

верно больше у больных с инфильтративной и инфильтративно-рубцовой формами, чем у больных с рубцовой формой ($p < 0,001$). Достоверных различий при сравнении инфильтративной и инфильтративно-рубцовой формы не было. При этом из 48 больных с преобладающим инфильтративным компонентом в зоне стеноза (19 с инфильтративной формой и 29 с инфильтративно-рубцовой) у 45 толщина стенки луковицы двенадцатиперстной кишки превышала 5 мм, и лишь у 3 (все с инфильтративно-рубцовой формой) составила, соответственно, 4,7, 4,8 и 4,9 мм. В тоже время у всех больных с рубцовой формой стеноза толщина стенки луковицы двенадцатиперстной кишки не превышала 4 мм.

Для контроля ультразвуковое исследование выходного отдела желудка и начальных отделов двенадцатиперстной кишки выполнено у 21 больного неосложненной язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки и 19 здоровых лиц. У больных с неосложненной дуоденальной язвой толщина стенки луковицы составила $2,9 \pm 0,1$ мм (при минимуме 2,4 и максимуме 3,5 мм), у группы здоровых лиц — $2,7 \pm 0,1$ мм (при минимуме 2,2 и максимуме 3,4 мм). Эти показатели достоверно меньше, чем при инфильтративной и инфильтративно-рубцовой формах стеноза ($p < 0,001$), однако, статистически не отличаются от таковых при рубцовой форме. Исходя из полученных результатов, следует, что при толщине стенки луковицы двенадцатиперстной кишки более 5 мм можно говорить о преимущественно инфильтративной форме стеноза.

Заключение

Для уточнения диагноза стеноза, а также для дифференциальной диагностики различных его форм в обследование следует включать ультразвуковое исследование выходного отдела желудка и начальных отделов двенадцатиперстной кишки. Наиболее важным признаком при этом является утолщение стенки луковицы двенадцатиперстной кишки в зоне стеноза свыше 5 мм, что свидетельствует о преимущественно инфильтративной его форме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хирургическое лечение язвенного пилородуоденального стеноза / Ю. М. Панцирев [и др.] // Хирургия. — 2003. — № 2. — С. 18–21.
2. Пиманов, С. И. Ультразвуковая диагностика заболеваний желудка и двенадцатиперстной кишки: метод. рекомендации / С. И. Пиманов, А. В. Шиленок. — Минск, 1996. — 29 с.

УДК 61:546.214

СВОЙСТВА ОЗОНА И ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ

Прищепова И. В., Ковальчук Л. П.

Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»

г. Гомель, Республика Беларусь

Введение

В научной литературе первое упоминание об озоне сделано голландским физиком Мак Ван Марумом в 1785 г. Во время экспериментов с мощной установкой для электризации он наблюдал, как при пропускании электрической искры через воздух появляется газообразное вещество со своеобразным запахом, обладающее сильными окислительными свойствами. В 1801 г. Крюншенк обнаружил схожий запах при электролизе воды. Годом открытия озона как новой химической субстанции считают 1840 г., а его открывателем — немецкого ученого профессора Базельского университета Кристиана Фридриха Шонбейна. Первоначально наличие озона (греч. — пахну) было описано им как «электрический» запах кислорода, продуцированный из воды путем электролиза в опубликованной книге «Получение озона химическими способами». Он же впервые обнаружил способность озона присоединяться к биоорганическим субстратам по месту расположения в них двойных связей [2, 4].

Цель работы

Дать химико-биологическое обоснование применения озона в медицине по данным отечественных и зарубежных исследователей.

Озон (O_3) — газ, обладающий специфическим запахом. Получил известность, прежде всего, благодаря своей роли в поддержании экологического равновесия на Земле, являясь одним из важнейших газов в стратосфере. Значение его в природе связано с ролью свето-фильтра, спасающего все живое Земли от ультрафиолетовых лучей с длиной волны 200–300 нм и поглощающего инфракрасные излучения, что препятствует охлаждению планеты.

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.

Молекула озона полиатомна и состоит из 3-х атомов кислорода. Озон в газообразном состоянии синего цвета, плотность при 0 °С составляет 2,141 г/л, а при 20 °С — 1,962 г/л. Молекула его симметричная, молекулярная масса — 43, его плотность в 16,5 раза больше, чем у кислорода [1, 3]. Озон — нестойкий газ. Распад его происходит фотохимический, а также в результате реакций с радикалами, оксидами азота, хлора и его соединений. Характерной особенностью озона, как второго простого элемента кислорода, является его способность существовать в зависимости от условий, во всех трех агрегатных состояниях. Озон имеет максимум поглощения ультрафиолетовой области при длине волны 253,7 нм. На основании этого УФ-фотометрическое определение концентрации озона вместе с йодометрическим титрованием приняты в качестве международных стандартов [1]. 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 является более сильным окислителем.

В процессе окисления озон может отдавать атом кислорода или присоединяться целиком к двойным углерод-углеродным связям с образованием озонидов, перекисей и других веществ, также обладающих сильными окислительными свойствами. Для биологии и медицины представляет интерес растворимость озона в жидкостях. Его растворимость в воде в 7 раз больше, чем у кислорода. Озон образует нестойкие растворы, причем скорость разложения его в растворе в 5–8 раз больше, чем в газовой фазе, в кислой среде растворимость снижается, а в щелочной повышается [1, 4]. Это обусловлено его реакцией с примесями и ионом гидроксила, поскольку скорость распада зависит от содержания примесей и рН. В водном растворе идет медленный распад, который ускоряется в присутствии примесей NO, а также гетерогенных катализаторов, металлов (Pt, Cu, Mn, Ni и др.). При небольших концентрациях озон расщепляется медленнее. Коэффициент растворимости озона в воде составляет от 0,49 до 0,64 моль озона в 1 моль воды, или 0,57–0,668 г/л. В водных растворах солей растворимость меньшая, хотя скорость разложения повышается. Насыщение озоном зависит от температуры и качества воды, поскольку органические и неорганические примеси изменяют рН среды. Повышение рН и температуры ускоряет распад озона и снижает его концентрацию в воде. Растворимость озона в растворах хлорида натрия подчиняется закону Генри. С увеличением концентрации NaCl в водном растворе растворимость озона уменьшается. В водной среде скорость распада озона сильно зависит от качества воды, температуры и рН среды. Так, период полураспада озона в бидистиллированной воде составляет 10 часов, в дистиллированной — 120 минут, в деминерализированной — 80 минут, в физиологическом растворе — 30 минут. Известно, что разложение озона в воде — это сложный процесс реакций радикальных цепей. Максимальное количество озона в водном растворе наблюдается на протяжении 8–15 минут [1].

При использовании озонированной воды с лечебной целью необходимо принимать во внимание, что через час озона в растворе уже нет, а имеются только свободные радикалы кислорода, среди которых важнейший — гидроксильный радикал. Озон реагирует с большинством органических веществ. Термодинамически эти реакции могут приводить к полному окислению, то есть к образованию воды, оксидов углерода и высших оксидов других элементов.

Получают озон при действии на воздух электрического разряда или ультрафиолетового излучения. Проведенные в XIX в. исследования свойств озона показали всему миру, что озон способен реагировать с большинством органических и неорганических веществ до их полного окисления, т. е. до образования воды, оксидов углерода и высших оксидов других элементов. В отношении биологических объектов установлено селективное действие озона на соединения, содержащие двойные и тройные связи. К ним относятся белки, аминокислоты и ненасыщенные жирные кислоты, входящие в состав липопротеидных комплексов плазмы и липидного биослоя комплексных мембран. Нарушение структурного и физического состояния мембран связано с окислительной деструкцией липидов (накопление лизофосфатидов, окисленных стеаринов и свободных жирных кислот, изменение фосфолипидного состава) и белков (происходит окисление тиоловых групп) [2, 3].

По мере нарастания дозы озона в плазматической мембране модифицируются силы межмембранного взаимодействия, растет гидрофильность и изменяется вязкость бислоя липидов, а также изменяется распределение заряженных молекул на ее поверхности. При прямом контакте с микроорганизмом, вирусом или спорой действие озона связано, главным образом, с окислительным разрушением их капсида и повреждением ДНК и РНК вследствие воздействия свободной электронной пары озона.

Так, применение озона стимулирует активацию ферментов, ингибирующих производство пероксидов и свободных радикалов кислорода, что усиливает защитные механизмы клеток и препятствует образованию потенциально реактивных молекул. Важным условием для правильного применения озонкислородной смеси является дозировка, которая не должна превышать потенциала антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутазы и каталазы) и глутатиона, что необходимо для предупреждения аккумуляции пероксидов и свободных радикалов кислорода [2, 5].

В многочисленных исследованиях показано, что терапевтические дозы озона стимулируют антиоксидантную систему (АОС) и уменьшают интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) [1, 3]. Однако, необходимо отметить, что под влиянием озонотерапии (ОЗТ) сначала происходит активация свободнорадикального окисления. Это объясняется тем, что при внутривенных капельных инфузиях озонированного изотонического раствора хлорида натрия в организм вводятся озон, кислород и свободные радикалы. При этом по принципу положительной обратной связи быстро запускается АОС защиты. Это предположение сделано на основании того, что уровень конечных продуктов липопероксидации достоверно снижается после ОЗТ. О быстрой компенсации реакций свободнорадикального окисления также свидетельствуют и результаты индуцированной биохемилюминесценции плазмы пациентов, изучение которой является адекватным методом для оценки свободнорадикальных процессов в биосубстратах. Причиной достижения равновесия между процессами ПОЛ и АОС защиты организма может быть повышение уровня ЛПВП, которые являются антиоксидантами, угнетение или образование продуктов ПОЛ за счет увеличения активности ферментов антиоксидантной защиты под влиянием внутривенной ОЗТ. Важность этих данных не только в доказательстве безопасности использования озона. Достижение равновесия активности ПОЛ и АОС в организме — один из механизмов лечебного действия озонотерапии. Вместе с тем, активация ПОЛ — один из универсальных патогенетических факторов при разных заболеваниях, в частности, при ишемии [2, 4].

Спектр применения озона в медицине настолько широк, что его порой, с изрядной долей скепсиса, объявляют панацеей от всех болезней. Объяснением «универсальности» ОЗТ может служить верифицированная многочисленными исследовательскими работами широта биологического действия озона, связанная с его физико-химическими особенностями, определяющими оказываемый им бактерицидный, верицидный, фунгицидный, противовоспалительный, стимулирующий микроциркуляцию, иммуномодулирующий и другие эффекты.

Терапевтический эффект ОЗТ связан с озонидами сложных эфиров ненасыщенных жирных кислот, образующимися в организме при парентеральном введении озона. При этом установлено, что озон улучшает микроциркуляцию и периферическое кровообращение, а также оксигенацию тканей за счет сосудорасширяющего действия и улучшения отдачи кислорода оксигемоглобином.

Оказывая иммунно-модулирующее воздействие, озон способствует мобилизации гуморального звена системы противoinфекционной защиты, активизирует фагоцитарную реакцию полинуклеаров, стимулирует регенерацию клеток крови. У озонированных животных активизируется микросомальная система печени, повышая ее дезинтоксикационную функцию. Результаты исследования *in vitro* показали, что озон инактивирует вирус иммунодефицита. Было установлено, что взаимодействие озона с кровью сопровождалось изменением метаболизма с повышением парциального давления кислорода, усилением окислительно-восстановительных вне-внутриклеточных процессов, преобразованием и синтезом биологически активных веществ, что послужило основанием для проведения ОЗТ [1, 4].

В здравнице Гомельского отделения Белорусской железной дороги метод ОЗТ применяется с 2002 г. в виде внутривенного капельного введения озонированного физиологического раствора, малой аутогемотерапии, ректальных инфузий, подкожного и внутримышечного введения. Местное воздействие озона достигается применением озоновых «колпаков». Кроме того, пациенты дополнительно получают питье озонированной дистиллированной воды, а в необходимых случаях применяются озонированные растительные масла. ОЗТ получили около 3200 пациентов при различных заболеваниях внутренних органов. Почти у всех пациентов был выявлен значительный положительный клинический эффект.

Заключение

В современной медицинской науке ОЗТ, благодаря уникальным свойствам озона, несомненно, представляет собой качественно новое решение актуальных проблем и, благодаря научно-исследовательской работе, проводимой во всем мире, она в недалеком будущем займет законное место в масштабном арсенале медицинских достижений. Интерес к ОЗТ усиливается по мере накопления данных о биохимическом и биологическом действии озона на организм и появления сообщений из различных клиник мира об успешном использовании озона при лечении целого ряда заболеваний. Надо полагать, что ОЗТ в нашей республике найдет достойное место среди немедикаментозных методов лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бояринов, Г. А. Озонированное искусственное кровообращение (экспериментальное обоснование и результаты клинического применения) / Г. А. Бояринов, В. В. Соколов. — Н. Новгород: Покровка, 1999. — 318 с.
2. Змызгова, А. В. Клинические аспекты озонотерапии / А. В. Змызгова, В. А. Максимов. — М., 2003. — 287 с.
3. Ковальчук, Л. С. Физиологическое обоснование применения озонотерапии при ишемической болезни сердца / Л. С. Ковальчук // Медико-биологические аспекты действия физических факторов: матер. Междунар. конф., Минск, 24–25 окт. 2006 г. / Нац. акад. наук Беларуси, инст. физиологии НАН Беларуси; под общ. ред. В. С. Улащика. — Минск: Бизнесофсет, 2006. — С. 234–237.
4. Малахов, В. А. Озонотерапия в неврологии / В. А. Малахов, Т. Т. Джанелидзе // Междунар. невролог. журнал. — 2008. — № 2 (18). — С. 152–158.
5. Zimran, A. Effect of ozone on red blood cell enzymes and intermediates / A. Zimran // Acta Haematol. — 2000. — Vol. 102, № 3. — P. 148–151.