

Опубликовано в: Научно-практический журнал «Нелекарственная медицина», №3, 2010, с. 53-60.

Автор(ы): Климова Л.В., Тараканов А.В., Черчаго А.Я.
ГОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения и социального развития»

Название статьи: Физиотерапевтические методы коррекции окислительного стресса

Ключевые слова: окислительный стресс, озонотерапия, гиперкапнотерапия, внутривенное лазерное облучение крови, крайне высокочастотная (КВЧ) терапия, магнитотерапия, СКЭНАР-терапия.

Аннотация: В обзорной статье дается определение окислительного стресса, краткая характеристика прооксидантов и антиоксидантов. Указывается, что к антиоксидантам опосредованного действия, действующих только в живых системах, можно отнести не только соединения, но и ряд медицинских технологий и нелекарственных методов лечения, таких как озонотерапия, гиперкапнотерапия, внутривенное лазерное облучение крови, КВЧ-терапия, магнитотерапия и СКЭНАР-терапия. Приводятся данные научных исследований, подтверждающих антиоксидантный эффект перечисленных методов лечения. В заключение обзора отмечено преимущество немедикаментозной терапии перед терапией антиоксидантными препаратами, т.к. нормализация баланса между процессами окисления и антиокисления осуществляется в данном случае за счет включения естественных универсальных механизмов саногенеза.

ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА

Окислительный стресс, как нарушение баланса в системе «прооксиданты-антиоксиданты», является одним из важнейших этиопатогенетических механизмов заболеваний, сопровождающихся гипоксией и постгипоксическими повреждениями, воспалением, обменными нарушениями и др. [3, 4, 9, 10, 17, 23, 33-36 и др.].

Прооксиданты - активированные кислородные метаболиты (АКМ), активные формы кислорода и свободные радикалы любой этиологии провоцируют активацию свободнорадикального окисления всех биомолекул и, в частности, липидов. В условиях патологии сочетание стресса, гипоксии и реоксигенации неизбежно ведет увеличению количества прооксидантов и к появлению «неуправляемой» активации процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Накопление продуктов ПОЛ, особенно конечных, способно повреждать клеточные мембраны, в частности, их липидный бислой [6, 19]. Продукты ПОЛ оказывают токсическое действие за счет сшивок биополимеров, набухания митохондрий и разобщения окислительного фосфорилирования, инактивации тиоловых ферментов, участвующих в дыхании и гликолизе. Они окисляют сульфгидрильные группы белков, повреждают ДНК, нуклеотидфосфаты, могут замедлять и даже прекращать клеточное деление и рост, дестабилизируют клеточные мембраны [8, 34]. При повреждении клеточных мембран под влиянием перекисного окисления липидов изменяется их стабильность и нормальное функционирование за счет изменений физико-химических свойств: микровязкости липидного бислоя и зон белок-липидных контактов, текучести, мембранного потенциала, полярности внутренних областей мембраны, появляется модификация мембранных белков, меняется ионная проницаемость липидного слоя, уменьшается его стабильность [9]. Все эти явления сопровождаются дестабилизацией

клеток, в частности, эритроцитов, уменьшением их деформируемости, снижением средней продолжительности жизни, повышением содержания внеэритроцитарного гемоглобина [7]. Пероксидация вводит клетку в порочный круг нарушения биоэнергетики и гомеостаза, который, если его не разорвать, ведет клетку к разрушению.

Ингибирование свободнорадикальных форм АКМ и цепного перекисного окисления липидов осуществляют многие биоантиокислители, которые постоянно регенерируются в организме, а при их нехватке должны поступать извне с пищей или в виде антиоксидантных препаратов. К группе ферментативных антиоксидантов относятся каталаза (КА), супероксиддисмутаза (СОД), некоторые пероксидазы, редуктазы, трансферазы и др. Группа неферментативных антиоксидантов очень велика. В гидрофобной среде действуют жирорастворимые токоферолы, убихиноны, некоторые стероидные гормоны, витамины А, Е, К и др. В гидрофильной среде действуют церулоплазмин, селеновые производные, тиоловые соединения, карнозин и его производные и др. [5, 15, 17]. В зависимости от известных механизмов действия биоантиокислителей их иногда делят на ингибиторы радикальных окислительных процессов и антиоксиданты [23]. В зависимости от принципа действия антиокислители или антиоксиданты могут быть косвенного (опосредованного) или прямого (направленного) действия [16].

Антиоксиданты прямого действия, работающие и *in vivo*, и *in vitro*, к которым относится большинство антиоксидантных препаратов, часто функционально связаны между собой, они могут находиться по отношению друг к другу в синергизме или антагонизме, имеют дозозависимый эффект [15, 23], что вызывает сложности при попытках медикаментозного купирования явлений окислительного стресса при той или иной патологии.

К антиоксидантам опосредованного действия, действующих только в живых системах через стимуляцию синтеза эндогенных антиоксидантов, стабилизацию клеточных мембран и нормализацию метаболических процессов, можно отнести не только соединения, но и ряд медицинских технологий и нелекарственных методов лечения, таких как озонотерапия, гиперкапнотерапия, внутривенное лазерное облучение крови, КВЧ-терапия, магнитотерапия и СКЭНАР-терапия. Последнюю можно охарактеризовать как биорегулируемую низкочастотную импульсную электротерапию, осуществляемую с помощью аппаратов семейства «СКЭНАР» (СамоКонтролируемый ЭнергоНейроАдаптивный Регулятор).

Следует отметить, что только благодаря успехам в развитии свободнорадикальной биологии у исследователей появилась возможность объяснить некоторые механизмы клинической эффективности таких давно и широко применяемых методов немедикаментозного лечения, как озон- и гиперкапнотерапии. Результаты проведенных в последние годы научно-исследовательских работ по применению озонотерапии и гиперкапнотерапии при сердечно-сосудистой патологии помогли определить основные клинические и саногенические механизмы действия этих газовых смесей. Были получены экспериментальные данные о комплексном антиоксидантном действии CO_2 , как естественного неферментативного звена антиокислительной защиты, что позволило обосновать возможность применения данного эффекта с лечебной и профилактической целью в комплексе санаторно-курортного лечения [24]. Исследования влияния медицинского озона на состояние окислительных процессов в организме подтвердили дозозависимый эффект озонкислородной терапии, а также антиоксидантный эффект, выражавшийся в снижении активности процессов ПОЛ и повышении активности компонентов антиоксидантной системы организма, в частности, на первое звено антиоксидантной защиты - супероксиддисмутаза плазмы крови [28]. Антиоксидантное действие озонотерапии и сухих углекислых ванн, наряду с другими эффектами этих немедикаментозных методов терапии, в настоящее время используется в системе восстановительного лечения и профилактики, в частности, при гипертонической болезни на санаторном этапе реабилитации, а также в системе восстановительного лечения и профилактики ишемической болезни сердца [2, 24, 28].

С 90-х годов прошлого века стали появляться работы о влиянии на окислительный стресс света гелий-неоновых лазеров. После курсового применения лазеротерапии было выявлено снижение активности процессов ПОЛ в сыворотке крови и в эритроцитах в эксперименте и клинике [1, 27]. В результате исследований было доказано, что внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК) обладает способностью не только снижать и даже прерывать аутокаталитическое накопление продуктов ПОЛ, но и активизировать антиоксидантные ферменты у больных с острым инфарктом миокарда [20], с тяжелой черепно-мозговой травмой [18], с ишемической болезнью сердца [11] и проч.

Изучение влияния КВЧ-терапии на больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки и стенокардией напряжения с эпизодами безболевой ишемии миокарда выявило, что электромагнитные волны миллиметрового диапазона нормализуют соотношение про- и антиоксидантных систем организма [26, 32].

Доказано, что применение магнитотерапии для лечения экспериментальных эрозивно-язвенных поражений гастродуоденальной зоны с использованием аппаратов, генерирующий вихревое импульсное магнитное поле, активизирует металлзависимую ферментативную антиоксидантную систему подопытных животных [29].

К сравнительно новым нелекарственным методам лечения, одним из механизмов эффективности которого является влияние на течение окислительного стресса, относится СКЭНАР-терапия. В основе СКЭНАР-терапии лежит воздействие импульсными сложно модулированными токами, по форме сигнала напоминающими потенциалы действия живых возбудимых систем и изменяющими свои амплитудно-частотные характеристики в соответствии с индивидуальной ответной реакцией организма на основе биологической обратной связи при отсутствии привыкания организма к воздействию СКЭНАР-импульса [12, 13].

В последние годы проведен ряд исследовательских работ, доказывающих влияние СКЭНАР-терапии на течение окислительного стресса как в эксперименте, так и в клинике. При этом, изменения окислительного баланса изучалось как у больных с хроническими заболеваниями на стадиях обострения или реабилитации, так и у больных с острой патологией, нуждающихся в интенсивной терапии.

Оценка эффективности СКЭНАР-терапии проводилась на разных стадиях острого экспериментального панкреатита у крыс [31]. Полученные экспериментальные данные подтверждают нормализующее влияние СКЭНАР-терапии на состояние активности ферментов антиоксидантной защиты клеток, когда в случаях снижения этой активности в эритроцитах крыс, СКЭНАР-терапия ее повысила, но не оказала тормозящего эффекта на процессы компенсаторной активации антиоксидантной системы гепатоцитов.

Влияние СКЭНАР-воздействия на свободнорадикальные процессы в тканях и структурно-функциональное состояние мембран эритроцитов при окислительном стрессе изучалось также в эксперименте на подвергнутых действию ГБО половозрелых белых крысах и в клинике у пациентов с ИБС [14]. В исследовании одна группа пациентов с ИБС получала традиционное лечение, а во второй группе больных комплексную традиционную терапию сочетали со СКЭНАР-терапией. СКЭНАР-воздействие осуществляли с помощью аппарата СКЭНАР-97.4. в течение 10 дней по общей методике («3 дорожки и 6 точек на лице»).

Было доказано, что СКЭНАР-воздействие обладает выраженным антирадикальным эффектом, снижая интенсивность быстрой вспышки хемилюминесценции на 25%, а светосуммы – на 33% относительно исходного значения, приводит к достоверному падению уровня продуктов перекисного окисления липидов в плазме крови и эритроцитах, а также вызывает повышение активности ключевых антиоксидантных ферментов супероксиддисмутазы и каталазы, способствуя восстановлению антиоксидантного статуса эритроцитов.

Таким образом, было доказано, что в сравнении с традиционным стандартным медикаментозным лечением включение СКЭНАР-терапии в комплексную терапию ИБС

приводило к существенному восстановлению прооксидантно-антиоксидантного равновесия, ингибированию СРО в крови, активации ферментативных антиоксидантов. Купирование окислительного стресса сопровождалось более выраженным положительным клиническим эффектом, который характеризовался улучшением общего состояния, нормализацией сна, уменьшением или исчезновением болей в сердце.

В исследовании механизмов эффективности СКЭНАР-терапии, в том числе и по влиянию на окислительно-восстановительный баланс, у больных с ранней постинфарктной стенокардией (РПИС), без фибринолитической терапии, приняли участие пациенты, спустя 3-4 недели после перенесенного острого инфаркта миокарда поступившие на дальнейшее лечение и реабилитацию в кардиологический санаторий [25]. Наряду с больными, лечение которых проводилось на основании базовых подходов к лечению ранней постинфарктной стенокардии, были изучены больные, к лекарственной терапии которых были добавлены десять сеансов СКЭНАР-терапии, которые проводились через 2-3 дня. Было обнаружено, что у больных после острого не Q-инфаркта миокарда при общепринятом лечении отмечалось дальнейшее нарастание окислительного стресса с генерацией активных форм кислорода и накоплением вторичных продуктов ПОЛ. Включение в комплекс лечения СКЭНАР-терапии вызывало регресс в образовании активных форм кислорода по сравнению с исходными параметрами, достоверно понижало уровень накопления продуктов ПОЛ - диеновых конъюгатов (ДК), малонового диальдегида (МДА) и шиффовых оснований (ШО).

Изменения в биохимическом статусе больных с РПИС, получавших СКЭНАР-терапию, способствовали не только достоверному уменьшению у них болевых эпизодов, но достоверно увеличили количество тех больных, которые закончили лечение без приступов стенокардии.

Эффективность СКЭНАР-терапии была изучена у больных с рецидивом язвенной болезни двенадцатиперстной кишки (ЯБ ДПК) [30]. Клинические наблюдения и специальные исследования проводили в сравнительном аспекте у пациентов нескольких групп, которые получал как общепринятую терапию, так и СКЭНАР-монотерапию аппаратами «СКЭНАР-97,1.» и «СКЭНАР-97.4.» ежедневно в течение 10 дней по 30 минут по методике общего воздействия и СКЭНАР-терапию в составе комплексного лечения. У большинства обследованных исходно было отмечено высокое содержание МДА, превышающее норму в 1,3 раза в эритроцитах и в 1,5 раза в плазме крови. Существенное снижение активности антиоксидантной системы (АОС) плазмы крови была выявлено у 50% больных, а у 66,7% пациентов страдала антиоксидантная защита эритроцитов. Курс СКЭНАР-терапии привел к снижению концентрации МДА в плазме крови и эритроцитах и повышению соответствующих показателей АОС. Полученные данные были подтверждены дальнейшими исследованиями [21].

Аналогичные исследования были проведены у больных хронической инсомнией, сопровождающейся нейроциркуляторной астенией (НЦА), у которых в схему лечения была включена СКЭНАР-терапия [22]. Пациенты первой группы в течение 10 дней принимала снотворный препарат зопиклон (имован), второй группы - получали СКЭНАР-терапию. Использовался аппарат «СКЭНАР-94.7», курс лечения по стандартным методикам составил 10 процедур, проводимых через день. При применении зопиклона было отмечено увеличение количества активных кислородных метаболитов, что инициировало цепные реакции ПОЛ и содержание продуктов ПОЛ несколько возросло. Повышение активности каталазы и церулоплазмينا было неадекватным. Под влиянием СКЭНАР-терапии на фоне достоверного улучшения всех субъективных характеристик сна и уменьшения клинических проявлений НЦА, отмечалось повышение активности супероксиддисмутазы и достоверное повышение активности каталазы.

В заключение обзора отметим, что перечисленные выше немедикаментозные методы лечения имеют определенные преимущества перед антиоксидантными препаратами, т.к. нормализуют баланс между процессами окисления и антиокисления, включая естественные универсальные механизмы саногенеза - генетической детерминированной системой любого

живого организма (человек, животное, растение), обеспечивающей его жизнеспособность в физическом мире (А.Н. Кокосов, 2009). Становится ясным и универсальность физиотерапевтических методов влияния на организм через это звено регуляции.

Литература

1. Авруцкий М.Я., Азизов Ю.М., Мусихин Л.В. и др. Влияние внутривенного лазерного облучения крови на систему перекисного окисления липидов у хирургических больных // Новые достижения лазерной медицины / Материалы международной конференции. - М.-СПб., 1993. - С.10-11.
2. Алехина С.П., Щербатюк Т.Г. Озонотерапия: клинические и экспериментальные аспекты. – Н.Новгород: изд-во «Литера», 2003. – 240 с.
3. Барабой В.А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов //Успехи современной биологии. - 1991. - Т.111. - Вып.6. - С. 923-931.
4. Биленко М.В. Ишемические и реперфузионные повреждения органов. - М.: Медицина,1989. – 368 с.
5. Болдырев А.А. Двойственная роль свободнорадикальных форм кислорода в ишемическом мозге // Нейрохимия. - 1995. - Т. 12. - Вып. 3. - С. 3-13.
6. Викторов И.В. Роль оксида азота и других свободных радикалов в ишемической патологии мозга // Вестник Российск. АМН. - 2000. - № 4. – С. 5-10.
7. Виноградов А.Ю. Свободнорадикальные процессы и продукты азотистого катаболизма в крови при гипоксии и гипероксии. Автореферат дисс.к.биол.н. Ростов-на-Дону. - 1994. - 22 с.
8. Владимиров Ю.А. Биологические мембраны и незапрограммированная смерть клетки / Соросовский Образовательный Журнал. - 2000. - №9. – С 2-10.
9. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах // Соросовский Образовательный Журнал. – 2000. – Том 6. - №12. – С. 13-19.
10. Владимиров Ю.А., Азизова О.А., Деев А.И. Свободные радикалы в живых системах // Итоги науки и техники. ВИНТИ АН СССР. Биофизика. - 1991. - Вып.29. - 252с.
11. Волотовская А.В., Улащик В.С., Филипович В.Н. Антиоксидантное действие и терапевтическая эффективность лазерного облучения крови у больных ишемической болезнью сердца // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. - 2003. - № 3. - С. 22-25.
12. Гринберг Я.З. СКЭНАР: построение, физические механизмы, основы эффективности // Нелекарственная медицина. – 2006. - №3. - С. 37-42.
13. Гуляев В.Ю., Щеколдин П.И., Чернышов В.В. Лечебное применение импульсной низкочастотной терапии / Уральск. мед. обозрение. – 2001. - № 2. – С. 47-54.
14. Гуськова Е.Н. Влияние СКЭНАР-воздействия на свободнорадикальные процессы в тканях и мембранах эритроцитов при окислительном стрессе / Автореф. дис. ... к.б.н. - Ростов-на-Дону, 2009. – 25 с.
15. Дубинина Е.Е. Антиоксидантная система плазмы крови // Укр. биохим. журн. - 1991. - Т 64. - № 2. – С. 15. 57
16. Зайцев В.Г., Островский О.В., Закревский В.И. Связь между химическим строением и мишенью действия как основа классификации антиоксидантов прямого действия // Экспер. клин. фармакол. – 2003. – Т. 66. - № 4. – С. 66-70.
17. Капелько В.И. Активные формы кислорода, антиоксиданты и профилактика заболеваний сердца // Русский медицинский журнал. – 2003.- Т.11. - №21.- С. 1185-1188.
18. Климова Л.В. Внутривенное лазерное облучение крови в комплексной интенсивной терапии тяжелой черепно-мозговой травмы / Автореф. дис. ... к.м.н. - Ростов-на-Дону, 1998. – 23 с.
19. Коган Ф.Х., Кудрин А.Н., Кактурский Л.В., Лосев Н.И. Свободнорадикальные перекисные механизмы патогенеза ишемии и инфаркта миокарда и их

- фармакологическая регуляция // Патол. физиология и эксперим. терапия. - 1992. - № 2. - С. 5.
20. Корочкин И.М., Барбараш О.Л., Чукаева И.И. и др. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на функциональную активность лейкоцитов и антиоксидантную систему плазмы крови при остром инфаркте миокарда // Советская медицина. - 1990. - №5. - С.36-39.
 21. Кочурова И.А. Комплексное лечение больных язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки с использованием СКЭНАР-терапии / Автореф. дис. ... к.м.н. – Пермь, 2005. – 24 с.
 22. Кутовая Е.В. Применение зопиклона и СКЭНАР-терапии при хронической инсомнии у врачей скорой помощи / Автореф. дис. ... к.м.н. – Волгоград, 2007. – 24 с.
 23. Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З. Зенков Н.К. и др. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. – М.: Фирма «Слово», 2006. – 556 с.
 24. Мефодьева Р.В., Гринева О.В., Ваштак И.В. Оценка эффективности применения гиперкапнотерапии и эндозкологической реабилитации в комплексном санаторно-курортном лечении при сердечно-сосудистой патологии // Труды VIII Международной конференции «АСВОМЕД-2005: Современные технологии восстановительной медицины». - М.: Медика, 2005. - С. 410-413.
 25. Мусиева Л.Х. Сравнительный анализ эффективности различных методов лечения ранней постинфарктной стенокардии / Автореф. дис. ... к.м.н. – Ростов-на-Дону, 2003. – 26 с.
 26. Пославский М.В. Лечение язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки // Вопросы использования электромагнитных излучений малой мощности крайне высоких частот (миллиметровых волн) в медицине. Сб. под ред. акад. Н.Д.Девяткова. - Ижевск: Удмуртия, 1991. - С.102-133.
 27. Радионов Б.В., Когосов Ю.А., Коновалов Е.П., Хмель О.В., Гуменюк Н.И. Влияние лазерного излучения малой интенсивности на кровь и сосуды в клинике и эксперименте. //Советская медицина. - 1991. - №1. - С.27-29.
 28. Сычёва Е.И., Научно-методологические основы и принципы дифференцированного применения озонотерапии и сухих углекислых ванн в системе восстановительного лечения и профилактики ишемической болезни сердца / Автореф. дис. ... д.м.н. - Пятигорск, 2008. - 27 с.
 29. Филиппов Ю.А., Пономаренко Л.А., Лихолат Е.А. и соавт. Состояние системы антиоксидантной защиты под влиянием вихревого импульсного магнитного поля при экспериментальных эрозивно-язвенных поражениях // Гастроэнтерология / Межведомственный сборник при Институте гастроэнтерологии АМН Украины. – 2006. - Выпуск 37. – С. 157-163.
 30. Циммерман Я.С., Кочурова И.А., Владимирский Е.В. О механизмах терапевтической эффективности СКЭНАР-терапии при рецидиве язвенной болезни двенадцатиперстной кишки // «Ошибки» природы, цивилизации, медицины и болезни органов пищеварения. Перспективы гастроэнтерологии. Труды 32-й конференции. - Смоленск – Москва, 2004. - С.265-272.
 31. Шимунов Г.Я. Особенности изменения метаболических процессов в крови, печени и миокарде на разных стадиях острого экспериментального панкреатита и их коррекция / Автореф. дис. ... к.м.н. – Ростов-на-Дону, 2006. –18 с.
 32. Шяйяюк О.Ю., Гордеев И.Г., Лебедева А.Ю. КВЧ-терапия в лечении стенокардии напряжения с эпизодами безболевого ишемии миокарда - Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2002. - №1. - С.24-39.
 33. Gross G.L., Kersten L.R., Warltier D.C. Mechanisms of postischemic contractile dysfunction // Ann. Thorac. Surg. - 1999. - V. 68. - P. 1898-1904.
 34. Gutteridge J. M. C., Wetlermarck T., Hallwiell B. / Free Radicals, Aging and Degenerative Diseases // Eds J. E. Johnson et al. - Gutteridge J.M.C., Halliwell B. Reoxygenation injury and

- antioxidant protection: a tale of two paradoxes // Arch. Biochem. and Biophys. - 1990. - Vol. 283. - № 2. – P. 223-226.
35. Halliwell B. The antioxidant paradox // Lancet. - 2000. - V. 355. - P. 1179-1180.
36. Cheraskin E. Antioxidants in health and disease. // J. Am. Optom. Assoc. – 1996. - V. 67(1). - P. 50–57.