ожогами глазного яблока и повреждениями орбиты. При травмах придатков глаза и глазницы вводили озонированный изотонический раствор натрия хлорида и озонированный 5% раствор декстрозы (глюкозы) внутривенно. Введение в переднюю камеру

озона и озонированного изотонического раствора натрия хлорида осуществляли во время обработки ран. Под конъюнктиву вводили озон в количестве 0,5–1,5 мл, в переднюю камеру — до восстановления объема камеры. При использовании озонотерапии во всех случаях получены положительные результаты [17].

Осуществлено экспериментальное исследование по применению озонированного изотонического раствора натрия хлорида при бактериальном эндофтальмите, изучено действие озона на ткани глаза, проведены подбор нетоксичных доз и обоснование методов введения озона.

В результате проведенных морфологических исследований на животных (кроликах) установлено, что растворы с концентрацией озона 2 и 4 мг/л при введении в стекловидное тело не вызывают токсического повреждения сетчатки. Растворы с концентрацией озона 6 мг/л вызывают временные изменения сетчатки умеренного характера, а с концентрацией 9 мг/л при указанном способе введения — выраженное повреждение внутриглазных структур.

Биохимические исследования активности ферментов лактатдегидрогеназы, Нацетилглюкозаминидазы и концентрации белка в стекловидном теле кроликов показали, что интравитреальное введение растворов с концентрацией озона 2 и 4 мг/л вызывает умеренное увеличение проницаемости цитоплазматических мембран, с концентрацией 6 мг/л — более значительное, но не превышающее значений, отмеченных при интравитреальном введении гентамицина в общепринятой дозе (0,4 мг). В эксперименте на кроликах установлено, что интравитреальное введение раствора с концентрацией озона 2 и 4 мг/л служит эффективным способом профилактики и лечения экзогенного бактериального эндофтальмита и может быть рекомендовано для использования в клинических условиях [8, 17].

В последнее время медицинский озон находит применение при лечении следующих заболеваний.

Диабетическая ретинопатия [34, 42]. При диабетической ретинопатии возникает выраженное нарушение микроциркуляции. Озон, воздействуя на все звенья микроциркуляторного русла, наиболее существенно снижает спазм микрососудов. Использование озонотерапии благоприятно влияет на баланс процессов перекисного окисления липидов и активности антиоксидантной системы, усиливает микрогемодинамику, значительно улучшает нарушенные реологические свойства крови [5]. Озон, проявляя однонаправленное действие, способствует нормализации показателей липидного обмена, существенно уменьшает выраженность окислительного стресса и приводит к повышению остроты зрения.

Использование озона в виде монофактора и в комбинации с переменным низкочастотным магнитным полем в большинстве случаев снижает концентрацию глюкозы в крови на 27,3–32,6%,

улучшает липидный спектр крови, благоприятно влияет на её реологические свойства, достоверно увеличивая индекс деформации эритроцитов (на 26,6–30,5%) и снижая индекс их агрегации (на 24,2–25,9%). Достигнутый под влиянием лечения положительный эффект сохраняется в течение полугода у 75,0% больных после комбинированного лечения, у 66,7% — после системной озонотерапии, но лишь у 31,3% — после магнитотерапии [5].

Центральная хориоретинальная дистрофия (ЦХРД). На всех стадиях ЦХРД достоверно установлен положительный эффект в отношении функциональной активности нейронов макулярной области с возрастанием амплитуды макулярной и ритмической электроретинограммы (ЭРГ) на частоту мельканий 32 и 40 Гц. Озон также вызывает снижение глиального индекса, что можно расценивать как отражение его антигипоксического эффекта, и частичное восстановление хориоретинального кровотока как в макулярной области, так и в периферических отделах сетчатки [12].

Установлено, что после проведения озонотерапии у большинства пациентов с неэкссудативной, экссудативной и рубцовой стадиями заболевания происходит возрастание амплитуды биопотенциалов сетчатки, отражающих функциональную активность макулярной области. При регистрации супернормальных значений макулярной ЭРГ до лечения положительный эффект озонотерапии проявляется в снижении амплитуды макулярных ответов до верхних границ нормальных значений. По частоте и степени возрастания b-волны ганц-фельд ЭРГ и низкочастотной ритмической ЭРГ (12 Гц), в значительной степени отражающих функции периферических отделов сетчатки, наилучшие результаты установлены для стадии неэкссудативных изменений сетчатки и несколько в меньшей степени — для экссудативной стадии ЦХРД [12].

Практически отсутствует динамика биоэлектрической активности периферических отделов сетчатки при рубцовой стадии ЦХРД. При сравнительном анализе амплитуд b-волны ЭРГ и ритмической ЭРГ на 12 Гц во всех группах больных выявлено резкое возрастание глиального индекса (K_g), который вычисляют по формуле $K_g = b/R_i^2$ (где b — амплитуда суммарной b-волны, R_i — амплитуда волны ритмической ЭРГ). Это свидетельствует об активизации метаболизма глиальных клеток Мюллера и нарушении глионейрональных взаимоотношений в сетчатке при ЦХРД различных стадий. Индекс K_g существенно превышает нормальные значения, составляя в среднем от 9 до 10,5 относительных единиц (8–8,5 для начальной неэкссудативной стадии ЦХРД) при средней норме 5,8–7,2. После озонотерапии происходит снижение K_g , и хотя его значения не достигают верхней границы нормальных значений, тенденцию к нормализации можно расценивать как положительный антигипоксический эффект озонотерапии, ука-

зывающий на частичное восстановление хорио-ретиального кровотока и ретиального кровообращения [12].

Гемофтальм. Доказана эффективность применения различных методик озонотерапии в комплексном лечении пациентов с гемофтальмом, что выражается в существенном улучшении показателей остроты зрения, уменьшении объёма и акустической плотности изменённого стекловидного тела по сравнению с использованием ферментных препаратов. Применение парабульбарных инъекций озонированного изотонического раствора натрия хлорида позволило существенно увеличить остроту зрения в среднем на 26,0%, а также достоверно снизить показатели объёма и акустической плотности изменённого стекловидного тела в среднем на 11,0 и 16,1% соответственно по сравнению с изолированным применением ферментных препаратов.

Комбинированное использование местной и системной озонотерапии позволило достоверно улучшить остроту зрения в отдалённом периоде в среднем на 15,7%, а также снизить показатели объёма изменённого стекловидного тела у пациентов с распространённым и тотальным гемофтальмом при акустической плотности изменённого стекловидного тела более 25,100 МГ в среднем на 10,2 и 16,9% соответственно непосредственно после лечения и на 33,6 и 25,7% в отдалённом периоде — по сравнению с местным применением озонотерапии. Анализ динамики показателей плазмы крови у пациентов с гемофтальмом показал, что в результате проведения озонотерапии происходит достоверное снижение исходно повышенного содержания первичных продуктов перекисного окисления липидов на 19,7% и существенное увеличение общей антиоксидантной активности плазмы крови на 22,1% [24].

Оперированная регматогенная отслойка сетчатки. Для лечения больных с регматогенной отслойкой сетчатки в послеоперационном периоде предложена методика проведения озонотерапии и доказано её выраженное положительное влияние на восстановление функциональной активности фоторецепторов, нормализацию нейроглиальных отношений в периферических и центральных отделах сетчатки, что способствует более быстрому восстановлению зрительных функций. Установлено, что общий признак положительного влияния лечения озоном — нормализация глиального индекса и глионейрональных взаимоотношений в сетчатке. Максимальный эффект выявлен для функций фоторецепторов. По динамике высокочастотной ритмической ЭРГ определён латентный период 4 нед в развитии положительного влияния лечения на функциональную активность колбочковых нейронов внутреннего ядерного слоя сетчатки [10].

Таким образом, появившиеся данные об использовании озона в офтальмологии свидетельствуют о его эффективности при лечении ряда заболеваний глазного яблока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёхина С.П., Щербатюк Т.Г. Озонотерапия: клинические и экспериментальные аспекты. — Н. Новгород, 2003. — 240 с.
2. Алясова А.В., Конторщикова К.Н. К вопросу озонотерапии при раке молочной железы // Нижегород. мед. ж. Прил. «Озонотерапия». — 2003. — С. 190–191.
3. Алясова А.В., Конторщикова К.Н., Шахов Б.Е. Озонотерапия в лечении злокачественных опухолей. — Н. Новгород: НижГМА, 2006. — 204 с.
4. Боголюбов В.М. Физיותרпия и курортология. — М.: Бином, 2008. — С. 381–392.
5. Борзенко С.А., Куликов А.Г., Кисёлева О.М. Результаты применения озона в комплексном лечении диабетических ретинопатий // Офтальмохирургия. — 2003. — №4. — С. 29–32.
6. Борзенко С.А., Мороз З.И., Змызгова А.В. Озонотерапия в офтальмологии. Пособие для врачей. — М.: ГУ МНТК «Микрохирургия глаза», 2000. — 36 с.
7. Гречканев Г.О., Качалина Т.С. Озонотерапия в гинекологии (современное состояние вопроса) // Нижегород. мед. ж. Приложение «Озонотерапия». — 2003. — С. 112–115.
8. Гундорова Р.А., Хорошилова-Маслова И.П., Бордюгова Г.Г., Илатовская Л.В. Экспериментальное обоснование целесообразности применения озонированных физиологических растворов при внутриглазной инфекции // Вестн. офтальм. — 1996. — №5. — С. 9–11.
9. Густов А.В., Котов С.А., Конторщикова К.Н., Потехина Ю.П. Озонотерапия в неврологии. — Н. Новгород: Литера, 1999. — С. 90–114.
10. Егорова Е.Н., Нероев В.В., Сарыгина О.И. и др. Влияние озонотерапии на функциональное состояние сетчатки больных, оперированных по поводу регматогенной отслойки сетчатки, по данным электрофизиологических исследований // Вестн. офтальм. — 2007. — №5. — С. 33–36.
11. Змызгова А.В., Максимов В.А. Клинические аспекты озонотерапии. — М.: НПЦ озонотерапии, 2003. — 287 с.
12. Зуева М.В., Цапенко И.В., Нероев В.В., Ханджян А.Т. Влияние озонотерапии на функциональную активность сетчатки у больных с инволюционной центральной хориоретиальной дистрофией // Вестн. офтальм. — 2003. — №6. — С. 18–21.
13. Иваненко С.А. Современное обоснование применения озона в медицине // Врачебн. дело. — 1998. — №3. — С. 40–41.
14. Конторщикова К.Н., Ефременко Ю.Р., Окрут И.Е., Алясова А.В. Биологические механизмы эффективности озонотерапии // Казан. мед. ж. — 2007. — №4, приложение. — С. 3–4.
15. Котов С.А. Озонотерапия мигрени // Ж. неврол. и психиатр. им. С.С. Корсакова. — 2000. — №1. — С. 35–37.
16. Кошелева И.В., Зайцев В.Я. Основные биологические эффекты медицинского озона. Методики кислородно-озоновой терапии. Показания и противопоказания, побочные эффекты, 2000. [Электронный ресурс.] — <http://medozone.ru/material.html> (дата обращения: 1.02.2012).
17. Лапина И.М., Синельщикова И.В. Озонотерапия в офтальмологии // Вестн. офтальм. — 1998. — №6. — С. 51–54.
18. Максимов В.А., Чернышёв А.Д., Каратаев С.Д. Озонотерапия (современное состояние вопроса) // Мед. газета. — 1997 (19 сентября). — №73 (5792). — С. 8–9.
19. Малахов В.А., Степанова Ю.А. Клинико-саногенетическое обоснование озонотерапии алкогольной

- полиневропатии // Вестн. физиотерап. и курортолог. Спец. выпуск «Озонотерапия». — 2005. — Т. II, вып. 5. — С. 84–85.
20. Масленников О.В., Конторщикова К.Н. Озонотерапия. Внутренние болезни. — Н. Новгород: Изд-во НГМА, 1999. — 55 с.
21. Меньщикова Е.Б., Зенков Н.К., Ланкин В.З. и др. Окислительный стресс: патологические состояния и заболевания. — Новосибирск: АРТА, 2008. — 284 с.
22. Метёлкин Б.В. Применение озонотерапии в комплексном лечении алкогольных полиневропатий // Казан. мед. ж. — 2007. — №4, приложение. — С. 161–163.
23. Мочалов А.Д., Котов С.А. Озонотерапия цефалгий. Озон и методы эфферентной терапии в медицине. — Н. Новгород, 2000. — С. 33–34.
24. Нечепуренко О.А., Колесникова Л.Н., Фалхут О.С. и др. Возможности озонотерапии в лечении гемофтальмов // Офтальмология. — 2010. — Т. 7, №3. — С. 26–28.
25. Павлов Д.С. Озонотерапия в клинической практике // Научно-практ. ж. — 2003. — №4. — С. 49–54.
26. Родоман Г.В., Лаберко Л.А., Оболенский В.Н. и др. Озонотерапия в лечении больных с гнойно-воспалительными заболеваниями // Рос. мед. ж. — 1999. — №4. — С. 32–36.
27. Улащик В.С. Физиотерапия: универсальная медицинская энциклопедия. — М.: Книжный Дом, 2008. — С. 370–372.
28. Чаиркин И.Н., Гуски Х., Тишков С.В., Мачинский П.А. Морфологические изменения печени при алкогольной интоксикации и их коррекция внутрибрюшинным введением озонированного физиологического раствора // Казан. мед. ж. — 2007. — №4, приложение. — С. 56–57.
29. Щербатюк Т.Г. Современное состояние озонотерапии в медицине. Перспективы применения в онкологии // Нижегород. мед. ж. — 2010. — №1. — С. 99–106.
30. Bocci V.A. Oxygen-ozone therapy: acritical evaluation. — London: Kluwer. Edn., 2002. — P. 7–12.
31. Bocci V.A. Scientific and medical aspects of ozone therapy. State of the art // Arch. Med. Res. — 2006. — Vol. 37, N 4. — P. 425–435.
32. Borrelli E., Diadori A., Zalaffi A. et al. Effects of major ozonated autohemotherapy in the treatment of dry age related macular degeneration: a randomized controlled clinical study // Int. J. Ophthalmol. — 2012. — Vol. 5, N 6. — P. 708–713.
33. Borrelli E., Zalaffi A. Integration of the oxygen-ozone therapy in the treatment of dry age-related macular degeneration // Eur. J. Int. Med. — 2012. — Vol. 4, issue 1. — P. 195–196.
34. Charry L., Beauge B., Lorenzo R. et al. Effect of ozone therapy on visual evoked potential and electroretinogram of patients with diabetic retinopathy // Revista CENIC Ciencias Biológicas. — 2000. — Vol. 28, issue 3. — P. 52–54.
35. Copello M., Menéndez S., Horrach I., Betancourt J. Ten year study in patients suffering from retinitis pigmentosa and treated with repeated cycles of ozone therapy, 2007. [Электронный ресурс.] — <http://ozonotherapy.org/> (дата обращения: 1.05.2013).
36. Copello M., Menéndez S., Hernández F. Ozone therapy in retinitis pigmentosa patients // Ozone: Science & Engineering. — 2012. — Vol. 34, issue 6. — P. 476–483.
37. Díaz E.C., Borrego L., Menéndez S. et al. Ozone therapy in different ophthalmologic diseases, 1997. [Электронный ресурс.] — <http://www.medicolozon.com/images/abstract.swf/> (дата обращения: 1.05.2013).
38. Filippo D.C., Cervone C., Rossi C. et al. Antiarrhythmic effect of acute oxygen-ozone administration to rats // Eur. J. Pharmacol. — 2010. — Vol. 629. — P. 89–95.
39. Garg R., Tandon S. Ozone: a new face of dentistry // Int. J. Dental Sci. — 2009. — Vol. 7. — P. 2.
40. Gierek-Lapińska A., Antoszewski Z., Myga B., Skowron J. Preliminary report on using general ozone therapy in diseases of the posterior segment of the eye // Klin. Ocna. — 1992. — Vol. 94, N 5–6. — P. 139–140.
41. Gupta G., Mansi B. Ozone therapy in periodontics // J. Med. Life. — 2012. — Vol. 5, N 1. — P. 59–67.
42. Kulikov A.G., Turova E.A., Shcherbina T.M., Kiseleva O.M. Efficacy of different methods of ozone therapy in vascular complications of diabetes mellitus // Vopr. Kurortol. Fizioter. Fiz. Kult. — 2002. — Vol. 5. — P. 17–20.
43. Mandhare M.N., Jagdale D.M., Gaikwad P.L. Miracle of ozone therapy as an alternative medicine // Int. J. Pharm. Chem. Biol. Sci. — 2012. — Vol. 2, N 1. — P. 63–71.
44. Menéndez S., Ferrer L., Peréz Z. Ozone therapy and magnet therapy: new methods for the rehabilitation of patients with simple chronic glaucoma, 1995. [Электронный ресурс.] — <http://www.o3center.org/> (дата обращения: 1.05.2013).
45. Menéndez S., Copello M., Eguía F., Menéndez N. Ozone therapy in patients with retinitis pigmentosa // Ozone: Sci. Engin. — 2003. — Vol. 25, issue 3. — P. 223–232.
46. Moreno N., Peláez O., Alemán T., Barceló C. Controlled clinical trial on the use of ozonated blood as a treatment for retinitis pigmentosa, 2007. [Электронный ресурс.] — <http://ozonotherapy.org/> (дата обращения: 1.05.2013).
47. Paolo N., Bocci V., Gaggiotti E. Ozone therapy // Int. J. Art. Organs. — 2004. — Vol. 27, N 3. — P. 168–175.
48. Parva J., Gunjan P., Priti Y. Ozone therapy: the alternative medicine of future // Rev. Art. Pharm. Sci. — 2012. — Vol. 2, issue 4. — P. 196–203.
49. Pina J.C., Mapolon Y., Palma M. et al. Application of ozone in patients with keratitis, 1997. [Электронный ресурс.] — <http://www.medicolozon.com/images/abstract.swf/> (дата обращения: 1.05.2013).
50. Sanseverino R.E., Meduri R.A., Pizzino A. et al. Effects of oxygen-ozone therapy on age-related degenerative retinal maculopathy // Panminerva Med. — 1990. — Vol. 32, N 2. — P. 77–84.
51. Santiesteban R., Menéndez S., Francisco M., Luis S. Ozone therapy in patients suffering from optic nerve dysfunction, 1997. [Электронный ресурс.] — <http://www.medicolozon.com/images/abstract.swf/> (дата обращения: 1.05.2013).
52. Seidler V., Linetskiy I., Hubalkova H. Ozone and its usage in general medicine and dentistry. A review article // Prague Med. Report. — 2008. — Vol. 109, N 1. — P. 5–13.
53. Viebahn H. The use of ozone in medicine: mechanisms of action. — Munich, 2003. — P. 23–25.