

Список литературы:

1. Царенко С.В., Вахницкая В.В., Белова Н.В., Давыдова Л.А. Капнометрия и капнография: «изгои» реанимационного мониторинга / <http://reancenter.ru/node/116>.
2. Щурова Е.Н., Долганова Т.И., Менишкова Т.И. К вопросу об информативности чрескожного определения напряжения кислорода и углекислого газа у травматологических и ортопедических больных // *Гений ортопедии*. 2011. № 1. С. 124-133.
3. TCO2M – транскутанный монитор для измерения содержания газов в крови / <http://www.medkurs.ru/equipment/section18/>.
4. Неинвазивный транскутанный мониторинг газов крови (TSM 4, TSM 40, TSM 400) / <http://www.yumgiskor.kz/ru/cat.php?id=102>.
5. Цифровая система мониторинга SenTec / <http://www.sentec.com>.
6. Рыбин Ю.М., Агеев И.М. Способ и устройство для чрескожной капнометрии / Патент РФ № 2552198 от 18 июля 2015 г.
7. Light T.S., Kingman E.A., Bevilacqua A.C. The conductivity of low concentrations of CO₂ dissolved in ultra pure water from 0 – 100 °C / Paper presented at the 209th American Chemical Society National Meeting, Anaheim, CA, April 2-6, 1995.
8. Рыбин Ю.М., Агеев И.М., Бубнова М.Д. Устройство сбора данных на основе звуковой карты ПК // *Труды МАИ (электронный журнал)*. 2011. Вып. № 48.

Юрий Маратович Рыбин,
канд. техн. наук, доцент,
Игорь Михайлович Агеев,
канд. техн. наук, доцент,
ст. научный сотрудник,
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
г. Москва,
e-mail: rym49@rambler.ru

Е.Е. Ачкасов, А.В. Есипов, А.В. Пекшев, В.А. Мусаилов

Использование аппарата генерации экзогенного монооксида азота в лечении перитонитов

Аннотация

Аппарат «Плазон» является генератором экзогенного монооксида азота. Действие эндогенного монооксида азота связано с антимикробным эффектом, стимуляцией макрофагов и индукцией цитокинов, Т-лимфоцитов и ряда иммуноглобулинов, цитотоксическим или цитопротективным действием в разных условиях. Применение аппарата «Плазон» при лечении перитонитов, вызванных заболеваниями и травмами верхних мочевых путей, показало его клиническую и экономическую эффективность.

Введение

С начала применения плазменного скальпеля в клинической практике (США, 1974 г.) накоплен значительный опыт использования плазменных потоков в хирургии. В нашей стране это направление стало развиваться в 80-е годы прошлого века благодаря исследованиям В.С. Савельева, О.К. Скобелкина, Г.И. Лукомского, А.И. Нечая [1]-[4]. Первые успехи в развитии плазменной хирургии связаны с использованием отечественных плазменных хирургических аппаратов СУПР-М и «Факел-01». Первая медицинская установка СУПР под руководством А.С. Береснева была создана в 1978 году.

Аппараты, создающие газовые плазменные потоки (ГПП), нашли применение в торакальной и абдоминальной хирургии, в частности в лечении нагноительных и онкологических заболеваний легких [5]-[7], при холецистэктомии, различных операциях на печени, повреждении селезенки [6], [8], [9]. Существенным недостатком этих аппаратов является необходимость использования в них специальных плазмообразующих газов (аргон, гелий) и стационарный вариант конструкции.

Совместные усилия разработчиков и хирургов позволили сконструировать современный медицинский воздушно-плазменный аппарат «Плазон» (скальпель-коагулятор-стимулятор воздушно-плазменный СКВП/NO-01), максимально отвечающий требованиям хирургии [10].

Значение эндогенного монооксида азота при воспалении связано с антимикробным эффектом, стимуляцией макрофагов и индукцией цитокинов, Т-лимфоцитов и ряда иммуноглобулинов, взаимодействием с кислородными радикалами, воздействием на микроциркуляцию, цитотоксическим или цитопротективным действием в разных условиях и т. д. [11].

Преимущество предложенного способа экзогенной NO-терапии с использованием воздушно-плазменного аппарата

заключается в возможности осуществлять локальное воздействие путем подведения необходимой концентрации монооксида азота непосредственно в пораженные участки тканей и органов. Установлено, что монооксид азота диффундирует не только через раневую поверхность, но и через неповрежденную кожу и слизистые оболочки, что открывает возможность воздействия NO-содержащих газовых потоков на глубоко расположенные пораженные ткани при воспалительных и склеротических процессах [12]-[17].

Изучение воздействия монооксида азота на ткани человеческого организма при патологии продолжается уже в течение 15 лет и до настоящего времени не завершено.

Цель исследования

Улучшить результаты лечения больных с перитонитом, вызванным заболеваниями и травмами верхних мочевыводящих путей. Изучить динамику изменений количества монооксида азота в клетках перитонеальной жидкости при терапии монооксидом азота в основной группе и в группе сравнения. Оценить клиническую и экономическую эффективность применения аппарата «Плазон» для лечения перитонитов.

Материал и методы

Аппарат «Плазон» предназначен для коагуляции и стерилизации раневых поверхностей, испарения и деструкции нежизнеспособных тканей и патологических образований, расщепления (ограниченно) биологических тканей плазменным потоком с температурой до 4000 °С, а также для стимуляции репаративных процессов газовым потоком с температурой до 40 °С, содержащим монооксид азота (NO), в условиях хирургических отделений (*рис. 1*).

Аппарат работает со сменными манипуляторами, обеспечивающими режимы коагуляции, деструкции и лечебного воз-

действия (NO-терапия). Время, необходимое для замены манипулятора, – не более 1 мин.

Аппарат состоит из сервисного блока (СБ), электрогазового (ЭГГ) подвода, сменных манипуляторов, силиконовой трубки с металлическим наконечником и ножной педали.

Сервисный блок содержит обеспечивающие работу манипулятора системы: подачи атмосферного воздуха, охлаждения, электропитания, автоматики, управления, световой индикации и звуковой сигнализации.

Основным элементом аппарата является медицинский манипулятор, соединенный посредством гибкого электрогазового (ЭГГ) подвода с сервисным блоком. Манипулятор закреплен на ЭГГ-подводе посредством накидной гайки и может быть легко заменен на функционально иной манипулятор. Аппарат комплектуется манипуляторами трех типов: коагулятором, деструктором и стимулятором-коагулятором.

Манипуляторы всех трех типов представляют собой генераторы воздушной плазмы постоянного тока, выполненные по линейной трехэлектродной схеме с унифицированным генераторным узлом и отличающиеся друг от друга конструкцией выходного канала.

При работе манипуляторов между катодом и анодом горит электрическая дуга, стабилизированная каналом межэлектродной вставки. Атмосферный воздух подается в манипулятор встроенным в аппарат микрокомпрессором, пропускается через электрическую дугу, нагревается и ускоряется, переходя в плазменное состояние, и через отверстие в аноде истекает из генераторного узла манипулятора. Все манипуляторы являются не только источниками воздушной плазмы, но и источниками монооксида азота (NO), образующегося в воздушной плазме вследствие плазмохимической реакции.

Конструкция аппарата обеспечивает мобильность, автономность, надежность и простоту эксплуатации. Все это позволяет использовать его как в операционных и перевязочных помещениях, так и в больничных палатах и в амбулаторных условиях.

Мы применяли аппарат «Плазон» в лечении перитонитов, вызванных заболеваниями и травмами верхних мочевых путей. Исследование основано на анализе клинических наблюдений 375 пациентов с перитонитом, которые находились на лечении в филиале № 1 ФГБУ «3 Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневского» Министерства обороны Российской Федерации в 2008-2017 годах. Все пациенты были разделены на две группы. Группу сравнения составили 248 человек, которым для лечения перитонита применяли только общепринятые методы лечения. В основную группу вошли 137 пациентов с перитонитом, у которых, кроме обще-

принятых методов лечения, проводили лимфотропное введение амикацина и обработка брюшной полости экзогенным монооксидом азота.

Средняя длительность пребывания больных в стационаре в группе сравнения составила $(26,2 \pm 9,9)$ к/д, а в основной – $(19,9 \pm 8,7)$ к/д ($p < 0,05$). Летальность в группе сравнения составила 17,3 %, а в основной группе – 9,5 % ($p < 0,05$).

У больных интраоперационно проводили воздействие на ткани брюшины потоком NO-содержащих газов аппаратом «Плазон». После проведения лапаротомии, устранения источника перитонита, промывания брюшной полости растворами антисептиков и осушения ее проводилась обработка брюшной полости монооксидом азота. Аппарат «Плазон» используется во втором режиме работы. Для этого любой манипулятор вставляется в гнездо встроенного охладителя и подача NO-содержащего газового потока осуществляется через силиконовую трубку с установленным на ней металлическим наконечником длиной 100 или 200 мм, с диаметром выходного канала 0,7 мм. При включении аппарата «Плазон» проводится обработка брюшной полости охлажденным (до комнатной температуры) монооксидом азота в течение 7...15 мин. Обрабатываются боковые каналы, брыжейка тонкой кишки, малый таз. После проведения обработки брюшной полости монооксидом азота операция заканчивается установкой двухпросветных дренажей и закрытием брюшной полости.

Обработка брюшной полости монооксидом азота в послеоперационном периоде заключается в подведении NO-СГП со скоростью 2 л/мин через малый просвет двухпросветных дренажей при экспозиции 3 мин на каждый дренаж 1 раз в сутки в течение 3...4 суток до удаления дренажей. Отвод газовой смеси из брюшной полости осуществляется параллельно через большой просвет двухпросветного дренажа и остальные дренажи брюшной полости самопроизвольно, под действием внутрибрюшного давления.

Результаты и обсуждение

Для определения концентрации оксида азота проводили инкубацию макрофагов в специальных контейнерах, затем в надосадочной жидкости определяли содержание оксида азота с помощью реактива Грисса в реакции диазотирования. Метод одноэтапного определения метаболитов оксида азота в сыворотке крови основан на ряде работ [11], [18] с некоторыми модификациями [19]. Метод заключается в одновременном восстановлении нитратов в нитриты и реакции диазотирования нитритом сульфаниламида с последующим развитием розовой окраски, интенсивность которой определяется спектрофотометрически при длине волны 540 нм. Оптическую плот-

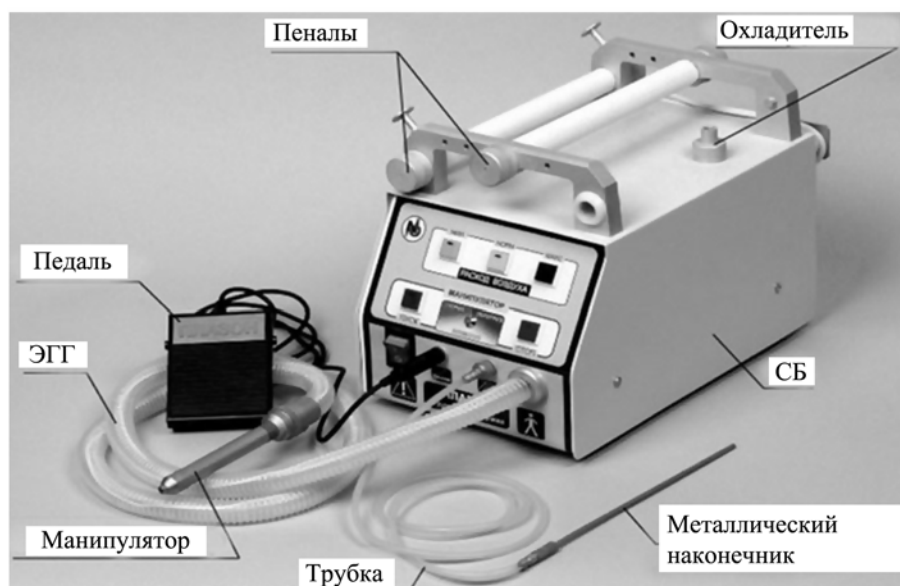


Рис. 1. Аппарат «Плазон»

ность пробы определяли при 540 нм на цитоспектрофотометре «ЛЮМАМ И-3» (Россия). По специальной калибровочной кривой определяли концентрацию оксида азота.

Результаты исследований свидетельствуют, что воздействие на брюшину монооксидом азота вызывает значительный рост продукции оксида азота фагоцитов в периферической крови. Таким образом, при воздействии на брюшину монооксидом азота происходит усиление активации фагоцитов периферической крови и, как следствие, ускорение продукции активных форм кислорода, что способствует ускоренной регенерации клеток брюшины. Результаты исследования уровней продукции оксида азота фагоцитами приведены в *табл. 1*.

Таблица 1

Уровни продукции оксида азота моноцитами периферической крови в основной группе и группе сравнения

Группы пациентов	Сутки лечения		
	1-е	5-е	10-е
Основная группа	2,1 ± 1,3	6,8 ± 1,1	11,2 ± 2,4
Группа сравнения	1,1 ± 0,6	0,6 ± 0,24	4,1 ± 1,9

Из *табл. 1* видно, что изменение параметров уровня продукции оксида азота моноцитами у пациентов группы сравнения к 10-м суткам изменилось незначительно и тенденция к его увеличению была незначительной.

У пациентов основной группы, получавших комбинированную лимфотропную и монооксидом азота терапию, к 5-м суткам продукция оксида азота увеличилась более чем в 3 раза. Указанные различия были статистически достоверны ($p < 0,05$) на 5-е и 10-е сутки лечения. Уровни продукции оксида азота макрофагами перитонеальной жидкости в основной группе и группе сравнения приведены в *табл. 2*.

Таблица 2

Уровни продукции оксида азота макрофагами перитонеальной жидкости в основной группе и группе сравнения

Группы пациентов	Сутки лечения		
	1-е	2-е	3-е
Основная группа	5,4 ± 2,5	8,9 ± 1,7	16,2 ± 1,8
Группа сравнения	1,8 ± 0,8	2,2 ± 0,6	4,7 ± 0,7

Из *табл. 2* видно, что у пациентов основной и группы сравнения отмечается увеличение продукции оксида азота макрофагами перитонеальной жидкости. Однако темп роста продукции оксида азота у пациентов основной группы был выше почти в 4 раза, и эти различия статистически достоверны ($p < 0,05$) для каждого из дней измерений.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что у пациентов основной группы, которым проводилась обработка брюшной полости с помощью аппарата «Плазон», продукция активных форм кислорода и оксида азота моноцитами периферической крови и макрофагами перитонеальной жидкости была повышенной, что привело к усилению образования цитокинов и факторов роста, подавлению эндотоксинов и улучшению микроциркуляции крови в брюшине, а в итоге привело к ускорению процессов регенерации.

Помимо измерения уровня оксида азота клетками перитонеальной жидкости, нами рассчитана экономическая эффективность применения аппарата «Плазон».

Произведен расчет стоимости применения аппарата «Плазон» при лечении перитонитов. Амортизация аппарата «Плазон» за 60 мин работы в течение 30 суток составляет 78 руб. 52 коп. Метод «затраты – эффективность» показал, что методика лечения с использованием аппарата «Плазон» в 1,30 раза эффективнее, чем классический метод лечения [20].

АВС-анализ показал, что применение аппарата «Плазон» входит в группу «С» и стоимость лечения влияния не оказывает.

Анализ «минимизации затрат» показал, что применение аппаратов «Плазон» при лечении перитонитов приводит к экономии материальных средств ЛПУ за счет статистически достоверного снижения числа дней пребывания на койке и составляет 23 250,00 руб. (на лечение одного случая) [20].

Анализ «затраты – эффективность» рассчитывается в случае, когда используются различные методы лечения (медицинские технологии) перитонита с общим результатом – выздоровлением. Использование аппаратов «Плазон» оказалось в 1,30 раза эффективнее использования классической схемы лечения.

Выводы

Таким образом, применение аппарата «Плазон» у больных перитонитом позволило снизить летальность с 17,3 до 9,5 %; сократить длительность пребывания больного на койке с (26,2 ± 9,9) до (19,9 ± 8,7) к/д; привести к трехкратному увеличению количества продукции оксида азота моноцитами, четырехкратному увеличению продукции оксида азота макрофагами перитонеальной жидкости. Кроме того, клинико-экономический анализ показал, что применение аппарата «Плазон» не увеличивает затрат на лечение одного случая, приводит к экономии материальных средств ЛПУ и в 1,30 раза эффективнее использования классической схемы лечения.

Список литературы:

1. Лукомский Г.И., Ступин И.В., Качикин А.С. и др. Плазменный скальпель в хирургии легких // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 1990. № 2. С. 41-45.
2. Нечай А.И., Трофимов В.М., Костюк Г.А. и др. Применение плазменной хирургической установки для гемостаза при повреждениях паренхиматозных органов // Вестник хирургии. 1990. № 5. С. 73-75.
3. Савельев В.С., Серых Л.А., Береснев А.С. Перспективы использования плазменного скальпеля в хирургии // Вестник хирургии. 1986. № 1. С. 7-10.
4. Скобелкин О.К., Брехов Е.И., Литвин Г.Д., Тарнынский С.И., Ребизов В.Ю., Елисеенко В.И., Пекшев А.В., Суслов Н.И. Применение плазменных установок в хирургии паренхиматозных органов (экспериментальное исследование) // Хирургия. 1987. № 5. С. 75-78.
5. Киселев Е.Д. Плазменный скальпель в хирургическом лечении хронических нагноительных заболеваний легких (экспериментально-клиническое исследование) / Дис. ... канд. мед. наук. – М., 1992. 110 с.
6. Кудрявцев Б.П., Москалик В.А., Клепиков С.В. и др. Возможности и перспективы применения плазменных потоков в хирургии // Военно-медицинский журнал. 1991. № 11. С. 21-23.
7. Решетов И.В., Кабисов Р.К., Шехтер А.Б., Пекшев А.В., Манейлова М.В. Применение воздушно-плазменного аппарата «Плазон» в режимах коагуляции и NO-терапии при реконструктивно-пластических операциях у онкологических больных // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. 2000. № 4. С. 24-39.
8. Брюсов П.Г., Кудрявцев Б.П. К вопросу использования плазменных потоков в хирургии / В кн.: Специализированная медицинская помощь в многопрофильном лечебном учреждении. – М., 1993. С. 160-162.
9. Брюсов П.Г., Кудрявцев Б.П. Плазменная хирургия. – М.: Медицина, 1995. 118 с.
10. Ефименко Н.А. Руководство по применению аппарата «Плазон» в хирургической практике. – М.: ГИУВ МО РФ, 2003. 96 с.
11. Метельская В.А., Гуманова Н.Г. Оксид азота: роль в регуляции биологических функций, методы определения в крови человека // Лабораторная медицина. 2005. № 7. С. 19-24.

12. *Есипов А.В., Коридзе А.Д., Керницкий А.И., Лазарев А.Б.* Применение NO-терапии в лечении больных фибропластической индурацией полового члена (болезнь Пейрони) / Сб. тезисов XXXX научно-практической конференции врачей 5 ЦВКГ ВВС. Май 2009 г. С. 140-144.
13. *Есипов А.В., Лазарев А.Б., Мусаилов В.А., Шишло В.К.* Возможности применения комплексной NO- и лимфатической терапии в абдоминальной хирургии и урологии // Сибирский медицинский журнал. 2014. № 5. С. 54-58.
14. *Ефименко Н.А., Москаленко В.В., Есипов А.В., Мусаилов В.А.* Плазменная хирургия в военной медицине // Военно-медицинский журнал. 2014. Т. 335. № 6. С. 34-38.
15. *Марахонич Л.А., Пекшев А.В., Ефименко Н.А., Москаленко В.И.* Перспективы развития плазменной хирургии в военной медицине // Военно-медицинский журнал. 2001. № 4. С. 32-35.
16. *Москаленко В.И., Есипов А.В., Мусаилов В.А., Лисовский А.В.* Влияние монооксида азота на предупреждение раневой инфекции // Вестник лимфологии. 2014. № 1. С. 4-9.
17. *Miranda K.M., Espey M.G., Wink D.* A rapid, simple spectrophotometric method for simultaneous detection of nitrate and nitrite // Nitric Oxide. 2001. Vol. 5. PP. 62-71.
18. *Метельская В.А., Гуманова Н.Г.* Скрининг-метод определения уровня метаболитов оксида азота в сыворотке крови человека // Клиническая и лабораторная диагностика. 2005. № 6. С. 15-18.
19. *Мажитова М.В.* Спектрофотометрическое определение уровня метаболитов монооксида азота в плазме крови и ткани мозга белых крыс // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 3. С. 2-9.
20. *Есипов А.В., Мусаилов В.А., Юргенс Л.П.* Расчет стоимости и экономической эффективности применения аппаратов «Плазон» и «Лимфа-Э» при лечении перитонита // Вестник лимфологии. 2014. № 2. С. 8-14.

*Евгений Евгеньевич Ачкасов,
д-р мед. наук, профессор,
зав. кафедрой спортивной медицины
и медицинской реабилитации,
кафедра хирургии,
ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова
Минздрава России» (Сеченовский университет),
г. Москва,
Александр Владимирович Есипов,
д-р мед. наук, начальник,
ФГБУ «3 Центральный военный клинический
госпиталь им. А.А. Вишневого» МО РФ,
пос. Новый, Московская область,
Александр Валерьевич Пекшев,
канд. техн. наук, заведующий лабораторией
НИИ энергетического машиностроения
МГТУ им. Н.Э. Баумана,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана»,
г. Москва,
Виталий Анатольевич Мусаилов,
канд. мед. наук, начальник отделения
неотложной хирургии филиала № 1
ФГБУ «3 Центральный военный клинический
госпиталь им. А.А. Вишневого» МО РФ,
г. Красногорск, Московская область,
e-mail: musailove@mail.ru*

*Н.А. Кореневский, С.П. Серегин, В.А. Иванов, А.И. Колесник, Г.В. Сипливый,
К.Ф. Макконен, В.В. Дмитриева, Д.И. Кича, Д.А. Зубарев*

Прогнозирование рецидивов инфаркта миокарда на основе нечетких моделей Е. Шортлифа с использованием электрических характеристик биологически активных точек

Аннотация

Рассматриваются вопросы использования электрических характеристик биологически активных точек (БАТ) меридиана сердца для решения задачи прогнозирования рецидива инфаркта миокарда в реабилитационном периоде с использованием нечетких правил принятия решений.

Показано, что использование только электрических характеристик информативных БАТ обеспечивает уверенность в принятии решений выше 0,85, со значительной зоной неопределенности. Если в качестве дополнительных признаков использовать признаки, характеризующие длительное психоэмоциональное напряжение – величины перекисного окисления липидов и антиокислительной активности, – то уверенность в прогнозе появления рецидива инфаркта миокарда в период ремиссии достигает величины 0,95.

Введение

Исследованиями ученых различных научных школ было показано, что одним из подходов к прогнозированию и ранней диагностике заболеваний, включая заболевания сердца и сердечно-сосудистой системы, может служить рефлексодиагностика, основывающаяся на измерении энергетических характеристик биологически активных точек (БАТ) [1]-[5]. Одним из достоинств методов рефлексодиагностики является то, что реакция биологически активных точек на изменения во внутренних структурах организма происходит до того, как проявляются клинические симптомы заболевания. Это позволяет обнаружить и лечить заболевания на самых ранних стадиях их развития, а иногда и предотвращать их появление, приме-

няя профилактические мероприятия. При этом медико-технические и временные затраты на организацию исследований по сравнению с традиционными подходами значительно меньше [2], [6].

В задачах, где информативной ценности БАТ недостаточно для получения заданной точности, она может достигаться при использовании ряда признаков, используемых в традиционной медицине, агрегируемых в финальные решающие правила с применением гибридных нечетких моделей, общая теория синтеза которых описана в работах [3], [7], [8].

При этом общие затраты на достижение заданной prognostической и диагностической точности в принимаемых решениях, как правило, остаются ниже, чем при общепринятых методах исследования.