

- mal/stromal stem cells (MSCs) enriched by four different methods / P. Jones [et al.] // *ASH. Abstract.* — 2004. — Vol. 29. — P. 2337.
13. *Stein, M. I.* Molecular pathways regulating the self-renewal of hematopoietic stem cells / M. I. Stein, J. Zhu, S. G. Emerson // *Exp. Hematol.* — 2004. — № 3. — P. 234–238.
14. Костный мозг как источник получения мезенхимальных клеток для восстановительной терапии поврежденных органов / В. И. Шумаков [и др.] // *Вестн. трансплантологии и искусственных органов.* — 2002. — № 4. — С. 19–29.
15. Sensitive detection and enumeration of CD34+ cells in peripheral blood and cord blood by flow cytometry / D. R. Sutherland [et al.] // *Cytometry.* — 2003. — № 5. — P. 67–72.
16. *Graeme, V. C.* Instrumentation for flow cytometry / V. C. Graeme // *J. Imm. Methods.* — 2000. — Vol. 243. — P. 3–12.
17. *Manyonda, I. T.* A critical evaluation of the magnetic cell sorter and its use in the positive and negative selection of CD45RO+ cells / I. T. Manyonda, A. J. Soltys, F. C. A Hay // *J. Immunol. Meth.* — 1992. — Vol. 149. — P. 1–10.
18. Theoretical Analysis of Cell Separation Based on Cell Surface Marker Density / J. J. Chalmers [et al.] // *Biotechnology and Bioengineering.* — 1998. — Vol. 59, № 1. — P. 10–20.
19. Zborowski M (eds.) Scientific and clinical applications of magnetic microcarriers: an overview / U. Hafeli [et al.]. — Plenum Press, New York, 1997.
20. *Абдулкадыров, К. М.* Получение и клиническое применение периферических гемопоэтических стволовых клеток из пуповинной крови / К. М. Абдулкадыров, Н. А. Романенко, Н. Н. Старков // *Вопросы онкологии.* — 2000. — Т. 46, № 5. — С. 8–15.
21. *Pamphilon, D.* Stem-cell harvesting and manipulation / D. Pamphilon // *Vox Sanguinis.* — 2004. — Vol. 87, № 1. — P. 20–25.
22. *Musina, R. A.* Stem cells: properties and perspectives of therapeutic use / R. A. Musina, E. E. Egorov, A. V. Beliavskii // *Mol. Biol.* — 2004. — Vol. 38, № 4. — P. 563–577.
23. *Polak, J. M.* Stem Cells and Tissue Engineering: Past, Present, and Future / J. M. Polak, A. E. Bishop // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* — 2006. — Vol. 1068. — P. 352–366.
24. *Bapat, S. A.* Stem cell pharmacogenomics. *Curr. Top. Med Chem* / S. A. Bapat, G. C. Mishra. — 2004. — № 4 (13). — P. 1371–1383.
25. Differentiation of human embryonic stem cells into embryoid bodies compromising the three embryonic germ layers / J. Itskovitz-Eldor [et al.] // *Mol. Med.* — 2000. — № 6 (2). — P. 88–95.
26. Embryonic stem cells differentiate into oligodendrocytes and myelinate in culture and after spinal cord transplantation / S. Liu [et al.] // *Proc. Nat. Acad. Sci. US.* — 2000. — Vol. 97. — P. 6126–6131.
27. *Лопухин, Ю. М.* Этические проблемы стволовых клеток / Ю. М. Лопухин, С. А. Гусев // *Вестник РАМН.* — 2004. — № 9. — С. 19–21.
28. Bone marrow cells regenerate infarcted myocardium / D. Orlic [et al.] // *Nature.* — 2001. — Vol. 410. — P. 701–704.
29. Differentiation of Embryonic Stem Cells to Insulin-Secreting Structures Similiar to Pancreatic Islets / N. Lumelsky [et al.] // *Science.* — 2001. — Vol. 292. — P. 38–45.
30. *Sauvageau, G.* In vitro and in vivo expansion of hematopoietic stem cells / G. Sauvageau, N. N. Iscove, R. K. Humphries // *Oncogene.* — 2004. — Vol 23, № 43. — P. 7223–7232.

Поступила 15.05.2007

УДК 612.014.464.:577.1

БИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЗОНОТЕРАПИИ

Л. С. Ковальчук

Гомельский государственный медицинский университет

В данном обзоре раскрыты биологические и биохимические свойства озона, что предполагает качественно новое решение актуальных проблем современной медицинской науки. Это еще раз подтверждает, что озонотерапия в ближайшее время займет в Республике Беларусь достойное место среди немедикаментозных природных факторов в лечебном арсенале целого ряда заболеваний.

Ключевые слова: озон, озонотерапия, кислород, озониды, озонлиз, аминокислоты, глутатионовая система, эритроцит, фосфолипиды, перекисное окисление липидов, ферменты, жирные кислоты, метаболизм.

BIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL GROUNDS OF OZONE THERAPY**L. S. Kovalchuk****Gomel State Medical University**

The present review highlights biological and biochemical properties of ozone which pre-
sents brand new solution of actual aspects of contemporary medicine. This proves once again
that ozone therapy in the Republic of Belarus will take its place among non-medical natural fac-
tors in therapeutic set of the number of diseases.

Key words: ozone, ozone therapy, oxygen, ozonides, ozonolysis, aminoacids, glutathione
system, erythrocyte, phospholipids, lipids peroxidation, enzymes, fatty acids, metabolism.

В научной литературе первое упоми-
нение об озоне сделано голландским физи-
ком Мак Ван Марумом в 1785 году. Во вре-
мя экспериментов с мощной установкой для
электризации он наблюдал, как при пропус-
кании электрической искры через воздух по-
является газообразное вещество со своеобраз-
ным запахом, обладающее сильными окисли-
тельными свойствами. В 1801 году Крюншенк
обнаружил схожий запах при электролизе во-
ды. В 1840 году профессор Базельского
университета Кристиан Фридрих Шонбейн
связал данные изменения свойств кислорода
с образованием особого газа, которому
он дал название «озон» (от греческого
«пахну»), и опубликовал книгу под назва-
нием «Получение озона химическими спо-
собами». Он же впервые обнаружил спо-
собность озона присоединяться к биоорга-
ническим субстратам по месту расположе-
ния в них двойных связей [15, 28].

Дальнейшие исследования свойств озо-
на связаны с именами Андриуса Маринья-
ка и Де-Ля-Рива, Фрелиса и Беккереля,
которые показали возможность преобра-
зования кислорода в озон. В 1848 году
Хант высказал предположение, что озон —
это трехатомный кислород. В 1857 году с
помощью созданной Вернером фон Си-
менсом «современной трубки магнитной
индукции» была сконструирована первая
техническая озоновая аппаратура. Она впе-
рвые была использована в создании уста-
новки для очистки питьевой воды. С тех
пор озонирование позволяет промышлен-
ным способом получать гигиенически
чистую и эстетически пригодную питье-
вую воду [4, 14].

Спустя сто лет Ханслер создал первый
медицинский генератор озона, который
расширил границы озонотерапии, бла-

годаря возможности точного дозирования
смеси озон-кислород [4, 28].

В 1876 году впервые в России в Казан-
ском университете В. Чемезовым осущест-
влены научные исследования по влиянию
озона на ткани.

Основные физико-химические свойст-
ва озона подробно рассмотрены в моно-
графии С. Д. Разумовского, Г. Е. Зайкова
[15]. При нормальных условиях озон —
голубой газ с характерным запахом, порог
обоняния которого для человека составля-
ет 0,02 мг/м³. Жидкий озон — темно-синяя
непрозрачная жидкость. Твердый озон —
темно-фиолетовые игольчатые кристаллы.
Его плотность в 16,5 раз больше, чем у ки-
слорода. Озон (O₃) — аллотропная моди-
фикация кислорода. Его молекула состоит
из трех атомов кислорода и имеет несси-
метричную структуру треугольника. Озон —
неустойчивый газ, который легко распаде-
тся в течение определенного промежутка
времени в зависимости от окружающей
температуры (60% озона распадается в те-
чение одного часа при температуре 25°C).

В настоящее время в европейских стра-
нах и США официально установлена пре-
дельная концентрация озона на рабочем
месте — 0,2 мг/м³. Следует отметить, что
порог чувствительности запаха озона для че-
ловеческого носа в 10 раз меньше предельно
допустимой концентрации — 0,02 мг/м³, та-
ким образом, наш нос является лучшим
индикатором [12, 27].

В водной среде распад озона сильно
зависит от качества воды, температуры и
рН среды. Повышение рН среды ускоряет
распад озона и снижает при этом концен-
трацию озона в воде. Аналогичные про-
цессы происходят при повышении темпе-
ратуры. Максимальное количество озона в

водном образце наблюдается в течение 8–15 минут. Через 1 час в растворе отмечаются только свободные радикалы кислорода [12, 24].

Медицинский озон представляет собой смесь озона и кислорода, получаемую из чистого кислорода путем электрического разряда.

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 бислоя клеточных мембран [15, 25]. Реакции с этими соединениями лежат в основе биологических эффектов озонотерапии и имеют патогенетическое значение при различных заболеваниях.

Наиболее полно изучены реакции озона с НЖК, а именно, присоединение его к двойной связи с образованием озонидов. Ввиду плотной упаковки липидов и белков в биомембранах именно плазматические мембраны выступают основной мишенью действия озона на клетку. Учитывая высокое содержание НЖК и их эфиров, большая часть вводимого озона расходуется на реакции с $-C=C-$ связями с образованием биологически активных функциональных групп — озонидов [12, 24].

В процессе озонлиза цепи НЖК расщепляются с образованием перекисей, которые оказывают стимулирующее действие на внутриклеточный эритроцитарный обмен, а мембрана эритроцита разрыхляется и становится более эластичной и деформабельной [2, 21, 27].

G. V. Sunnen [27] отмечает, что объектами воздействия озона в организме также являются вещества, которые содержат аминно- и сульфгидрильные группы, в частности, *аминокислоты как свободные, так и с пептидными связями*.

Оценивая биохимические данные, полученные в эксперименте, и результаты клинических исследований, S. Menendes, R. Mattasi [22] и К. Н. Конторщикова с соавт. [20] отмечают, что под влиянием озона

происходит: повышение парциального давления кислорода, сдвиг рН в щелочную сторону, уменьшение дефицита буферных оснований в крови. В результате нормализуется перекисное окисление липидов, возрастает деформабельность эритроцитов, улучшаются реологические свойства крови, снижается уровень продуктов углеводного, липидного и белкового обменов, активизируется фосфорилирование в митохондриях с накоплением АТФ и КФ.

В высоких концентрациях озон способен окислять белки, атакуя гистидиновые и тирозиновые остатки, а также деструктивно действовать на ДНК. Ряд авторов утверждают, что необратимое повреждение озоном белков и ДНК в определенных случаях более важно, чем повреждение липидов в ситуации окислительного стресса [17, 18].

В печени озон активизирует процессы утилизации глюкозы, жирных кислот и глицерола, увеличивает интенсивность реакций окислительного фосфорилирования, поддерживает на высоком уровне синтез АТФ при сохранении нормального содержания гликогена [4, 27].

Таким образом, под влиянием озонотерапии, по данным К. Н. Конторщиковой и соавт. (1998), *активируются внутриклеточные механизмы пластической, гликолитической и антиоксидантной функции гепатоцитов* как звена детоксикационной функции печени. В почках озон, интенсифицируя процессы использования глюкозы, глюкозо-6-фосфата, лактата, пирувата и реакций окислительного фосфорелирования, нормализует уровень АТФ при высокой активности глюконеогенеза. Оказывая положительное действие на метаболизм печени и почек, озонирование уменьшает степень выраженности дистрофических изменений в этих органах, а также углеводов, липидов и белков с образованием энергетического субстрата АТФ [4, 10].

В настоящее время протеолитическим системам, как одним из регуляторных систем, уделяется серьезное внимание. К. Н. Конторщикова отмечает *биорегуляторный эффект озона* [9]. Протеиназы, с одной стороны, выполняют деструктивную пищеварительную функцию, освобождают организм от аномальных и выполнивших свою функцию белковых структур. С другой стороны, они участвуют в активации и функциони-

ровании системы свертывания крови, фибринолитической, калликреинкининовой, ренин-ангиотензиновой системы, системы белков комплемента. Анализ активности ряда протеолитических систем прежде всего выявил их достоверную взаимосвязь с параметрами перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы защиты. Так, введение в организм низких доз озона сопровождается гипокоагуляционным эффектом с удлинением времени свертывания, увеличением антикоагулянтной и фибринолитической активности, снижением степени индуцированной агрегации тромбоцитов. Высокие дозы озона проявили выраженный прокоагулянтный эффект на плазменное звено гемостаза, что проявлялось ускорением свертывания крови на фоне резкой инактивации антикоагулянтной активности. Одновременно увеличивалась агрегирующая способность тромбоцитов. При этом выявлена прямая корреляционная зависимость между показателями ПОЛ и индуцированной агрегацией тромбоцитов [3, 6].

Перекиси, образовавшиеся в результате взаимодействия озона с НЖК, *активируют механизм перекисной дезинтоксикации — глутатионовую систему*, которая является одним из центров регуляции окислительно-восстановительного равновесия в организме. Активизация глутатионовой системы под действием озона обуславливает изменение ориентации энергетических процессов, определяющих метаболическую и нейроэндокринную перестройку. Перераспределение субстратов на энергетические и пластические нужды способствует активизации процессов детоксикации и регенерации, улучшению микроциркуляции, оказывает стимулирующее действие на клеточные и гуморальные звенья иммунитета. В работах О. Rokitansky, В. Halliwell отмечено влияние озона на увеличение активности глутатионовой системы, формирующей внутриклеточную антиоксидантную защиту организма. Эффективность функционирования окислительно-восстановительной глутатионовой системы возможна при достаточном количестве НАДФН, который необходим для восстановления окисленного глутатиона [21, 26].

Об иммуномодулирующем эффекте озона впервые было заявлено в 1989 году Winkler. В 1991 году проф. Воссі V. обна-

ружено образование интерферона макрофагами под действием озона. Долголетнее изучение влияния озона на иммунный статус выявили его иммуномодулирующий эффект. Было показано, что озонированные растворы обладают иммуномодулирующим действием на клеточное и гуморальное звенья иммунитета [2, 17, 22].

Низкие концентрации озона способствуют накоплению на мембранах фагоцитирующих клеток, моноцитов и макрофагов, гидрофильных соединений — озонидов, которые стимулируют синтез в этих клетках различных классов цитокинов. Цитокины, являясь биологически активными пептидами, способствуют дальнейшей активации неспецифической системы защиты (повышение температуры тела, выработка печенью белков острой фазы) и помимо этого активируют клеточный и гуморальный иммунитет. Все вместе способствует лечению вторичных иммунодефицитов [10, 11, 25].

Обезболивающий эффект озона обусловлен постепенным поступлением кислорода в область воспаления и окислением медиаторов, которые индуцируют боль. В купировании хронических болевых синдромов большая роль отводится восстановлению баланса между процессами ПОЛ и антиоксидантной системой защиты, а также активацией антиноцицептивных медиаторных систем. В результате снижается количество токсичных молекулярных продуктов ПОЛ (малонового диальдегида и оснований Шиффа) на клеточных мембранах, которые изменяют функцию мембраностроенных ферментов, участвующих в синтезе АТФ и поддержании жизнедеятельности тканей и органов, что наблюдается при многих хронических заболеваниях, сопровождающихся болевыми проявлениями [3, 17].

Наиболее изученным биологическим свойством озона является его сильное *бактерицидное и вируцидное действие* [4, 24].

Многочисленные публикации свидетельствуют о *фунгицидном эффекте озона* [25, 28].

Антисептическое действие озона осуществляется за счет структуры его молекулы с мощными окислительными способностями.

Озон способен окислять соединения, содержащие двойные связи, в частности,

арахионовую кислоту (20:4) и синтезируемые из нее простагландины — биологически активные вещества, участвующие в развитии и поддержании воспалительного процесса. Кроме того, озон уменьшает степень тканевой гипоксии и восстанавливает метаболические процессы в пораженных тканях в месте воспаления и корректирует рН и электролитный баланс. На этом основан противовоспалительный эффект [1, 8, 13].

В результате исследований установлено, что использование озона усиливает потребление глюкозы тканями и органами, уменьшает содержание недоокисленных метаболитов в плазме [4, 21]. Экспериментально-клиническими исследованиями установлено, что озон обладает антигипоксическим действием [25, 28]. Он улучшает микрогемодиализацию и реологические свойства крови, а также увеличивает кислородную емкость плазмы и облегчает отдачу оксигемоглобином кислорода клеткам, тем самым снижая степень выраженности тканевой гипоксии [7]. Озон, улучшая метаболизм сердечной мышцы, увеличивает сократительную и насосную функции сердца: повышая уровень серотонина в крови, уменьшает частоту дыхания, увеличивает дыхательный объем [6, 8, 28].

Озонирование перфузата поддерживает относительно высокую скорость кровотока в микроциркуляторном русле, препятствует развитию пареза сосудистого тонуса артериол и венул, значительному снижению числа функционирующих и возрастанию количества плазматических капилляров [16]. При этом оно, оказывая положительное действие на метаболизм эритроцитов, предотвращает перегруппировку их внутриклеточного содержимого, повышает резистентность мембраны и предупреждает образование большого количества деструктивных и измененных форм клеток и их агрегатов.

По всей видимости, многочисленные эффекты озона связаны с триггерным механизмом озонидов, запускающим синтез различных биологически активных веществ или активацию первостепенных ферментов.

К настоящему времени известны два основных пути запуска внутриклеточных реакций, сопровождающихся определенным физиологическим ответом:

1) через взаимодействие гормонов с рецепторами;

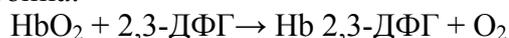
2) через изменение структуры липидного бислоя мембран с последующим включением системы внутриклеточных вторичных мессенджеров, передающих сигнал на геном.

Взаимодействием с липидными компонентами клеточных мембран и образованием в результате озонлиза на мембранах различных соединений, в том числе и озонидов можно объяснить регуляторные эффекты озона. Именно фосфолипиды мембран выполняют функцию связующего звена между рецепторами мембран и первым вторичным мессенджером — аденилатциклазной системой, контролирующей липазную и фосфолипазную активность [4, 20].

При введении даже очень низких доз озона отмечается быстрая интенсификация ферментов, катализирующих процессы окисления углеводов, липидов и белков с образованием энергетического субстрата АТФ [1, 3].

При озонировании отмечается сдвиг равновесия между восстановленным и окисленным НАД в сторону окисленной формы, крайне необходимой для осуществления процессов бета-окисления жирных кислот. Образующийся при этом ацетилкоэнзим-А включается в цикл Кребса. НАД играет важную роль в окислении и декарбоксилировании пирувата. В результате многими авторами отмечено снижение уровней липидов, углеводов, ряда недоокисленных продуктов [4, 22].

Образованный в ходе пентозофосфатного шунта НАД-Н₂ окисляется в НАД. В результате посредством активации ферментативных реакций значительно повышается уровень 1,3-дифосфоглицерата. Следствием любого повышения 1,3-ДФГ является повышение уровня 2,3-ДФГ. Таким образом, в результате озонлиза индуцируется каскад реакций, которые в конечном итоге приводят к повышению уровня 2,3-ДФГ и увеличению числа ионов водорода. Повышение уровня 2,3-ДФГ выполняет важнейшую функцию в лечебном эффекте озона, поскольку это соединение облегчает высвобождение кислорода из окисленного гемоглобина:



Вышеупомянутое также означает, что озонотерапия обеспечивает усиленную отдачу кислорода недостаточно кровоснаб-

жаемым тканям, что было подтверждено на основе анализа газового состава крови. Длительные исследования по измерению газов крови выявили снижение p_{O_2} с нормы (40 мм рт. ст.) до 20 мм рт. ст. и даже ниже [4, 26]. Это означает, что в тканях, страдающих от недостаточности кровоснабжения, высвобождается больше кислорода — такого эффекта невозможно достичь с помощью медикаментов. Дополнительное увеличение числа ионов водорода за счет повышенной буферной емкости окисленного гемоглобина имеет также дезоксигенирующий эффект, известный как «бор-эффект».

Активация метаболических процессов способствует накоплению в эритроцитах макроэргических соединений — АТФ. В результате восстанавливается активность транспортной помпы — К-Na-АТФ-азы, что нормализует соотношение внутри- и внеклеточных катионов, необходимых для поддержания электрического потенциала покоя клеточной мембраны, поверхностного заряда и отсюда агрегационных свойств, определяющих реологические свойства крови [4, 21].

Оптимизация про- и антиоксидантных систем организма является одним из основных биологических эффектов систем-

ного воздействия озонотерапии, реализуемых через влияние на клеточные мембраны и заключающихся в нормализации баланса уровней продуктов перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы защиты. В ответ на введение озона в тканях и органах происходит компенсаторное повышение, прежде всего, активности антиоксидантных ферментов супероксиддисмутазы (СОД), каталазы и глутатионпероксидазы, широко представленных в сердечной мышце, печени, эритроцитах и других тканях [9, 13].

Активация метаболических реакций окисления углеводов и свободных жирных кислот вызывает накопление НАД-Н₂ и НАДФ-Н₂, являющихся донорами протонов для восстановления окисленных компонентов неферментативной антиоксидантной системы (глутатион, витамин Е, аскорбиновая кислота и др.) [13, 16].

Основными «мишенями» при озонкислородной терапии являются эритроциты. Этот факт объясняется тем, что их оболочка включает высокое процентное содержание фосфолипидов с ненасыщенными цепями жирных кислот [10, 24]. Влияние озона на метаболизм в эритроците представлено на рисунке 1.

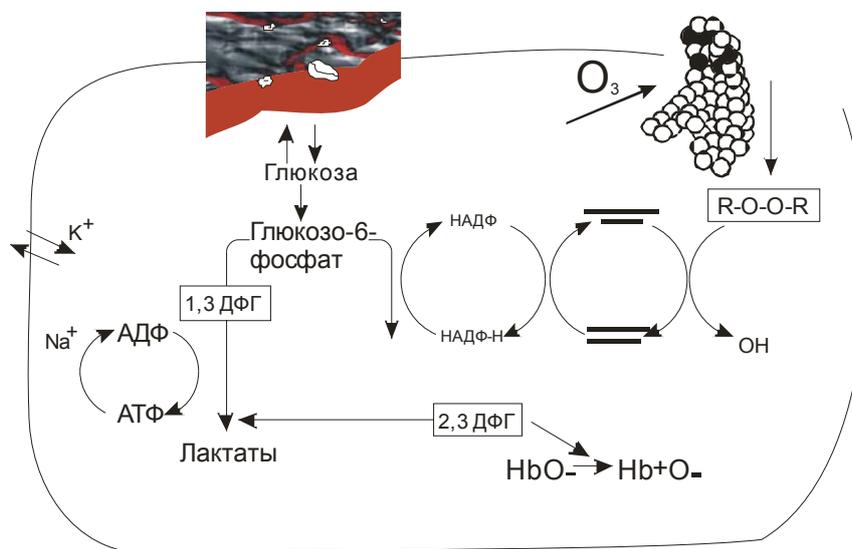


Рисунок 1 — Влияние озона на метаболизм в эритроците

Как следует из рисунка 1, первым шагом в данном процессе является взаимодействие между озоном и двойными связями ненасыщенных жирных кислот фосфолипидного слоя мембраны эритроцитов.

Под воздействием глутатионовой системы происходит активация гликолиза, непосредственным следствием которого является увеличение 2,3-дифосфоглицерата (2,3-ДФГ). В результате ослабляется связь гемоглобин-

кислород, что облегчает высвобождение кислорода в ткани.

Таким образом, влияние озона на пластичность эритроцитов, производство 2,3-дифосфоглицерата и на кислородный метаболизм в эритроцитах имеет важное значение для улучшения микроциркуляции, так как это облегчает транспортировку кислорода в ткани. Образование пероксидов стимулирует активацию метаболизма эритроцитов.

В медицине озон используется в виде озонкислородной смеси, медицинского озона в концентрациях 1–40 мкг озона на 1 мл кислорода, в то время как концентрации, применяемые в промышленности, в 30 раз выше. Использование адекватных концентраций озона (1–40 мкг озона на 1 мл кислорода) не вызывает побочных эффектов за счет одновременной стимуляции многих защитных антиоксидантных (противоокислительных) механизмов. Так, применение озона стимулирует активацию ферментов, ингибирующих производство пероксидов и свободных радикалов кислорода, что усиливает защитные механизмы клеток и препятствует образованию потенциально реактивных молекул [14, 16].

Важным условием для правильного применения O_2/O_3 является дозировка, которая не должна превышать потенциала антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза и каталаза) и глутатиона, что необходимо для предупреждения аккумуляции супероксиданион-радикала, (O_2^-) и перекиси водорода (H_2O_2).

Воздействие озона на метаболизм заключается в стимуляции утилизации глюкозы клетками, в улучшении метаболизма белков, а также в непосредственном воздействии на ненасыщенные жирные кислоты, которые в результате превращаются в водорастворимые соединения.

Таким образом, биологические эффекты озона сводятся к следующему:

- прямое дезинфицирующее и улучшающее трофику действие при местном применении;
- системное антибактериальное и антивирусное действие за счет дискретного образования пероксидов;
- повышение пластичности (способности к деформации) эритроцитов;
- увеличение содержания 2,3-ДФГ, ответственного за высвобождение кислорода из эритроцита в тканях;

- улучшение кислородного метаболизма в эритроцитах и, как следствие этого, повышенное использование глюкозы, распад жирных кислот, а также активация антиоксидантных ферментов.

Вышеперечисленные поливалентные свойства озона обусловили его широкое использование в клинической медицине.

Впервые озон был применен в качестве лечебного средства во время I мировой войны для лечения плохо заживающих ран, свищей, ожогов. В клинике первыми стали применять озон А. А. Wolff (1916), Е. Payer (1935), Р. Aubourg (1936), М. М. Wolff (1969) [2, 4].

На сегодняшний день озонирование широко используется во всем мире, особенно в Германии, где активно налажено производство медицинских озонаторов, а лечение озонкислородной смесью особенно успешно применяется в области сосудистой патологии, стоматологии, гериатрии [5, 26]. Итальянские озонотерапевты достигли больших успехов и известности в лечебной косметологии. Один из самых крупных в мире центров ОЗТ имеется на Кубе, в научной программе которого особое внимание уделяется проблемам геронтологии. Специализированные озонотерапевтические клиники имеются в Швейцарии, Франции и в других странах Западной Европы. В США многие частные ассоциации врачей обратились к изучению данного метода при лечении СПИДа.

С 1994 г. в России действует Ассоциация Российских озонотерапевтов, объединившая единомышленников этого метода, которые широко внедряют новые технологии ОЗТ в практическое здравоохранение. В настоящее время ассоциация широко действует, проводит международные конгрессы, в которых принимают активное участие врачи разных специальностей из таких стран, как Германия, Австрия, США, Куба, Франция, Италия, Япония, Россия [4, 12].

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 биологическом дей-

ствии озона на организм и появления осложнений из различных клиник мира об успешном использовании озона при лечении целого ряда заболеваний. Надо полагать, что ОЗТ в нашей республике в ближайшее время найдет достойное место среди немедикаментозных методов лечения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алмазов, В. А. Перекисное окисление липидов и газовый состав крови при озонотерапии в постреанимационный период / В. А. Алмазов, К. Н. Конторщикова, В. С. Гуревич // Бюл. эксперим. биологии и медицины. — 1991. — Т. 111, № 5. — С. 486–488.
2. Бояринов, Г. А. Озонированное искусственное кровообращение (экспериментальное обоснование и результаты клинического применения) / Г. А. Бояринов, В. В. Соколов. — Н. Новгород: изд-во «Покровка», 1999. — 318 с.
3. Гурло, Н. А. Селективные свойства озона по отношению к полиненасыщенным жирным кислотам с образованием оксидов. Регуляция процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантность системы в организме как основной механизм лечебного действия озонотерапии / Н. А. Гурло // Мед. панорама. — 2004. — № 9 (44). — С. 50–54.
4. Змызгова, А. В. Клинические аспекты озонотерапии / А. В. Змызгова, В. А. Максимов. — М., 2003. — 287 с.
5. Идов, И. Э. Аспекты применения озона в медицине (обзор литературы) / И. Э. Идов // Анестезиология и реабилитология. — 1997. — № 1. — С. 90–94.
6. Ковальчук, Л. С. Физиологическое обоснование применения озонотерапии при ишемической болезни сердца / Л. С. Ковальчук // Медико-биологические аспекты действия физических факторов: материалы междунар. конф., Минск, 24–25 окт. 2006 г. / Нац. акад. наук Беларуси, инст. физиологии НАН Беларуси; под общ. ред. В. С. Улащика. — Мн.: Бизнесофсет, 2006. — С. 234–237.
7. Ковальчук, Л. С. Особенности показателей метгемоглобина крови у больных ишемической болезнью сердца после озонотерапии / Л. С. Ковальчук, Д. Р. Петренев, С. В. Гончаров // Актуальные проблемы 16-й итоговой научной сессии Гомельского государственного медицинского университета: сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф.: в 4 т. / Гомел. госуд. мед. ун-т; сост. С. В. Жаворонком [и др.]. — Т. 2. — С. 83–86.
8. Ковальчук, Л. С. Озонотерапия на санаторном этапе реабилитации больных ишемической болезнью сердца пожилого возраста / Л. С. Ковальчук // Мед. панорама. — 2007. — № 1 (69). — С. 3–5.
9. Конторщикова, К. Н. К вопросу о биорегуляторном эффекте озона / К. Н. Конторщикова // Озон и методы эфферентной терапии в медицине: материалы III Всерос. науч.-практ. конф., Н. Новгород, 16–18 сент. 1998 г. — Н. Новгород, 1998. — С. 12–13.
10. Конторщикова, К. Н. Перекисное окисление липидов в норме и при патологии: учебное пособие / К. Н. Конторщикова. — Н. Новгород, 2000. — 24 с.
11. Максимов, В. А. Озонотерапия / В. А. Максимов, А. Л. Чернышев, С. Д. Каратаев. — М., 1998. — 144 с.
12. Масленников, О. В. Руководство по озонотерапии / О. В. Масленников, К. Н. Конторщикова. — Н. Новгород: Изд-во «Вектор Т и С», 2005. — 272 с.
13. Озонотерапия: механизм действия, методики и применение в медицинской практике / Г. Л. Гуревич [и др.] // Здравоохранение. — 2004. — № 4. — С. 23–27.
14. Павлов, Д. С. Озонотерапия в клинической практике / Д. С. Павлов // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. — 2003. — № 5. — С. 49–54.
15. Разумовский, С. Д. Озон и его реакции с органическими соединениями / С. Д. Разумовский, Г. Е. Зайков. — М.: Наука, 1974. — 312 с.
16. Рудько, И. А. Патогенетические аспекты озонотерапии: учеб. пособие / И. А. Рудько, Е. П. Романова; Рос. мед. акад. последипл. образ. — М., 2005. — 31 с.
17. Bocci, V. Ozonotherapy today / V. Bocci // Proceedings of the 12th World Congress of the International Ozone Association. — Lille, 1995. — Vol. 3. — P. 13–27.
18. Dorstewitz, H. Ozone in Medicine: Proceeding of the Nine Ozone World Congress / H. Dorstewitz. — New York, 1989. — P. 17–21.
19. Halliwell, B. The antioxidants of human extracellular fluids / B. Halliwell, J.M.C. Gutteridge // Arch. Biochem. Biophys. — 1990. — Vol. 280. — P. 1–8.
20. Kontorschikova, C. N. Physicochemical properties of ozonated isotonic sodium chloride solution. Proceedings of 12th World Congress of the International Ozone Association / C. N. Kontorschikova, S. P. Peretyagin, I. P. Ivanova. — France, 1995. — P. 237–240.
21. Kontorschikova, C. N. Ozone as a regulator of physiological processes in the organism / C. N. Kontorschikova, I. E. Ocrut, J. R. Yefremenko // Proceedings of the 15th World Congress. — London, 2001. — P. 242–252.
22. Mattassi, R. Ozonoterapia. Organizzazione Editoriale Medico Scientifica / R. Mattassi. — Milano, 1985. — P. 1–179.
23. Rilling, S. The Basisclinical application of ozon therapy / S. Rilling // OzoNarichten. — 1985. — № 4. — P. 7–17.
24. Rokitansky, O. Klinik und biochemie der Ozontherapy / O. Rokitansky // Hospitalis. — 1982. — № 52. — P. 643.

25. Sunnen, G. V. Ozon in medicine / G. V. Sunnen. — New York, 1989. — Vol. 3. — P. 1–16.

26. *Viebahn, R.* «Ozon-Peroxide» – Peroxidradicale – Sauerstoff – radicale – was der Ozontherapeut darüber wissen sollte / R. Viebahn // *Erfahr. hk.* — 1985. — № 34. — P. 334.

27. *Viebahn, R.* The use of ozone in medicine. Karl F. Haug Publishers / R. Viebahn. — Heidelberg, 1994. — P. 1–178.

28. *Viebahn-Haensler, R.* Ozontherapie – therapeutische Grundidee und Wirksamkeitsmodelle / R. Viebahn-Haensler // *Erfahrungsheilkunde.* — 1991. — № 4. — P. 296–315.

Поступила 02.05.2007

УДК: 613.72-071.3:796

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ОСНОВНЫХ БИОИМПЕДАНСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ТЕЛА СПОРТСМЕНОВ

Н. Б. Шевко

Гомельский государственный медицинский университет

Методом биоимпедансного анализа состава тела обследовано 30 квалифицированных спортсменов и 15 человек, не занимающихся спортом. Дан анализ основных показателей состава тела спортсменов. Данные по жировой массе, активной клеточной массе, тощей массе отличаются от таковых у нетренированных лиц. Наиболее изменчивым возрастным показателем состава тела спортсменов является жировая масса.

Проведена оценка влияния методических погрешностей, связанных с отклонениями от рекомендованной процедуры проведения биоимпедансных измерений, на данные состава тела.

Ключевые слова: биоимпедансный анализ, методические погрешности, параметры состава тела, спортсмены.

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE MAIN BIOIMPEDANCE PARAMETERS OF SPORTSMEN BODY COMPOSITION

N. B. Shevko

Gomel State Medical University

30 skilled sportsmen, and 15 not training persons were examined by the method of bioimpedance analysis of the body composition. Analysis of the main parameters of the sportsmen body composition is given. The data of fatty mass, active cellular mass, lean mass differ from the same parameters of not training persons. The most variable age factor of the sportsmen body composition is the fatty mass.

The influence of the methodical error the bioimpedance analysis on the body composition parameters was studied.

Key words: bioimpedance analysis, methodical error, parameters of the body composition, sportsmen.

Введение

В клинической, оздоровительной и спортивной медицине важное значение имеет мониторинг состава тела, поэтому исследования компонентов массы тела человека *in vivo* приобретают в настоящее время все возрастающее значение. Результаты многочисленных работ свидетельствуют, что состав тела имеет существенную взаи-

мосвязь с показателями физической работоспособности человека, с его адаптацией к условиям внешней среды, с профессиональной и спортивной деятельностью. Изучение состава тела играет ключевую роль в диагностике ожирения, остеопороза, значимо при некоторых других заболеваниях и позволяет выявить риск развития патологии [1, 2].