

## Ксенон-кислородная аналгезия при многократных перевязках у больных с ожоговой травмой

И. И. Беззубов<sup>1</sup>, Ф. М. Шветский<sup>2</sup>, В. С. Ширяев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ ГКБ им. Ф. И. Иноземцева ДЗМ; Россия, 105187, Москва, ул. Фортунатовская, д. 1;

<sup>2</sup>ГБУЗ ГКБ №51 ДЗМ; Россия, 121309, Москва, ул. Алябьева, д. 7/33;

<sup>3</sup>ФГБУ «ГНЦ Лазерной медицины ФМБА России»; Россия, 121165, Москва, ул. Студенческая, д. 42.

Контакты: Владимир Сергеевич Ширяев, vovafenan@yandex.ru

В приведенной статье проанализирован успешный опыт применения ксеноновой анестезии при травматичных перевязках у пациентов с ожоговыми травмами. Разработанная методология (утвержденная нормативно-правовой базой) и необходимый для проведения ингаляций ксенона парк оборудования были апробированы и внедрены коллективом авторов на базе ЗАО «АТОМ–МЕД ЦЕНТР» и НИКИЭТ им. Н. А. Доллежала.

**Материалы и методы.** Больные были разделены на две группы: основную и контрольную. В основной группе использовали масочное ингаляционное введение ксенон-кислородной смеси. В контрольной группе ожоговым пациентам проводили ежедневные перевязки под внутривенным наркозом. Всего в отделении было выполнено двенадцать моноанестезий 70 % ксеноном, введение наркотических и ненаркотических анальгетиков не осуществляли. Перед началом ингаляций у пациентов основной группы мы проводили денитрогенизацию двумя вдохами чистого кислорода через лицевую маску. Длительность перевязки и ингаляции в среднем составляла  $33 \pm 4,2$  мин. Подаваемая газовая смесь состояла из ксенона/кислорода в пропорции 70:30, скорость потока варьировала от 3,5 до 5,5 л/мин. Расход ксенона составлял 6,5–10,5 л на ингаляцию. Все респонденты во время сеанса поддерживали вербальный контакт с оператором. Пациентам контрольной группы мы проводили общепринятую в нашей клинике методику тотальной внутривенной анестезии, которая заключалась во введении 0,4 мг 0,005 % раствора фентанила, 50 мг 5 % раствора кетамина, 150 мг 1 % раствора пропофола.

**Результаты:** Данные по изменениям характеристик показателей центральной и периферической гемодинамики, полученные при выполнении работы, свидетельствуют о большей стабильности АДс, АДд, АДср, ЧСС и ОПСС у пациентов основной группы при проведении ксенон-кислородной анестезии во время травматичных перевязок по сравнению с пациентами контрольной группы.

**Выводы.** Обезболивание ксенон-кислородной смесью является эффективным методом при хирургических манипуляциях у пациентов с ожоговой травмой. Данный вид аналгезии позволяет значительно уменьшить дозировки психотропных и седативных препаратов, что положительно сказывается на качестве лечения и снижает риск возможных осложнений. Полученный эффект пролонгации аналгезии до четырех часов позволил нам отказаться от применения наркотических анальгетиков и НПВС у пациентов основной группы.

**Ключевые слова:** комбустиология, ксенон-кислородная смесь, ксенон-сберегающие технологии, моноанестезия, травматичные перевязки, тотальная внутривенная анестезия, денитрогенизация, парк аппаратуры, контур.

**Для цитирования:** Беззубов И. И., Шветский Ф. М., Ширяев В. С. Ксенон-кислородная аналгезия при многократных перевязках у больных с ожоговой травмой. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка, 2017, 4 (1): 24–29

DOI: 10.25199/2408-9613-2017-4-1-24-29

### Xenon-oxygen analgesia in multiple bandages for patients with a burn injury

I. I. Bezubov<sup>1</sup>, F. M. Shvetsky<sup>2</sup>, V. S. Shiryaev<sup>3</sup>

<sup>1</sup> State Budgetary Healthcare Institution, State Hospital named after Inozemtcev F. I., Moscow Health Department; 1 Fortunatovskaya St., Moscow, 105187, Russia;

<sup>2</sup> State Budgetary Healthcare Institution, State Hospital №51, Moscow Health Department; 7/33 Alabeva St., Moscow, 121309, Russia;

<sup>3</sup> Federal State Budgetary Institution "State Scientific Center of Laser Medicine of Federal Medical and Biological Agency of the Russian Federation"; 42 Studencheskaya St., Moscow, 121165, Russia

This article analyzes the successful experience of using xenon anesthesia in traumatizing bandages for burn patients. The developed methodology (approved by the legal and regulatory basis) and the equipment park, that is necessary for xenon inhaling, were approbated and introduced by the staff members based on CJSC "ATOM-MED CENTER" and Dollezhai R&D Institute of Power Engineering.

**Materials and methods:** The patients were divided into two groups: basic one and control one. The main group used masked anapnotherapy of the xenon-oxygen admixture. In the control group burn patients were applied daily bandages under intravenous anesthesia. Altogether there were 12 monoanesthesias with 70 % xenon in the department, and there were no narcotic or non-narcotic analgesics.

Before the beginning of inhalation the patients of the main group had denitrogenisation by two intakes of breath of pure oxygen through the earloop face mask. The duration of bandaging and inhalation was  $33 \pm 4.2$  minutes in average. The given gas admixture consisted of xenon / oxygen in a proportion of 70:30; the flow rate varied from 3.5 to 5.5 liters per minute. The xenon flow was 6.5–10.5 liters per inhalation. All the respondents keep verbal contact with the surgeon during the treatment session. The patients of the control group had the total intravenous anesthesia by the standard method that is used in our clinic and involved intaking 0.4 mg of 0.005 % fentanyl liquid, 50 mg of 5 % ketamine liquid and 150 mg of 1 % propofol liquid.

**Results:** The information about changes of characteristics of central and peripheral hemodynamic indicators, achieved in the work, testifies that during xenon-oxygen anesthesia while traumatizing bandaging the greater stability of systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean airway pressure, heart rate and peripheral resistance were in the main group of patients compared to patients in the control group.

**Conclusions:** Anesthesia with the xenon-oxygen admixture is an effective method for surgical procedures for burn patients. This kind of analgesia allows reducing doses of psychotropic and sedating medications considerably, and that has a positive effect on the quality of treatment and reduces the risk of possible complications. The gained effect of analgesia prolongation up to 4 hours allowed refusing of narcotic analgesics using and non-steroidal anti-inflammatory drugs using among patients of the main group.

**Key words:** Combustiology, xenon-oxygen admixture, xenon-saving technologies, monoanesthesia, traumatizing bandages, total intravenous anesthesia, denitrogenisation, equipment park, breathing circuit.

**For citation:** Bezubov I. I., Shvetsky F. M., Shiryayev V. S. Xenon-oxygen analgesia in multiple bandages for patients with a burn injury. *Wounds and Wound Infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal*, 2017, 4 (1): 24–29

## Введение

В анестезиологии давно известен ксенон, успешно применяемый для ингаляционной анестезии [1, 2, 3]. Многочисленные клинические исследования доказали эффективность и безопасность ксеноновой анальгезии [1, 2, 4] и подтвердили выраженные обезболивающие свойства этого газа [1, 2, 3]. Его можно применять совместно с ингаляционными анестетиками (Изофлюраном, Севофлюраном, Этраном), наркотическими и седативными препаратами [2, 5]. Было выявлено, что ксенон обладает кардио- и нейропротекторными эффектами [6], а ксеноновая анестезия отличается отсутствием побочных эффектов, характерных для общепринятых методов анестезиологического пособия [7]. Однако, опыт применения ксенона выявляет один важный недостаток — цена газа является существенным тормозом в широком применении этого идеального анестетика.

На первый взгляд высокая стоимость ксенона тормозит возможность его активного использования в медицинской практике. Но, если внимательно проанализировать экономический аспект, то можно сделать вывод о том, что себестоимость ксеноновой анестезии может быть значительно снижена. Для достижения желаемого экономического результата и минимизации расхода дорогостоящего лекарственного средства необходимо соблюдение всего комплекса требований, предъявляемых к учреждениям относительно применения ксенон-сберегающих методик и технологий:

1. Наличие соответствующего оборудования для проведения ксеноновой анестезии и терапии;

2. Четкое соблюдение методики проведения анестезии и терапии;

3. Обеспечение высокого профессионального уровня подготовки специалистов;

4. Применение ксенон-сберегающих технологий;

5. Использование системы регенерации или блока улавливателя ксенона (БУК).

Стоимость ксеноновой анестезии не уступает традиционным ингаляционным анестетикам, но, учитывая свойства газа, можно говорить о его возрастающей привлекательности для анестезиологии.

Целью нашего исследования является улучшение качества оказания медицинской помощи больным с ожоговой травмой путем уменьшения риска возможных осложнений общей анестезии без потери качества обезболивания.

Основная задача проведенной работы — определение возможности моноанестезии ксеноном при перевязках и хирургических обработках ран, а в дальнейшем — уменьшение или полное исключение наркотических, психотропных и седативных препаратов у пожилых, ослабленных пациентов, лиц с тяжелой сопутствующей патологией, требующих частых перевязок, а также у больных с локальными ожогами и лабильной нервной системой.

## Материалы и методы

На основе протокола в соответствии с этическими принципами, базирующимися на Хельсинской декларации, правилами проведения клинических исследований и действующим законодательством

в Ожоговом центре ГКБ №36 города Москвы было проведено открытое, сравнительное, контролируемое клиническое исследование.

**Материально-техническое обеспечение:**

Приставка ксенонная универсальная к ингаляционному и наркозно-дыхательному оборудованию («БУК» – блок улавливателя ксенона). БУК конструктивно выполнен таким образом, что может быть присоединен к любому отечественному или зарубежному наркозно-дыхательному и ингаляционному аппарату посредством крепления его к каналу сброса дыхательной смеси.

Медицинский аппарат для газовых ингаляций «МАГи-АМЦ1» предназначен для проведения терапии смесью кислорода и ксенона в ОРИТ. Управление аппаратом полностью автоматизировано, присутствует возможность компьютерного контроля. «МАГи-АМЦ1» работает как от сети, так и от источника постоянного напряжения. Вывод информации о длительности процедуры и использованном объеме газов по отдельности на табло позволяет с высокой точностью контролировать величину остатка газа в каждом подключенном к аппарату баллоне. Комплектация включает в себя электронный блок управления, дыхательный контур, баллоны с лекарственным средством «Медксенон» и кислород с редукторами.

Медицинский ксенон «Медксенон» (приказ Министерства здравоохранения и социального развития №1833-Пр/07 от 01.08.2007 г., лицензия ФС-99-04-000682 от 18.03.2009 г., регистрационное удостоверение РУ ЛСР-001833/07, ФСП 42-8163-06).

Кислород газообразный медицинский с кодом ОКП 21 1411 0200 по ГОСТ 5583-78.

Больные были разделены на две группы: основную и контрольную. В основной группе использовали масочное ингаляционное введение ксенон-кислородной смеси. В контрольной группе ожоговым пациентам проводили ежедневные перевязки под внутривенным наркозом.

**Критерии включения пациентов в исследование:**

**а.** Пациенты от 15 до 60 лет обоих полов, находящиеся на стационарном лечении по поводу ожоговых ран.

**б.** Больные, которым показан закрытый метод лечения ожоговых ран, требующие проведения ежедневных перевязок.

**с.** Пожилые, ослабленные больные с тяжелой сопутствующей патологией.

**д.** Больные с небольшими ожогами, но с лабильной психической реакцией.

**е.** Профильные пациенты в состоянии делирия и пределирия.

**ф.** Наличие информированного согласия пациента на участие в исследовании.

**Критерии исключения пациентов из исследования:**

**а.** Повышенная индивидуальная чувствительность к препарату.

**б.** Заболевания, сопровождающиеся гипоксией.

**с.** Хирургические манипуляции на органах грудной клетки, связанные с пневмотораксом.

**д.** Заболевания нервной системы.

**е.** Высокий риск развития пневмоторакса и воздушной эмболии, хронический алкоголизм.

Все больные в ходе исследования продолжали получать стандартную общую терапию по показаниям, включающую системные антибиотики, инфузионную и десенсибилизирующую терапию, препараты, направленные на лечение сопутствующей патологии.

Всего в отделении было выполнено двенадцать моноанестезий 70 % ксеноном, введение наркотических и ненаркотических анальгетиков не осуществляли. Перед началом ингаляции у пациентов основной группы мы проводили денитрогенизацию двумя вдохами чистого кислорода через лицевую маску. Длительность перевязки и ингаляции в среднем составляла  $33 \pm 4,2$  мин. Подаваемая газовая смесь состояла из ксенона/кислорода в пропорции 70:30, скорость потока варьировала от 3,5 до 5,5 л/мин. Расход ксенона составлял 6,5-10,5 л на ингаляцию. Все респонденты во время сеанса поддерживали вербальный контакт с оператором.

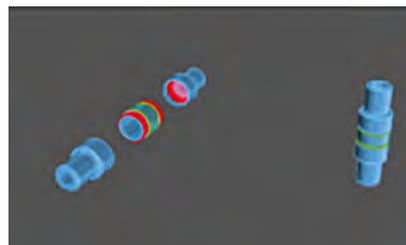
Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы Statistica 8.0 для Windows XP. На первом этапе разработанная методология (утвержденная нормативно-правовой базой) и необходимый для проведения ингаляций ксенона парк оборудования были апробированы и внедрены коллективом на базе ЗАО «АТОМ–МЕД ЦЕНТР» и НИКИЭТ им. Н.А. Доллежалая (рис. 1, 2).

Пациентам контрольной группы мы проводили общепринятую в нашей клинике методику тотальной внутривенной анестезии, которая заключалась в введении 0,4 мг 0,005 % раствора фентанила, 50 мг 5 % раствора кетамина, 150 мг 1 % раствора пропофола.

**Результаты**

Анализируя динамику показателей АД, ЧСС и ОПСС, зарегистрированную нами на различных этапах перевязки, следует отметить, что используемая методика масочной ингаляции ксенон-кислородной смесью подтверждает данные литературы об адекватности данного вида обезболивания. При проведении перевязки у пациентов с ожоговой травмой мы отмечали стабильные показатели гемодинамики.

После 1 минуты ингаляции уровень АДс у больных из основной группы составлял  $140 \pm 3,8$  мм рт. ст., АДд –  $80,3 \pm 4,5$  мм рт. ст., АДср –  $120,1 \pm 4,2$  мм рт. ст. На наиболее травматичных этапах перевязки АДс соответствовало значениям  $138,7 \pm 2,7$  мм рт. ст., АДд



**Рис. 1.** Контур и адсорбер для подачи ксенон-кислородной смеси  
**Fig. 1.** The breathing circuit and adsorber for giving the xenon-oxygen admixture

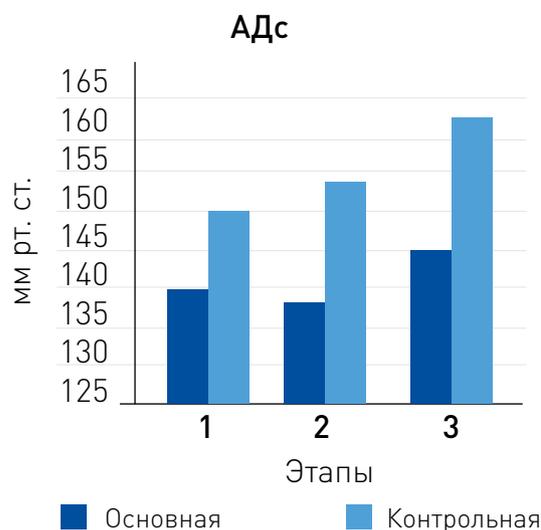
–  $85,4 \pm 1,9$  мм рт. ст., а АДср –  $121,0 \pm 2,3$  мм рт. ст. К концу процедуры уровень артериального давления составлял у пациентов основной группы соответственно: АДс –  $145,2 \pm 1,8$  мм рт. ст., АДд –  $91,9 \pm 2,3$  мм рт. ст., АДср –  $127,5 \pm 2,1$  мм рт. ст. ЧСС после начала масочной ингаляции, по полученным данным, в среднем составляла –  $84,8 \pm 3,7$  уд. в мин., на травматичных этапах перевязки –  $83,8 \pm 2,4$  уд. в мин., а к моменту завершения вмешательства –  $86,2 \pm 1,11$  уд. в мин. ОПСС у пациентов основной группы после индукции имело среднее значение  $1252,1 \pm 92,4$  дин.с.см<sup>-5</sup>.

По мере приближения к травматичному моменту перевязки показатель ОПСС снижался до уровня  $1118,4 \pm 56,4$  дин.с.см<sup>-5</sup>. К концу манипуляции наблюдаемое снижение ОПСС достигало значений  $1048,5 \pm 78,6$  дин.с.см<sup>-5</sup>. Уровень АДс у больных контрольной группы составлял в среднем  $150,4 \pm 3,5$  мм рт. ст., АДд –  $87,3 \pm 2,5$  мм рт. ст., АДср –  $129,3 \pm 3,1$  мм рт. ст. ЧСС соответствовала уровню  $95,6 \pm 4,2$  уд.

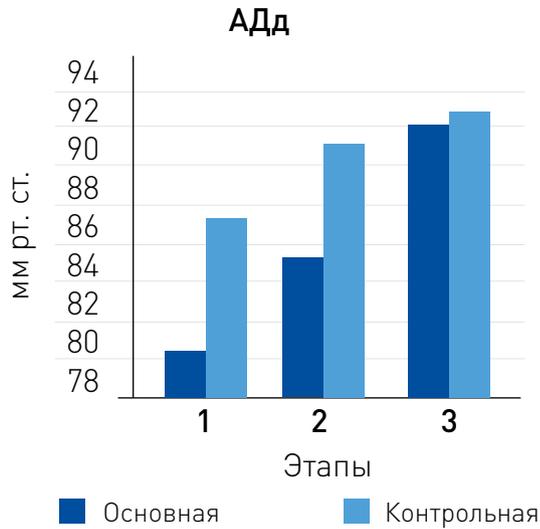


**Рис. 2.** Парк аппаратуры для проведения ингаляций ксенон-кислородной смеси  
**Fig. 2.** The equipment park for inhalation by xenon-oxygen admixture

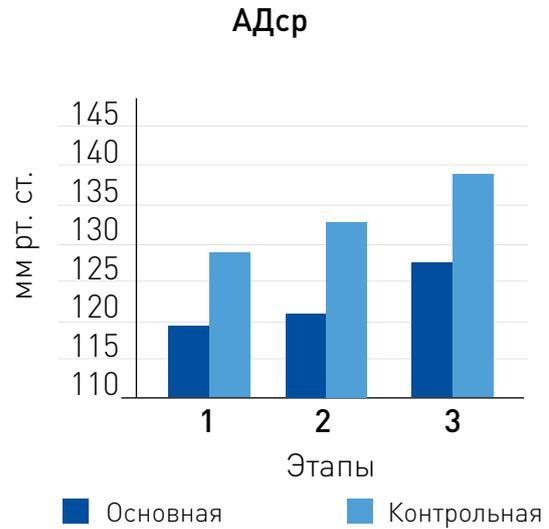
в мин. ОПСС в среднем имело значение, равное  $1218,6 \pm 78,4$  дин.с.см<sup>-5</sup>. Анализ изменений показателей периферической гемодинамики у пациентов этой группы свидетельствует о том, что на наиболее травматичных этапах перевязок уровень АДс возрастал в среднем до  $154,3 \pm 2,7$  мм рт. ст., АДд до  $91,4 \pm 2,1$  мм рт. ст., АДср до  $133,1 \pm 2,4$  мм рт. ст., показатель ЧСС практически не изменялся, составляя в среднем  $97,2 \pm 2,3$  уд. в мин., а показатель ОПСС возрастал до уровня  $1264,4 \pm 84,2$  дин.с.см<sup>-5</sup>. К моменту завершения перевязки мы отмечали умеренное повышение



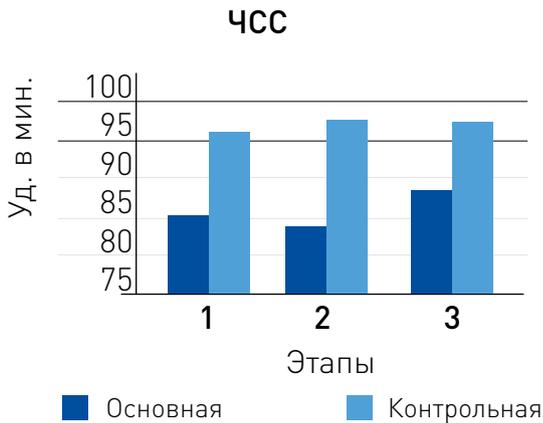
**Рис. 3.** Динамика АДс во время перевязки у пациентов обследованных групп  
Этапы: 1 – начало перевязки; 2 – наиболее травматичный этап; 3 – конец перевязки.  
 $p < 0,05$  (достоверность относительно данных контрольной группы)  
**Fig. 3.** Systolic blood pressure dynamics during bandaging of the examined groups' patients.  
Stages: 1 – the beginning of the bandaging; 2 – the most traumatizing stage; 3 – the end of bandaging.  
 $p < 0.05$  (verity is related to the control group statistics)



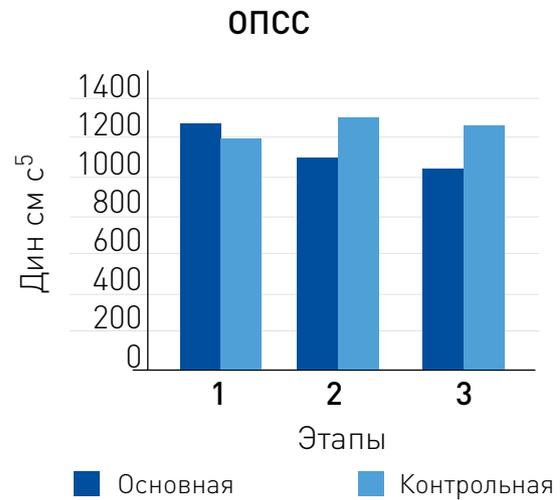
**Рис. 4.** Динамика АДд во время перевязки у пациентов обследованных групп  
 Этапы: 1 – начало перевязки; 2 – наиболее травматичный этап; 3 – конец перевязки.  
 $p < 0,05$  (достоверность относительно данных контрольной группы)  
**Fig. 4.** Diastolic blood pressure dynamics during bandaging of the examined groups' patients  
 Stages: 1 – the beginning of the bandaging; 2 – the most traumatizing stage; 3 – the end of bandaging.  
 $p < 0.05$  (veracity is related to the control group statistics)



**Рис. 5.** Динамика АДср во время перевязки (основные этапы) у пациентов обеих групп  
 Этапы: 1 – начало перевязки; 2 – наиболее травматичный этап; 3 – конец перевязки.  
 $p < 0,05$  (достоверность относительно данных контрольной группы)  
**Fig. 5.** Mean airway pressure dynamics during bandaging of the both groups' patients (main stages).  
 Stages: 1 – the beginning of the bandaging; 2 – the most traumatizing stage; 3 – the end of bandaging.  
 $p < 0.05$  (veracity is related to the control group statistics)



**Рис. 6.** Динамика показателя ЧСС во время перевязки у пациентов обеих обследованных групп  
 Этапы: 1 – начало перевязки; 2 – наиболее травматичный этап; 3 – конец перевязки.  
 $p < 0,05$  (достоверность относительно данных контрольной группы)  
**Fig. 6.** Heart rate dynamics during bandaging of the both examined groups' patients  
 Stages: 1 – the beginning of the bandaging; 2 – the most traumatizing stage; 3 – the end of bandaging.  
 $p < 0.05$  (veracity is related to the control group statistics)



**Рис. 7.** Динамика показателя ОПСС во время перевязки у пациентов обеих обследованных групп  
 Этапы: 1 – начало перевязки; 2 – наиболее травматичный этап; 3 – конец перевязки.  
 $p < 0,05$  (достоверность относительно данных контрольной группы)  
**Fig. 7.** Peripheral resistance dynamics during bandaging of the both examined groups' patients  
 Stages: 1 – the beginning of the bandaging; 2 – the most traumatizing stage; 3 – the end of bandaging.  
 $p < 0.05$  (veracity is related to the control group statistics)

АДс до  $162,4 \pm 1,8$  мм рт. ст., АДд до  $92,5 \pm 2,7$  мм рт. ст., АДср до  $139,1 \pm 2,3$  мм рт. ст., показателя ЧСС до  $97,2 \pm 2,3$  уд. в мин. и некоторое снижение ОПСС до  $1252,1 \pm 92,4$  дин.с.см<sup>-5</sup>. Из представленных на рис. 3 данных следует, что тенденции сдвигов гемодинамики (АДс, АДд, АДср и ЧСС) при двух методиках анестезиологической защиты характеризовались однонаправленностью, но у пациентов контрольной группы мы исходно наблюдали более высокий уровень значений всех регистрируемых показателей и отмечали сохранение этого уровня в течение всего операционного периода. Однако, при анализе показателей ОПСС (рис. 7) было отмечено их умеренное увеличение у пациентов контрольной группы и умеренное снижение у пациентов основной. Таким образом, полученные при выполнении работы данные по изменениям характеристик показателей центральной и периферической гемодинамики свидетельствуют о большей стабильности

АДс, АДд, АДср, ЧСС и ОПСС у пациентов основной группы при проведении ксенон-кислородной анестезии во время травматичных перевязок (рис. 3, 4, 5, 6, 7).

#### Выводы

Обезболивание ксенон-кислородной смесью является эффективным методом при хирургических манипуляциях у пациентов с ожоговой травмой.

Допустимо применение моноанестезии ксенон-кислородной смесью.

Данный вид обезболивания позволяет значительно уменьшить дозировки психотропных и седативных препаратов, что положительно сказывается на качестве лечения и уменьшает риск возможных осложнений.

Эффект пролонгации аналгезии до четырех часов позволил отказаться от применения наркотических анальгетиков и НПВС.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Белов А. В. Ксеноновая анестезия. Достижения и перспективы. Ксенон и инертные газы в медицине. Материалы 3 конференции анестезиологов – реаниматологов в медицинских учреждениях МО РФ, Москва. 2012:17-22. [Belov A. V. Xenon anesthesia. Achievements and prospects. Xenon and inert gases in medicine. Materials from 3rd conference of anaesthesiologists and resuscitators in health-care organizations of Moscow Region in the Russian Federation, Moscow. 2012. 17-22 p. (In Russ.)].
2. Буров Н. Е., Потапов В. Н., Макеев Г. Н. Ксенон в анестезиологии (клинико-экспериментальные исследования). М.: Пульс, 2000. 300 с. [Burov N. E., Potapov V. N., Makeev G. N. Xenon in anesthesiology (clinical and experimental researches). - Moscow: Pulse, 2000. 300 p. (In Russ.)].
3. Буров Н. Е. и др. Клинические стадии и субъективные ощущения при ксеноновой анестезии. Анестезиология и реаниматология 1993;(4):7-31. [Burov N. E. et al. Clinical stages and subjective sensations during xenon anesthesia. Anesthesiology and reanimatology = Anesteziologija i reanimatologija 1993;(4):7-31. (In Russ.)].
4. Буров Н. Е., Потапов В. А., Макеев Г. Н. Ксенон в анестезиологии, М.: Пульс, 2000. 356 с. [Burov N. E., Potapov V. A., Makeev G. N. Xenon in anesthesiology. Moscow: Pulse, 2000. 356 p. (In Russ.)].
5. Цыганков Б. Д., Шамова С. А., Брюр Е. А. и др. Учебно-методическое пособие «Ингаляционная терапия медицинским ксеноном в наркологической клинике». [Tsygankov B. D., Shamova S. A., Bryur E. A. et al. Guidance manual "Inhalation therapy by medical xenon in the detoxication clinic" (In Russ.)].
6. Rajakumaraswamy N. Neuroprotective interaction produced by xenon and dexmedetomidine on in vitro and in vivo neuronal injury models. Neurosci Lett 2006;(409):128-133.
7. Stoppe C., Cremer J., Rex S et al. Xenon anaesthesia for laparoscopic cholecystectomy in a patient with multiple chemical sensitivity. Anaesth 2011;7(4):645 p.