

## АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ И РЕАНИМАТОЛОГИЯ

### Авторы номера

Овечкин А. М.  
Пасечник И. Н.  
Попов А. А.  
Хороненко В. Э.  
Иванов Ю. В.  
Пикин О. В.  
Панченков Д. Н.  
Губайдуллин Р. Р.  
Китиашвили И. З.  
Потиевская В. И.  
Рябов А. Б.  
Потапов С. В.  
Скобелев Е. И.  
Мещеряков А. А.  
Шветский Ф. М.  
Баскаков Д. С.  
Политов М. Е.  
Тимченко Д. О.  
Уколов К. Ю.  
Логинова Е. А.  
и другие

### Алексей Михайлович Овечкин

Интервью с профессором кафедры анестезиологии  
и реаниматологии лечебного факультета  
Первого Московского государственного медицинского  
университета имени И. М. Сеченова Минздрава России  
читайте на с. 4–5

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

# Доктор.Ру

№ 6 (135), 2017



Научно-практический медицинский  
рецензируемый журнал  
«Доктор.Ру» Анестезиология  
и реаниматология  
№ 6 (135), 2017

Включен в Перечень рецензируемых  
научных изданий, в которых должны  
быть опубликованы основные научные  
результаты диссертаций на соискание  
ученой степени кандидата наук,  
на соискание ученой степени  
доктора наук

Главный редактор  
журнала «Доктор.Ру» Анестезиология  
и реаниматология

Пасечник И. Н.,  
д. м. н., профессор, ФГБУ ДПО «Центральная  
государственная медицинская академия»  
Управления делами Президента РФ

Редакционный совет  
журнала «Доктор.Ру» Анестезиология  
и реаниматология

Арьков В. В.,  
д. м. н.

Губайдуллин Р. Р.,  
д. м. н.

Кочетков А. В.,  
д. м. н., профессор

Овечкин А. М.,  
д. м. н., профессор

Проценко Д. Н.,  
к. м. н.

Рассулова М. А.,  
д. м. н., профессор

Турова Е. А.,  
д. м. н., профессор

С полной версией списка членов  
редакционного совета журнала «Доктор.Ру»  
можно ознакомиться на сайте  
[www.medicina-journal.ru](http://www.medicina-journal.ru)

## СЛОВО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА ЖУРНАЛА «ДОКТОР.РУ» АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ И РЕАНИМАТОЛОГИЯ



**Пасечник Игорь Николаевич**

Доктор медицинских наук, профессор,  
заведующий кафедрой анестезиологии  
и реаниматологии ФГБУ ДПО «Центральная  
государственная медицинская академия»  
Управления делами Президента РФ

Уважаемые коллеги!

В 2017 году журнал «Доктор.Ру» отмечает свое  
пятнадцатилетие. В выпусках, посвященных  
анестезиологии и реаниматологии, мы стремимся

обсуждать последние достижения клинической медицины, практические  
аспекты применения новейших технологий.

В России на страницах нашего издания впервые и наиболее полно  
представлены положения концепции Fast-Track Surgery, или программы  
ускоренного выздоровления (ПУВ) хирургических больных; опубликованы  
первые российские клинические рекомендации по внедрению ПУВ пациентов  
после плановых хирургических вмешательств на ободочной кишке (в выпуске  
«Доктор.Ру» Анестезиология и реаниматология. Медицинская реабилитация  
№ 12 (129), 2016. Часть I). Полнотекстовые версии всех вышедших номеров  
доступны на сайтах [www.rusmg.ru](http://www.rusmg.ru) и [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru).

Отличительные черты концепции ПУВ — мультидисциплинарность  
и использование методов, эффективность которых подтверждена в рамках  
доказательной медицины. Сейчас ПУВ внедрена во всех областях хирургии,  
она актуальна при абдоминальных оперативных вмешательствах, а также  
после операций на сердечно-сосудистой системе и у травматологических  
больных, что отражено в материалах данного выпуска.

Нередко проблемы с периоперационным обезболиванием приводят  
к формированию хронического болевого синдрома и длительной  
реабилитации. Эта тема поднимается в ряде научно-практических материалов  
номера и развернутом интервью с профессором Алексеем Михайловичем  
Овечкиным — президентом Российской ассоциации специалистов  
регионарной анестезии и лечения острой боли, председателем Московского  
научного общества анестезиологов и реаниматологов. Несколько статей  
написаны хирургами, что подчеркивает мультидисциплинарность ПУВ.

Концепция Fast Track активно обсуждается не только в печатных изданиях,  
но и на специализированных мероприятиях для врачей. В мае этого года  
в Лионе (Франция) состоялся V конгресс общества ERAS (специалистов  
в области Fast-Track Surgery), где подведены итоги развития направления  
за истекший год. Подчеркнуто, что сегодня в Европе ПУВ является основой  
оказания плановой хирургической помощи.

В Москве в 2015–2016 годах проведены 2 съезда Междисциплинарного  
научного хирургического общества «ФАСТ ТРАК». В текущем году состоялась  
4 региональных научно-практических семинара «FAST TRACK хирургия:  
оптимальный периоперационный период с позиций доказательной  
медицины» — в Казани, Новосибирске, Ростове-на-Дону и Уфе. На конец  
года в Волгограде и Хабаровске запланированы еще два семинара  
по этой тематике. Подробности — на сайте [www.fts.rusmg.ru](http://www.fts.rusmg.ru).

## MESSAGE FROM THE EDITOR-IN-CHIEF

- 1 **Prof. I. N. Pasechnik:** "Our journal was the first Russian publication to write about the principles of fast-track surgery, and has done so in the greatest detail"

## INTERVIEW

- 4–5 **Prof. A. M. Ovechkin:** "We can develop a regimen targeted at adequate management of perioperative pain, and dispel the myth that surgical pain is inevitable"

## ANESTHESIOLOGY AND CRITICAL CARE MEDICINE

### 6–11 **Anesthetic Management of Total Replacement of Lower-Limb Joints: What Method to Choose?**

A. M. Ovechkin, M. E. Politov, N. V. Panov

### 12–18 **Preventing Postperfusion Syndrome in Adults after Cardiac Surgery.**

V. A. Dvoryanchikova, I. N. Pasechnik, V. A. Tsepenshchikov, R. R. Gubaidullin, O. Yu. Pidanov, E. V. Vasyagin

### 19–25 **Surgical Oncology: Neuromuscular Blockade Reversal as a Component of Early Postoperative Rehabilitation.**

V. E. Khoronenko, D. S. Baskakov, A. B. Ryabov, A. S. Malanova, O. V. Pikin, P. A. Suvorin

### 26–30 **Clinical and Laboratory Evaluation of the Efficacy of Premedication with Dexmedetomidine.**

I. Z. Kitiashvili, V. Yu. Kireev, D. I. Kitiashvili

### 31–35 **Smart Technologies in Anesthesiology and Intensive Care Medicine.**

I. N. Pasechnik, E. I. Skobelev, A. A. Meshcheryakov, N. I. Tikko

### 36–42 **Anesthetic Management of Shoulder Arthroscopy: Problems and Prospects.**

S. V. Krylov, I. N. Pasechnik, K. Yu. Ukolov, D. O. Timchenko

### 44–49 **Current Approaches to Optimizing Surgical Treatment of Colorectal Cancer.**

Yu. V. Ivanov, D. N. Panchenkov

### 50–54 **A Comparison of the Effects of Inhalation and Intravenous Anesthesia for Transvaginal Ovarian Puncture.**

I. L. Ushakov, V. I. Potievskaya, A. A. Popov, E. A. Loginova

### 55–59 **The Current Understanding of How Xenon Acts in the Human Body.**

V. I. Potievskaya, F. M. Shvetskiy, S. V. Kuznetsov, S. V. Potapov

## 60 LIST OF ABBREVIATIONS

## 60–64 NEWS

Academic and Practical  
Peer-Reviewed Medical Journal  
Doctor.Ru Anesthesiology and  
Critical Care Medicine  
No. 6 (135), 2017

The Journal is on an exclusive list of peer-reviewed scientific journals, in which researchers must publish the key scientific results of their Ph.D. and doctoral dissertations.

**Editor-in-Chief**  
Doctor.Ru, Anesthesiology  
and Critical Care Medicine  
I. N. Pasechnik

**Editorial Board**  
Doctor.Ru, Anesthesiology  
and Critical Care Medicine

V. V. Arkov  
R. R. Gubaidullin  
A. V. Kochetkov  
A. M. Ovechkin  
D. N. Protsenko  
M. A. Rassulova  
E. A. Turova

#### Science Editors

R. R. Gubaidullin  
A. V. Kulikov  
S. A. Orudzheva

#### Journal Director

E. G. Antoniadis, antoniadis@rusmg.ru

#### Director of Editorial Projects

O. V. Elisova, proekt@rusmg.ru

For advertising inquiries please contact us at:  
marketing@rusmg.ru

#### Office Manager

reception@rusmg.ru

#### Journal layout and color scheme

E. A. Beleseva, design@rusmg.ru

#### Photos

Front cover and pages 4, 62, and 63: Archive of the nonprofit partnership RUSMEDICAL GROUP  
Page 1: Courtesy of the author

#### Journal Central Office

23 Novaya Basmannay St., bld. 1a, Moscow, 107078  
or P.O. Box 52, Moscow, 107078  
Tel.: (495) 580-09-96

■ This is paid promotional information.

Founder: RUSMEDICAL GROUP, a nonprofit partnership involved in developing the Russian medical and healthcare systems.

Doctor.Ru was registered by the Russian Federation Ministry of the Press, Broadcasting and Mass Communications (PI 77-13286 issued April 5, 2002) and re-registered by the Federal Oversight Service for Mass Media, Communications, and Protection of Cultural Heritage (PI FS77-31946 issued April 23, 2008).

If the text or photos published in the journal are reprinted, or any journal materials are quoted elsewhere, a direct link to the journal must be included.

The Editorial Board is not in any way responsible for the content of promotional materials.

The statements and opinions expressed in this journal do not necessarily reflect the opinions of the editorial board.

Authors are solely responsible for the factual accuracy of their quotations and references.

Printed by: 000 MORE Agency  
Frequency: 15 issues a year  
Circulation: 5,000 copies

Full texts of our articles are available at [www.rusmg.ru](http://www.rusmg.ru) and at the scientific electronic library [eLIBRARY.ru](http://eLIBRARY.ru).  
The journal is indexed by the Russian Science Citation Index.

Subscription codes in the Rospetchat catalogue:  
18413 (6-month subscription)  
80366 (12-month subscription)

**Научные редакторы** Губайдуллин Р. Р., д. м. н.  
Куликов А. В., д. м. н.  
Оруджева С. А., д. м. н.

**Директор журнала** Антониади Е. Г.,  
antoniadi@rusmg.ru

**Проект-директор редакции** Елисова О. В., к. м. н.,  
proekt@rusmg.ru

**Реклама** marketing@rusmg.ru

**Офис-менеджер** reception@rusmg.ru

**Макет и цветокоррекция** Белесева Е. А.,  
design@rusmg.ru

**Фото** на первой обложке, с. 4,  
62, 63 из архива  
НП «РУСМЕДИКАЛ ГРУПП»,  
на с. 1 из личного архива

**Адрес редакции** 107078, г. Москва,  
ул. Новая Басманная,  
д. 23, стр. 1а, а/я 52.  
Тел.: (495) 580-09-96

■ — на правах рекламы

Учредитель Некоммерческое партнерство содействия развитию системы здравоохранения и медицины «РУСМЕДИКАЛ ГРУПП».

Издание зарегистрировано Министерством Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций (ПИ № 77-13286 от 05 августа 2002 г.), перерегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия (ПИ № ФС77-31946 от 23 апреля 2008 г.)

При перепечатке текстов и фотографий, а также при цитировании материалов журнала ссылка обязательна.

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

За точность цитат и библиографических данных ответственность несут авторы.

Отпечатано в ООО Агентство «МОРЕ». Периодичность: 15 номеров в год. Тираж: 5000 экз.

На сайте [www.rusmg.ru](http://www.rusmg.ru) и в научной электронной библиотеке eLIBRARY.ru доступны полные тексты статей. Индексируется импакт-фактор РИНЦ.

Подписной индекс журнала в каталоге Агентства «Роспечать»: на полугодие — 18413; на год — 80366.

# НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

# Доктор.Ру

АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ И РЕАНИМАТОЛОГИЯ  
№ 6 (135), 2017

## СЛОВО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

- 1 **Профессор И. Н. Пасечник:** «В России на страницах нашего издания впервые и наиболее полно представлены положения концепции Fast-Track Surgery...»

## ИНТЕРВЬЮ В НОМЕР

- 4–5 **Профессор А. М. Овечкин:** «Мы можем составить целенаправленную схему адекватного периоперационного обезболивания и опровергнуть миф о неизбежности боли в хирургической практике»

## АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ И РЕАНИМАТОЛОГИЯ

- 6–11 **Анестезиологическое обеспечение операций тотального эндопротезирования суставов нижних конечностей — какому методу отдать предпочтение?**  
Овечкин А. М., Политов М. Е., Панов Н. В.
- 12–18 **Пути предотвращения постперфузионного синдрома при операциях на сердце у взрослых.**  
Дворянчикова В. А., Пасечник И. Н., Цепенщиков В. А., Губайдуллин Р. Р., Пиданов О. Ю., Васягин Е. В.
- 19–25 **Реверсия нейромышечного блока как компонент программы ранней послеоперационной реабилитации в онкохирургии.**  
Хороненко В. Э., Баскаков Д. С., Рябов А. Б., Маланова А. С., Пикин О. В., Суворин П. А.
- 26–30 **Клинико-лабораторная оценка эффективности дексмедетомидина в премедикации.**  
Китиашвили И. З., Киреев В. Ю., Китиашвили Д. И.
- 31–35 **SMART-технологии в анестезиологии и интенсивной терапии.**  
Пасечник И. Н., Скобелев Е. И., Мещеряков А. А., Тикко Н. И.
- 36–42 **Анестезиологическое обеспечение артроскопических операций на плечевом суставе: проблемы и перспективы.**  
Крылов С. В., Пасечник И. Н., Уколов К. Ю., Тимченко Д. О.
- 44–49 **Современные подходы к оптимизации хирургического лечения рака толстого кишечника.**  
Иванов Ю. В., Панченков Д. Н.
- 50–54 **Сравнение эффектов ингаляционной и внутривенной анестезии при трансвагинальной пункции яичников.**  
Ушаков И. Л., Потиевская В. И., Попов А. А., Логинова Е. А.
- 55–59 **Современные представления о механизмах действия ксенона на организм человека.**  
Потиевская В. И., Шветский Ф. М., Кузнецов С. В., Потапов С. В.
- 60 **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**
- 60–64 **НОВОСТИ**

## «Мы можем составить целенаправленную схему адекватного периоперационного обезболивания и опровергнуть миф о неизбежности боли в хирургической практике»



*Овечкин Алексей Михайлович — профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии лечебного факультета ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» Минздрава России, доктор медицинских наук, профессор.*

*Президент Российской ассоциации специалистов регионарной анестезии и лечения острой боли, член Центральной аттестационной комиссии Минздрава России, председатель Московского научного общества анестезиологов и реаниматологов (МНОАР). Член Европейского общества анестезиологов (ESA) и Европейского общества регионарной анестезии (ESRA). Автор 250 научных работ и 4 монографий.*

— **Алексей Михайлович, проблема послеоперационного обезболивания по-прежнему актуальна?**

— Да, конечно. По данным Национального центра статистики здравоохранения США, от острой послеоперационной боли ежегодно страдает более 4,3 миллиона американцев, 50% из них считают послеоперационное обезболивание неадекватным. Анализ качества послеоперационного обезболивания в Германии (25 клиник, 2252 пациента) показал, что боль средней и высокой интенсивности в покое испытывали 29,5%, а при активации — более 50%, при этом 55% пациентов были не удовлетворены качеством обезболивания. Проведенное в семи странах Центральной и Южной Европы (746 клиник) исследование PATNOS выявило неудовлетворительное качество послеоперационного обезболивания и необходимость принятия неотложных мер по его улучшению.

— **А какова ситуация в российских клиниках?**

— Мы пытались определить степень удовлетворенности пациентов московских клиник качеством послеоперационного обезболивания. И столкнулись с парадоксальной ситуацией: оценивая болевые ощущения в первые-вторые сутки после операции по десятибалльной визуально-аналоговой шкале, пациенты отмечали их высокую интенсивность, допустим в 7,5–8 баллов, но на ключевой вопрос, удовлетворены ли они качеством послеоперационного обезболивания, отвечали утвердительно.

— **Чем опасна послеоперационная боль?**

— Интенсивная боль активирует симпатoadреналовую систему, вследствие чего появляется тахикардия. При этом не только повышается потребность миокарда в кислороде, но и укорачивается диастола, то есть ухудшается его кровоснабжение. По статистике немецких коллег, у пациентов, перенесших обширные полостные операции при ишемической болезни сердца, частота послеоперационного острого инфаркта миокарда, чаще всего развивающегося на третьи сутки после операции, составляет от 4 до 18%.

Болевой синдром после открытых торакальных операций и вмешательств на органах верхнего этажа брюшной полости сопровождается нарушением функции диафрагмы, повышением тонуса нижних межреберных мышц и мышц брюшной стенки при выдохе. Затруднение эффективного откашливания, вызванное послеоперационной болью, нарушает эвакуацию бронхиального секрета, что способствует ателектазированию с последующим развитием легочной инфекции.

При активации симпатической системы происходит резкое повышение плазменной концентрации катехоламинов, являющихся прокоагулянтами, что способствует развитию тромбозомических осложнений. Дополнительным фактором риска выступает длительная иммобилизация пациентов, обусловленная болевым синдромом.

Развернутый анализ причин послеоперационной летальности, представ-

ленный A. Rogers и соавторами в начале XXI века, показал, что в 45% случаев причинами смерти пациентов в раннем послеоперационном периоде служат острый инфаркт миокарда, инсульт, ТЭЛА, а еще в 35% случаев — легочная инфекция. Здесь прослеживается прямая связь с неадекватным послеоперационным обезболиванием.

— **В последние годы в специальной литературе часто встречается термин «хроническая послеоперационная боль». Расскажите об этом подробнее.**

— Первая статья, посвященная хроническому послеоперационному болевому синдрому (ХПБС), была опубликована в журнале Pain в 1998 году. Это боль, развившаяся после перенесенного хирургического вмешательства и продолжающаяся не менее трех месяцев, при условии исключения прочих причин (хронического воспаления, ишемии, прогрессирующего новообразования и других).

Частота ХПБС после мастэктомии составляет 20–50%, кесарева сечения — 4–18%, холецистэктомии — 5–50%, герниопластики — 5–35%. Крайне негативно воспринимается пациентами сохранение (усиление) болевых ощущений после операций, направленных на устранение интенсивного и стойкого болевого синдрома. Речь идет об остеоартрозе и операциях тотального эндопротезирования коленного и тазобедренного суставов. Частота развития ХПБС в этих случаях может достигать 44% и 27% соответственно.

В основе хронической послеоперационной боли — формирование необратимых морфофункциональных изменений в структурах ЦНС, поэтому ее лечение представляет сложнейшую медицинскую задачу. Во многих случаях развитие ХПВС приводит к инвалидизации пациентов.

**— Насколько возможно использование зарубежного опыта послеоперационного обезболивания?**

— Большинство зарубежных рекомендаций основано на универсальном подходе к применению анальгетиков и методик обезболивания. В американских рекомендациях 2016 года есть масса полезной информации о целесообразности использования в схемах послеоперационного обезболивания ряда препаратов и методов анальгезии. Но что они дают практикующему анестезиологу-реаниматологу? При торакотомии рекомендованы опиоиды, НПВС и парацетамол, габапентин или прегабалин, кетамин внутривенно, паравертебральный блок или эпидуральная анальгезия. При открытой лапаротомии — опиоиды, НПВС и парацетамол, габапентин или прегабалин, кетамин внутривенно, местная анестезия операционной раны, или блокада поперечного пространства живота, или эпидуральная анальгезия. При тотальном эндопротезировании коленного сустава — опиоиды, НПВС и парацетамол, габапентин или прегабалин... Практически единый рецепт. Однако существует отчетливая клиническая разница в восприятии боли при торакотомии и лапаротомии, эндопротезировании коленного и тазобедренного суставов.

Таким образом, очевидна необходимость разработки специфических рекомендаций по послеоперационной анальгезии, ориентированных на тот или иной тип хирургического вмешательства.

**— Не могли бы Вы обозначить ключевые принципы формирования этих рекомендаций?**

— За основу необходимо взять мультимодальную анальгезию, то есть одновременное назначение двух и более неопиоидных анальгетиков с разными механизмами действия, способных оказывать влияние хотя бы на два уровня формирования острого болевого синдрома (напомню, что всего этих уровней четыре). Наивысшую эффективность имеет комбинация НПВС с парацетамолом.

Однако многие пациенты имеют противопоказания к назначению препара-

тов группы НПВС. К традиционным противопоказаниям сегодня добавилось наличие ранее перенесенного инфаркта миокарда. Во многих клиниках США запрещено назначать НПВС пациентам старше 65 лет. Относительно новый для России неопиоидный анальгетик центрального действия — нефопам, практически не имеющий значимых побочных эффектов, должен рассматриваться как альтернатива НПВС.

Комбинации неопиоидных анальгетиков в сочетании с адьювантами будет достаточно для обезбоживания пациентов после большинства эндоскопических операций и ряда операций малой травматичности, таких как резекция щитовидной железы, флэбэктомия, герниопластика.

Согласно трехступенчатой схеме ВОЗ, при операциях средней и высокой травматичности (а это большинство открытых хирургических вмешательств) неопиоидную анальгезию следует дополнять опиоидными анальгетиками. Назначение последних в нашей стране жестко регламентировано, в том числе приказом Минздрава России № 917н «Об утверждении нормативов для расчета потребности в наркотических и психотропных лекарственных средствах, предназначенных для медицинского применения», вступившим в силу 1 января 2017 года. Поэтому важны правильное назначение адьювантных препаратов и широкое использование регионарной анальгезии. Например, после ряда хирургических вмешательств (пахового грыжесечения, лапароскопической холецистэктомии, торакотомии, ампутации конечности и других) болевой синдром с высокой долей вероятности включает в себя нейропатический компонент и имеет предпосылки к трансформации в хроническую форму, что служит показанием для использования антиконвульсантов (габапентина или прегабалина), назначаемых перорально за 2–3 часа до операции и применяемых в течение 8–10 суток после нее.

В последние годы накоплено достаточно информации о феномене «опиоид-индуцированной гиперальгезии». Он обусловлен интраоперационным применением опиоидных анальгетиков короткого действия (фентанила, суфентанила) в высоких дозах и проявляется снижением болевых порогов с резким усилением интенсивности боли сразу после прекращения введения. Поэтому при обширных и длительных хирургических вмешательствах, сопровождающихся введением значительных доз фентани-

ла, в периоперационном обезболивании целесообразно использование микродоз кетамина, оказывающих антигиперальгезивное действие.

**— Подход к выбору метода регионарной анальгезии тоже должен быть дифференцированным?**

— Разумеется. Например, при лапароскопической холецистэктомии источником болевых ощущений в послеоперационном периоде преимущественно становятся места установки эндоскопических портов. Поэтому перед установкой троакаров желательнее произвести инфильтрацию мягких тканей в этих местах 0,75-процентным ропивакаином или 0,5-процентным бупивакаином из расчета 6–7 миллилитров на каждый порт. В этом случае интенсивность послеоперационной боли и потребность в назначении анальгетиков будут минимальными.

Разумным выбором при эндоскопических вмешательствах будет внутривенная инфузия лидокаина. Рекомендательная индукционная доза составляет 1,5 миллиграмма на килограмм с последующей интраоперационной инфузией со скоростью 1–2 миллиграмма на килограмм в час. При этом не только снижается потребность в послеоперационном назначении анальгетиков, но и существенно сокращаются сроки пареза кишечника, например при лапароскопической гемиколонэктомии.

Продленные блокады периферических нервов и сплетений рекомендуются в основном после операций на нижних и верхних конечностях, когда время потребности в обезболивании превышает длительность действия однократно введенного местного анестетика.

Эпидуральная анальгезия остается важнейшим компонентом схем мультимодального обезбоживания у пациентов, перенесших обширные открытые хирургические вмешательства на органах брюшной полости и грудной клетки, особенно при повышенном риске развития сердечно-сосудистых, легочных осложнений и кишечной непроходимости.

Таким образом, ориентируясь на особенности того или иного хирургического вмешательства, а также индивидуальные характеристики пациента, мы можем составить целенаправленную схему адекватного периоперационного обезбоживания и опровергнуть миф о неизбежности боли в хирургической практике.

Специально для *Доктор.Ру*  
Елисова О. В.



# Анестезиологическое обеспечение операций тотального эндопротезирования суставов нижних конечностей — какому методу отдать предпочтение?

А. М. Овечкин, М. Е. Политов, Н. В. Панов

Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Минздрава России

**Цель обзора:** анализ преимуществ и недостатков различных вариантов анестезии при операциях тотального эндопротезирования тазобедренного (ТЭТС) и коленного (ТЭКС) суставов.

**Основные положения.** Вопрос о выборе оптимального метода анестезии при операциях ТЭТС и ТЭКС остается дискуссионным. Вместе с тем в последние годы получены данные о снижении частоты тяжелых осложнений послеоперационного периода у пациентов, оперированных в условиях эпидуральной или спинальной анестезии, по сравнению с таковой при общей анестезии. Это способствовало росту частоты применения нейроаксиальной (эпидуральной и спинальной) анестезии. В частности, в клиниках США ее доля выросла с 20–25% в 2006–2010 гг. до 39–42% в 2010–2013 гг.

**Заключение.** Нейроаксиальная анестезия способствует снижению частоты жизнеугрожающих осложнений у пациентов, перенесших ТЭТС и ТЭКС, что позволяет рассматривать ее в качестве оптимального метода анестезии при этих операциях.

**Ключевые слова:** тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, тотальное эндопротезирование коленного сустава, анестезия.



## Anesthetic Management of Total Replacement of Lower-Limb Joints: What Method to Choose?

A. M. Ovechkin, M. E. Politov, N. V. Panov

I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Russian Ministry of Health

**Objective of the Review:** To analyze the advantages and disadvantages of different types of anesthesia used for total hip replacement (THR) and total knee replacement (TKR).

**Key Points:** The choice of an optimal method of anesthesia for THR and TKR remains under debate. However, data obtained in recent years show that, compared to general anesthesia, epidural and spinal anesthesia is associated with lower rates of severe postoperative complications. This has increased the use of neuraxial (epidural and spinal) anesthesia. In particular, the percentage of U.S. cases in which it was used increased from 20–25% (2006–2010) to 39–42% (2010–2013).

**Conclusion:** Neuraxial anesthesia reduces the rate of life-threatening complications after THR and TKR, making it the optimal method of anesthesia for patients undergoing these surgeries.

**Keywords:** total hip replacement, total knee replacement, anesthesia.

Операции тотального эндопротезирования тазобедренного (ТЭТС) и коленного (ТЭКС) суставов в настоящее время являются одними из наиболее частых хирургических вмешательств, выполняемых с целью функциональной реабилитации больных остеоартрозом или пациентами, получивших перелом шейки бедренной кости. В 2008 г. в США было проведено около 436 тыс. ТЭТС и 680 тыс. ТЭКС [1], к 2010 г. количество ТЭКС возросло до 719 тыс. [1]. К 2030 г. в США ожидается увеличение количества вмешательств данного типа относительно уровня 2010 г. на 673% и 174% соответственно [2]. В Англии в 2010 г. было выполнено 81 979 ТЭКС. В Нидерландах за год суммарно проводится около 50 тыс. тотальных эндопротезирований крупных суставов нижних конечностей [3]. В России потребность в эндопротезировании тазобедренного сустава, по некоторым расчетам, составляет до 300 тыс. операций в год [4].

Не вызывает сомнений, что операции эндопротезирования суставов нижних конечностей, как и все прочие оперативные вмешательства, не имеющие «жизнеспасающего» характера, но направленные на повышение качества жизни, должны сопровождаться минимумом побочных эффектов или не иметь их совсем. В этой ситуации закономерно

предъявляются повышенные требования к эффективности и безопасности их анестезиологического обеспечения. Парадоксально, но факт: единой точки зрения относительно оптимального метода анестезии и анальгезии в «большой» ортопедии до сих пор не сформировано. Более того, сложно назвать какое-либо хирургическое вмешательство помимо ТЭТС и ТЭКС, мнения об анестезиологическом обеспечении которого были бы настолько противоречивы, что доходили бы до взаимоисключающих. В данной обзорной работе мы рассмотрим различные точки зрения и попытаемся сделать определенные выводы в отношении оптимизации анестезиологического обеспечения ТЭКС и ТЭТС.

### ЧТО ЕСТЬ В АРСЕНАЛЕ?

На сегодняшний день имеются четыре основных варианта анестезии и послеоперационной анальгезии при операциях указанного типа:

- 1) общая анестезия (ОА) с послеоперационным системным введением опиоидов (обычно в режиме анальгезии, контролируемой пациентом);
- 2) одновременная блокада бедренного и седалищного нервов (в сочетании с ОА или седацией), послеоперационное

Овечкин Алексей Михайлович — профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии лечебного факультета ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова» Минздрава России, д. м. н., профессор. 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8. E-mail: ovechkin\_alexei@mail.ru

Панов Никита Владимирович — аспирант кафедры анестезиологии и реаниматологии лечебного факультета ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова» Минздрава России. 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8. E-mail: nikpanov@yandex.ru

Политов Михаил Евгеньевич — к. м. н., доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии лечебного факультета ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова» Минздрава России. 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8. E-mail: politov.mikhail@gmail.com

обезболивание достигается путем продленной блокады бедренного нерва (при ТЭКС);

3) спинальная анестезия (СА) с послеоперационной опиоидной анальгезией или (при ТЭКС) послеоперационной продленной блокадой бедренного нерва;

4) эпидуральная анестезия (ЭА), чаще комбинированная — спинально-эпидуральная анестезия (СЭА), с пролонгацией эпидуральной анальгезии на послеоперационный период.

Выбор определенного варианта анестезиологического обеспечения зависит от предпочтений той или иной клиники, а также имеет географические особенности. В частности, в большинстве стран Европы более популярны различные модификации регионарной анестезии. Возможно, это связано с тем, что еще в 1999 г. регионарная анестезия была представлена в качестве метода выбора в официальном документе Британской ассоциации ортопедов «Положительный опыт тотального эндопротезирования тазобедренных суставов» [5].

За океаном методом выбора изначально являлась ОА. Однако на протяжении последних 10–15 лет там произошла определенная эволюция взглядов, которую интересно проанализировать.

### ЭВОЛЮЦИЯ ВЗГЛЯДОВ НА АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «БОЛЬШИХ» ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В США

В 2013 г. группа американских коллег (среди которых были такие корифеи ортопедической анестезиологии, как S. Memtsoudis и N. Sharrock) в журнале *Anesthesiology* представила анализ анестезиологического обеспечения 382 236 пациентов приблизительно 400 американских клиник, перенесших операции первичного ТЭТС или ТЭКС в 2006–2010 гг. [6]. Нейроаксиальная анестезия (НА) была применена всего лишь у 10,5% пациентов (n = 40 036), НА в сочетании с ОА — еще у 12,9% (n = 49 396); основная часть пациентов (n = 292 804; 76,6%) была оперирована в условиях «чистой» ОА. В *таблице 1* представлены некоторые данные этого исследования, свидетельствующие о влиянии метода анестезии на частоту серьезных осложнений периоперационного периода.

Как видно из представленной *таблицы*, 30-суточная летальность среди пациентов, оперированных с применением НА, была почти в 2 раза ниже, чем в группе ОА, что обусловлено значительным снижением частоты жизне-

угрожающих осложнений (ТЭЛА, ОНМК и т. д.). Авторы сделали осторожные выводы о том, что применение НА при первичном эндопротезировании суставов нижних конечностей сопряжено с лучшими результатами, чем использование ОА, но необходимы дальнейшие исследования.

Годом ранее практически та же группа авторов в журнале *Regional Anesthesia and Pain Medicine* опубликовала статью с оценками влияния метода анестезии (ОА или НА) на течение периоперационного периода у 15 687 пациентов, перенесших одномоментное двустороннее ТЭКС в период 2006–2010 гг. [7]. Основные результаты этой работы представлены в *таблице 2*.

В данном исследовании частота применения НА также была невелика — 6,8%, в сочетании с ОА — еще 13,1%; «чистая» ОА использовалась в 80,1% случаев. Как видно из *таблицы*, авторы не выявили влияния метода анестезии на летальность. Были отмечены тренд снижения частоты жизнеугрожающих осложнений при использовании НА (хотя различия и не достигали достоверной значимости), а также статистически значимое снижение потребности в гемотрансфузии на фоне НА. Тем не менее в заключении авторы указывают, что НА может быть использована как часть мультимодального подхода, направленного на снижение частоты осложнений после одномоментного двустороннего ТЭКС.

В ряде исследований, правда, уступавших вышеуказанным работам по количеству пациентов, продемонстрированы преимущества НА перед ОА в отношении снижения объема кровопотери и потребности в гемотрансфузии, уменьшения частоты тромбоэмболических осложнений, а также инфекции области хирургической раны [8–13].

В частности, в работе С. Chang и соавт. с участием 3081 пациента, перенесшего операции ТЭТС или ТЭКС, инфекция послеоперационной раны на протяжении 30 суток наблюдения была отмечена у 2,8% оперированных под ОА и у 1,2% оперированных в условиях НА [8].

В другом исследовании [14] проводился анализ послеоперационного периода у 16 555 пациентов, перенесших ТЭКС с применением ОА или НА. После ОА (9167 пациентов) частота пневмонии составила 0,45%, а после НА (7388 пациентов, оперированных под СА или ЭА) — 0,24%, т. е. на 47% меньше. В целом частота системной инфекции среди оперированных с применением ОА достигла 3,73%, а среди оперированных в условиях НА этот показатель был на 21% ниже — 2,95%.

Таблица 1

Влияние метода анестезии на частоту серьезных осложнений периоперационного периода при тотальном эндопротезировании суставов нижних конечностей (2006–2010) [6]

Осложнения	Анестезия, %			P*
	нейроаксиальная (n = 40 036)	нейроаксиальная + общая (49 396)	общая (292 804)	
Тромбоэмболия легочной артерии	0,35	0,34	0,44	0,001
ОНМК	0,07	0,12	0,13	0,006
Пневмония	0,69	0,83	0,94	< 0,001
Инфекция раны	3,11	3,87	4,50	< 0,001
Острая почечная недостаточность	1,10	1,43	1,75	< 0,001
Трансфузия компонентов крови	15,15	15,56	18,53	< 0,001
30-суточная летальность	0,10	0,10	0,18	< 0,001

\* Сравнение между нейроаксиальной и общей анестезией.

Примечание. ОНМК в таблицах 1–3 — острое нарушение мозгового кровообращения.



Влияние метода анестезии на частоту серьезных осложнений периоперационного периода при одномоментном двустороннем тотальном эндопротезировании коленных суставов (2006–2010) [7]

Осложнения	Анестезия, %			P*
	нейроаксиальная (n = 1066)	нейроаксиальная + общая (n = 2054)	общая (n = 12 567)	
ОНМК	0,1	0,2	0,3	0,600
Пневмония	0,7	0,8	0,9	0,678
Острая почечная недостаточность	1,9	2,3	2,7	0,239
Острый инфаркт миокарда	0,2	0,4	0,4	0,606
Трансфузия компонентов крови	28,5	38,0	44,7	< 0,0001
30-суточная летальность	0,1	0,1	0,1	–

\* Сравнение между нейроаксиальной и общей анестезией.

В обзорной работе, посвященной госпитальным факторам риска инфекционных осложнений после ТЭТС, сделано заключение: в последние годы получен ряд доказательств, что регионарная анестезия, в сравнении с общей, снижает частоту системных и, вероятно, локальных инфекционных осложнений [15]. В качестве основных механизмов позитивного влияния авторы указали: 1) улучшение локальной тканевой перфузии, 2) стабилизацию иммунного статуса (снижение выраженности стресс-ответа, вызывающего иммуносупрессию) и 3) уменьшение потребности в гемотрансфузии (рассматриваемой как фактор иммуносупрессии).

Следует обратить внимание на то, что уменьшение потребности в гемотрансфузии на фоне НА уже в нескольких обзорных работах отмечено как значимый фактор снижения частоты осложнений послеоперационного периода [7, 13, 15]. Более того, анализируя современные подходы к анестезиологическому обеспечению операций эндопротезирования суставов нижних конечностей, G. Güler и соавт. в отдельные группы риска выделяют пациентов: 1) которым выполняется цементное эндопротезирование, 2) страдающих ХОБЛ, 3) оперированных в условиях ОА и 4) которым проводилась аллогенная гемотрансфузия [16].

Итак, к началу второго десятилетия XXI века в США накоплена достаточно объемная информация, свидетельствующая о преимуществах регионарной анестезии перед ОА при обеспечении операций ТЭТС и ТЭКС. Каким же образом это повлияло на анестезиологическую тактику в американских клиниках?

Мультицентровое исследование, представленное в 2015 г., включило более 370 клиник США, в которых в период 2010–2012 гг. было выполнено 20 936 операций ТЭТС [17]<sup>1</sup>. В условиях ОА были оперированы 12 752 пациента (60,9%), у остальных 8184 пациентов (39,1%) применялась СА. Обращает на себя внимание тот факт, что по сравнению с предыдущим десятилетием процент НА увеличился более чем в 1,5 раза [6].

Важно отметить, что пациенты, оперированные под ОА, в целом были моложе (p < 0,001) и имели меньше сопутствующих заболеваний (по индексу коморбидности Чарлсона), тем не менее частота осложнений периоперационного периода у них была выше: 23,5% vs 19,6% у пациентов, оперированных с применением СА (табл. 3).

Среди оперированных под ОА были отмечены бóльшая частота ОНМК (0,17% vs 0,07%), пневмонии (0,31% vs 0,22%), прогрессирующей почечной недостаточности (0,11% vs 0,04%), более частое расхождение краев раны (0,13% vs 0,09%), бóльшая потребность в гемотрансфузии (19,8% vs 16,2%) и, наконец, более высокий риск периоперационной асистолии — 0,12% vs 0,02%.

Вероятность любых осложнений послеоперационного периода среди пациентов с низким индексом коморбидности Чарлсона (0–2) была достоверно выше у оперированных под ОА (22,1%), чем под СА (18,2%). Аналогичное соотношение отмечено для пациентов с индексом Чарлсона, равным 3: 20,3% для ОА и 16,7% для СА. При индексе Чарлсона ≥ 4 риск осложнений оценивался в 27,3% для ОА и 22,8% для СА (рис.).

Влияние метода анестезии на частоту серьезных осложнений периоперационного периода при операциях тотального эндопротезирования тазобедренных суставов (2010–2012) [17]

Осложнения	Анестезия, %		P
	общая (n = 12 752)	спинальная (n = 8184)	
Осложнения периоперационного периода в целом	23,51	19,65	< 0,001
ОНМК	0,17	0,07	0,063
Пневмония	0,31	0,22	0,247
Потребность в гемотрансфузии	19,79	16,24	< 0,001
Расхождение краев раны	0,13	0,09	0,323
Прогрессирующая почечная недостаточность	0,11	0,04	0,085
Асистолия	0,12	0,02	0,037

<sup>1</sup> Поскольку ранее упомянутое масштабное исследование S. Mementsoudis [6] тоже охватывало около 400 клиник, можно предположить, что данные и в том, и в другом случае были взяты из единого национального регистра. — Примеч. авторов.

Есть еще одно исследование, которое характеризует изменение подходов к обеспечению «больших» ортопедических операций в США. Его авторы, используя базу данных Института качества анестезии США (англ. Anesthesia Quality Institute), проанализировали информацию об анестезиологическом обеспечении 108 625 операций первичного ТЭКС, выполненных с 2010 по 2013 г. [18].

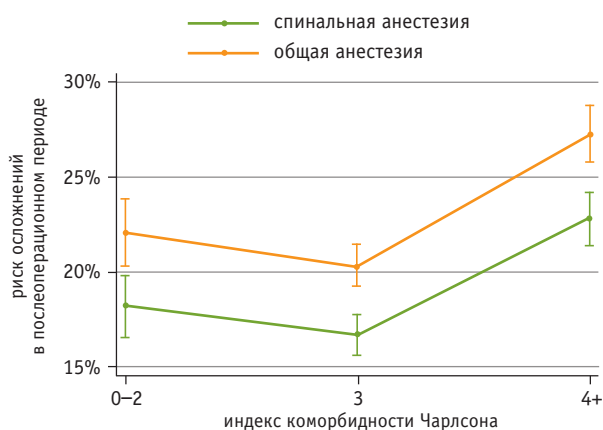
В условиях ОА были проведены 57,9% (n = 62 865) операций, еще 31,3% (n = 33 964) вмешательств выполнены с использованием НА, а оставшиеся 10,8% (n = 11 796) с использованием блокад периферических нервов (БПН). Таким образом, частота применения регионарной анестезии в целом уже превысила 40% [18].

Как и в цитированной выше работе В. Vasques и соавт. [17], пациенты, которым проводилась ОА, были моложе (средний возраст — 66 лет), чем в группе НА (средний возраст — 67 лет). Среди оперированных с использованием БПН доля пациентов со статусом по классификации ASA ≥ III (44,9%) была больше, в сравнении с группами НА (37,7%) и ОА (37,5%) [18].

В данном исследовании учитывались категории лечебных учреждений, в которых выполнялись операции ТЭКС: университетская клиника, крупная муниципальная клиника с числом коек более 500, средняя муниципальная клиника (от 100 до 500 коек), мелкая муниципальная клиника (менее 100 коек). Большинство операций было выполнено в средних (62,8%) и крупных (18,4%) муниципальных клиниках. В средних клиниках чаще использовались ОА (62,6%) и НА (70%), чем БПН (43,4%). В крупных и мелких клиниках реже применялись ОА (15,6% и 4,3% соответственно) и НА (19,3% и 3,7% соответственно), чаще — БПН (31,3% и 13,2% соответственно) [18].

Предпочтения тому или иному методу анестезии во время ТЭКС зависели и от региона США. Так, на Юге преобладали ОА и БПН: 33,8% и 32,9% соответственно против 27,1% случаев НА. На Среднем Западе, напротив, была выше доля НА (45,6%), по сравнению с ОА (30,2%) и БПН (15,3%). На Северо-Востоке превалировала доля БПН: 34,5% против 11,0% и 19,9% случаев НА и ОА соответственно. Запад характеризовался практически равными долями всех вариантов анестезии: БПН — 17,4%; НА — 16,3%; ОА — 16,0% [18].

Рис. Прогнозирование вероятности осложнений в течение 30 суток после первичного тотального эндопротезирования тазобедренных суставов в зависимости от метода анестезии и индекса коморбидности Чарлсона [17]



В заключение авторы отметили, что частота использования ОА при ТЭКС неуклонно снижается начиная с 2010 г., тогда как доли НА и БПН растут. Эта тенденция связана с продолжающимися исследованиями влияния метода анестезии на результаты ТЭКС. В то время как отдельные специалисты утверждают, что исходы ТЭКС, выполненных под ОА, не отличаются от таковых при использовании регионарной анестезии [19], гораздо большее число исследований свидетельствует о преимуществах последней в отношении снижения частоты осложнений послеоперационного периода [6, 7, 11].

### АНЕСТЕЗИЯ И СИНДРОМ ИМПЛАНТАЦИИ КОСТНОГО ЦЕМЕНТА

Сторонники использования ОА при эндопротезировании суставов нижних конечностей, отстаивая свою позицию, часто приводят аргумент о том, что на фоне ОА с ИВЛ проще справиться с синдромом имплантации костного цемента, если таковой возникает. В этой связи любопытной представляется публикация S. Memtsoudis и соавт., в которой оценивались изменения гемодинамики у 24 пациентов (в возрасте 40–87 лет), перенесших одномоментное двустороннее цементное ТЭТС [20], т. е., по сути, двойную «цементную нагрузку».

В условиях мониторинга гемодинамики (катетер Сван-Ганца, инвазивный контроль АД) пациентам проводилась «гипотензивная» ЭА (уровень пункции — L<sub>1-2</sub>, 0,75%-й раствор бупивакаина в дозе 15–25 мл). При этом достигался верхний уровень симпатического блока T<sub>1-4</sub> (который, как известно, на 3–4 сегмента выше аналогичного уровня сенсорного блока). Проводилась седация инфузией пропофола. Скорость внутривенной инфузии эфедрина (4–7 мкг/мин) регулировалась с целью поддержания сердечного выброса с АД<sub>сред</sub> 50 мм рт. ст. и ЧСС 55–80. Во время операции АД<sub>сред</sub> варьировало в пределах 45–55 мм рт. ст. [20].

Непосредственно во время установки эндопротезов авторы не отметили роста давления в легочной артерии, однако спустя 1 час и 24 часа после операции оно повышалось на 12% и 26% от исходного уровня соответственно. Легочное сосудистое сопротивление возрастало в ответ на установку второго эндопротеза. Спустя 1 час после операции оно оставалось повышенным на 22% относительно исходного уровня и на 33% в сравнении с началом операции [20].

Установлено, что применение контролируемой гипотензии с помощью «гипотензивной» ЭА сопровождается снижением давления в системе легочной артерии и легочного сосудистого сопротивления (без снижения сердечного выброса). При эмболии частичками цемента этот факт следует рассматривать как позитивный [20].

Ранее в эксперименте с моделированием легочной эмболии содержимым канала бедренной кости и продуктами полимеризации костного цемента было показано, что использование ЭА с симпатическим блоком, достигающим уровня верхних грудных сегментов, улучшает гемодинамические показатели за счет снижения среднего давления в бассейне легочной артерии и увеличения сердечного индекса [21]. Тот факт, что грудной (но не поясничный) уровень блока оказывал позитивное действие, подчеркивает роль симпатической блокады в этом процессе [22].

Таким образом, методика анестезии, использованная в исследовании S. Memtsoudis и соавт. [20], обеспечивала наилучший из возможных сценариев при эмболии интрамедуллярным содержимым во время ТЭТС.

## БЕЗОПАСНОСТЬ АНЕСТЕЗИИ В «БОЛЬШОЙ» ОРТОПЕДИИ: НЕ ПОРА ЛИ ОТДАТЬ ПРЕДПОЧТЕНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИМ БЛОКАДАМ?

Наметившийся в последнее десятилетие тренд перехода от более инвазивных вариантов регионарной анестезии (СА и ЭА) к менее инвазивным (блокадам периферических нервов и сплетений, локальной инфльтрационной анальгезии) коснулся и «большой» ортопедии. Главным аргументом противников СА и (особенно) ЭА является опасение на счет такого грозного осложнения, как эпидуральная гематома. Фактором риска ее развития считают тромбопрофилактику, которая проводится 100% пациентов ортопедического профиля.

В конце XX — начале XXI века в специальной литературе можно было встретить утверждение о том, что назначение профилактических доз низкомолекулярных гепаринов увеличивает риск эпидуральной гематомы у пациентов, оперированных с использованием ЭА, до 1 : 3100. Так ли это? По данным трех современных масштабных исследований, частота эпидуральной гематомы после ТЭКС и ТЭС, выполненных в условиях СА, составляет 1 : 775 000, в условиях ЭА — от 1 : 9000 до 1 : 26 000 анестезий [23–25].

М. Pumberger и соавт. проанализировали безопасность НА в ходе 100 027 операций ТЭС и ТЭКС, выполненных в одной клинике в период 2000–2010 гг. [24]. Использовались два варианта НА: СА (n = 37 171) и комбинированная СЭА (n = 62 856). Признаки компрессии спинного мозга кровью или воздухом были выявлены в 8 случаях (подтверждены КТ или МРТ), т. е. с частотой 1 : 7857 анестезий, все случаи наблюдались при проведении СЭА.

Средний возраст этих 8 пациентов составлял 71,6 года, средний ИМТ — 29,1 кг/м<sup>2</sup> (избыточный вес). Гематома была выявлена у пятерых, воздух в эпидуральном пространстве — у троих, т. е. истинная частота гематомы составила 1 : 12 571 анестезию. Воздух в эпидуральном пространстве является следствием применения отдельными анестезиологами порочной практики — использования в тесте потери сопротивления шприца с воздухом, а не наполненного физраствором. Все 5 пациентов с гематомой до операции принимали НПВС, один пациент — антитромбоцитарный препарат (клопидогрел), который был отменен за 4 суток до оперативного вмешательства (а надо за 6 суток), у одного больного имелась исходная тромбоцитопения (70 000), что является относительным противопоказанием для ЭА. После операции все 5 пациентов получали варфарин с целью тромбопрофилактики, в том числе один — варфарин + низкомолекулярный гепарин. Средний срок диагностики гематомы составлял 3,1 ± 1,5 суток после операции. Декомпрессионная ламинэктомия понадобилась двум пациентам (восстановление без неврологического дефицита) [24].

Какие выводы можно сделать на основании столь представительного и детального анализа безопасности? Во-первых, истинная частота серьезных осложнений НА низка, во-вторых, практически все рассматриваемые осложнения связаны не с порочностью самой методики, а с нарушением технологии ее выполнения, а-третьих, адекватный мониторинг состояния пациентов и своевременно принятые меры позволяют избежать тяжелых последствий возникших осложнений.

Таким образом, опасности, декларируемые сторонниками отказа от нейроаксиальных блоков, преувеличены, даже «максимально инвазивная» СЭА сопровождается минимальным риском осложнений. Добавим, что еще в 2007 г. нами был разработан и внедрен в клиническую практику ГKB № 67

г. Москвы протокол СЭА при операциях тотального эндопротезирования суставов нижних конечностей [26]. С тех пор с применением данной методики прооперировано около 3500 пациентов (2118 — только в 2012–2016 гг.), не отмечено ни одного случая эпидуральной гематомы или эпидурального абсцесса.

А что же периферические блокады? Проведено достаточно количество сравнительных исследований, в которых оценивались преимущества и недостатки периферических и центральных блокад при различных ортопедических вмешательствах [27–29]. Во всех случаях периферические блокады применялись в сочетании с ОА или для послеоперационного обезболивания пациентов, оперированных под СА. Продленная ЭА и продленные БПН обеспечивали равноценное качество послеоперационного обезболивания. Преимуществами БПН перед ЭА авторы считают отсутствие кожного зуда и послеоперационных нарушений мочеиспускания. Насколько эти преимущества значимы с клинической точки зрения, судить читателям. Кстати говоря, кожный зуд при ЭА возникает за счет эпидурального введения опиоидных анальгетиков, если их исключить, то нивелируется еще одно преимущество БПН.

Для успеха БПН, корректной перинеуральной установки катетеров для продленной анальгезии, как известно, необходимы: а) ультразвуковая локация этих структур, б) специальные наборы для продленных блокад, в) подготовленные специалисты. Далеко не все российские клиники имеют все вышеуказанное в своем арсенале.

Кроме того, в настоящее время нет ни одного исследования, свидетельствующего о позитивном влиянии БПН на течение послеоперационного периода в «большой» ортопедии.

И, наконец, несколько слов о перспективах применения локальной инфльтрационной анальгезии при эндопротезировании суставов нижних конечностей. В 2016 г. в журнале *Current Opinion in Anesthesiology* была опубликована обзорная работа *Regional anesthesia in pain management* [30]. В разделе «Альтернативы нейроаксиальной анальгезии» автор пишет: «В качестве альтернативы нейроаксиальной анальгезии и периферическим блокадам может рассматриваться инфльтрация операционной раны местными анестетиками, которая являлась объектом нескольких исследований последнего десятилетия. Недавно выполненный метаанализ выявил, что для обезболивания после тотального эндопротезирования коленного сустава длительная инффузия местных анестетиков в рану более эффективна, чем плацебо, но при ее применении возрастает частота инфекционных осложнений» [30].

Данная информация, на наш взгляд, должна полностью исключать возможность применения локальной инфльтрационной анальгезии в ортопедии.


## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ специальной литературы позволяет сделать вывод, что вопрос о выборе оптимальной анестезиологической тактики при операциях тотального эндопротезирования тазобедренного (ТЭС) и коленного (ТЭКС) суставов остается дискуссионным. Наряду с обсужденными выше работами, где отмечается положительное влияние регионарной анестезии вообще и нейроаксиальной в частности на течение раннего послеоперационного периода, существуют и публикации, отрицающие это влияние [19, 31]. На наш взгляд, данные о позитивной роли спинальной и эпидуральной анестезии, полученные на огромном клиническом материале и приведшие к изменению анестезиологической тактики

в клиниках США [6, 17, 18], выглядят более убедительными и должны приниматься во внимание при выборе метода

анестезиологического обеспечения ТЭТС и ТЭКС в повседневной клинической практике.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Liu S. S., Buvanendran A., Rathmell J. P., Sawhney M., Bae J. J., Moric M. et al. Predictors for moderate to severe acute postoperative pain after total hip and knee replacement. *Int. Orthop.* 2012; 36 (11): 2261–7.
2. Kurtz S., Ong K., Lau E., Mowat F., Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2007; 89 (4): 780–5.
3. Beswick A. D., Wylde V., Goberman-Hill R., Blom A., Dieppe P. What proportion of patients report long-term pain after total hip or knee replacement for osteoarthritis? A systematic review of prospective studies in unselected patients. *BMJ Open.* 2012; 2 (1): e000435.
4. Москалев В. П., Корнилов Н. В., Шапиро К. И., Григорьев А. М., Каныкин А. Ю. Медицинские и социальные проблемы эндопротезирования суставов конечностей. СПб.: МОРСАР АВ; 2001. 157 с. [Moskalev V. P., Kornilov N. V., Shapiro K. I., Grigor'ev A. M., Kanykin A. Yu. *Meditsinskie i sotsial'nye problemy endoprotezirovaniya sustavov konechnostei.* Spb.: Morsar AV; 2001. 157 s. (in Russian)]
5. Connolly D. Orthopaedic anaesthesia. *Anaesthesia.* 2003; 58 (12): 1189–93.
6. Memtsoudis S., Sun X., Chiu Y., Stundner O., Liu S., Banerjee S. et al. Perioperative comparative effectiveness of anesthetic technique in orthopedic patients. *Anesthesiology.* 2013; 118 (5): 1046–58.
7. Stundner O., Chiu Y., Sun X., Mazumdar M., Fleischut P., Poultsides L. et al. Comparative perioperative outcomes associated with neuraxial versus general anesthesia for simultaneous bilateral total knee arthroplasty. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2012; 37 (6): 638–44.
8. Chang C. C., Lin H. C., Lin H. W., Lin H. C. Anesthetic management and surgical site infections in total hip or knee replacement: a population-based study. *Anesthesiology.* 2010; 113 (2): 279–84.
9. Davis F. M., Laurensen V. G., Gillespie W. J., Wells J. E., Foate J., Newman E. Deep vein thrombosis after total hip replacement. A comparison between spinal and general anaesthesia. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1989; 71 (2): 181–5.
10. Gonano C., Leitgeb U., Sitzwohl C., Ihra G., Weinstabl C., Kettner S. C. Spinal versus general anesthesia for orthopedic surgery: anesthesia drug and supply costs. *Anesth. Analg.* 2006; 102 (2): 524–9.
11. Hu S., Zhang Z. Y., Hua Y. Q., Li J., Cai Z. D. A comparison of regional and general anaesthesia for total replacement of the hip or knee: a meta-analysis. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2009; 91 (7): 935–42.
12. Maurer S. G., Chen A. L., Hiebert R., Pereira G. C., Di Cesare P. E. Comparison of outcomes of using spinal versus general anesthesia in total hip arthroplasty. *Am. J. Orthop. (Belle Mead N. J.).* 2007; 36 (7): E101–6.
13. Rashiq S., Finegan B. A. The effect of spinal anesthesia on blood transfusion rate in total joint arthroplasty. *Can. J. Surg.* 2006; 49 (6): 391–6.
14. Liu J., Ma Ch., Elkassabany N., Fleisher L., Neuman M. Neuraxial anesthesia decreases post-operative systemic infection risk compared to general anesthesia in knee arthroplasty. *Anesth. Analg.* 2013; 117 (4): 1010–6.
15. Triantafyllopoulos G., Stundner O., Memtsoudis S., Poultsides L. Patient, surgery and hospital related risk factors for surgical site infections following total hip arthroplasty. *Scientific World Journal.* 2015; 2015. ID 979560, 9 pages. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/979560> (дата обращения — 15.04.2017).
16. Güler G., Atıcı Ş., Kurt E., Karaca S., Yilmazlar A. Current approaches in hip and knee arthroplasty anaesthesia. *Turk. J. Anaesthesiol. Reanim.* 2015; 43 (3): 188–95.
17. Basques B. A., Toy J. O., Bohl D. D., Golinvaux N. S., Grauer J. N. General compared with spinal anesthesia for total hip arthroplasty. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2015; 97 (6): 455–61.
18. Fleischut P. M., Eskreis-Winkler J. M., Gaber-Baylis L. K., Giambro-ne G. P., Faggiani S. L., Dutton R. P. et al. Variability in anesthetic care for total knee arthroplasty: an analysis from the anesthesia quality institute. *Am. J. Med. Qual.* 2015; 30 (2): 172–9.
19. Crowley C., Dowsey M. M., Quinn C., Barrington M., Choong P. F. Impact of regional and local anaesthetics on length of stay in knee arthroplasty. *ANZ J. Surg.* 2012; 82 (4): 207–14.
20. Memtsoudis S., Salvati E., Go G., Ma Y., Sharrock N. Perioperative pulmonary circulatory changes during bilateral total hip arthroplasty under regional anesthesia. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2010; 35 (5): 417–21.
21. Jahn U., Waurick R., Van Aken H., Hinder F., Meyer J., Bone H. Therapeutic administration of thoracic epidural anesthesia reduces cardiopulmonary deterioration in ovine pulmonary embolism. *Critical. Care Med.* 2007; 35 (11): 2582–6.
22. Jahn U. R., Waurick R., Van Aken H., Hinder F., Booke M., Bone H. G. et al. Thoracic, but not lumbar, epidural anesthesia improves cardiopulmonary function in ovine pulmonary embolism. *Anesth. Analg.* 2001; 93 (6): 1460–5.
23. Pitkänen M. T., Aromaa U., Cozaniotis D. A., Förster J. G. Serious complications associated with spinal and epidural anaesthesia in Finland from 2000 to 2009. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2013; 57 (5): 553–64.
24. Pumberger M., Memtsoudis S. G., Stundner O., Herzog R., Boettner F., Gausden E. et al. An analysis of the safety of epidural and spinal neuraxial anesthesia in more than 100,000 consecutive major lower extremity joint replacements. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2013; 38 (6): 515–9.
25. Rosencher N., Llau J. V., Mueck W., Loewe A., Berkowitz S. D., Homering M. Incidence of neuraxial haematoma after total hip or knee surgery: RECORD programme (rivaroxaban vs enoxaparin). *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2013; 57 (5): 565–72.
26. Овечкин А. М., Бастрикин С. Ю. Протокол спинально-эпидуральной анестезии и послеоперационной эпидуральной анальгезии при операциях тотального эндопротезирования крупных суставов нижних конечностей. Регионар. анестезия и лечение острой боли. 2007; 2 (1): 79–83. [Ovechkin A. M., Bastrikin S. Yu. *Protokol spinal'no-epidural'noi anestezii i posleoperatsionnoi epidural'noi anal'gezii pri operatsiyakh total'nogo endoprotezirovaniya krupnykh sustavov nizhnikh konechnostei.* Regional. anesteziya i lechenie ostroi boli. 2007; 2 (1): 79–83. (in Russian)]
27. Barrington M. J., Olive D., Low K., Scott D. A., Brittain J., Choong P. Continuous femoral nerve blockade or epidural analgesia after total knee replacement: a prospective randomized controlled trial. *Anesth. Analg.* 2005; 101 (6): 1824–9.
28. Tetsunaga T., Sato T., Shiota N., Tetsunaga T., Yoshida M., Okazaki Y. et al. Comparison of continuous epidural analgesia, patient-controlled analgesia with morphine, and continuous three-in-one femoral nerve block on postoperative outcomes after total hip arthroplasty. *Clin. Orthop. Surg.* 2015; 7 (2): 164–70.
29. Zaric D., Boysen K., Christiansen C., Christiansen J., Stephensen S., Christensen B. A comparison of epidural analgesia with combined continuous femoral-sciatic nerve blocks after total knee replacement. *Anesth. Analg.* 2006; 102 (4): 1240–6.
30. Curatolo M. Regional anesthesia in pain management. *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2016; 29 (5): 614–9.
31. Jakobsson J., Johnson M. Perioperative regional anaesthesia and postoperative longer-term outcomes [version 1; referees: 3 approved]. *F1000 Res.* 2016; 5: F1000 Faculty Rev. 2501. 

Библиографическая ссылка:

Овечкин А. М., Политов М. Е., Панов Н. В. Анестезиологическое обеспечение операций тотального эндопротезирования суставов нижних конечностей — какому методу отдать предпочтение? // Доктор.Ру. 2017. № 6 (135). С. 6–11.

Citation format for this article:

Ovechkin A. M., Politov M. E., Panov N. V. Anesthetic Management of Total Replacement of Lower-Limb Joints: What Method to Choose? *Doctor.Ru.* 2017; 6(135): 6–11.



# Пути предотвращения постперфузионного синдрома при операциях на сердце у взрослых

В. А. Дворянчикова<sup>1</sup>, И. Н. Пасечник<sup>2</sup>, В. А. Цепенщиков<sup>1</sup>, Р. Р. Губайдуллин<sup>1, 2</sup>, О. Ю. Пиданов<sup>1</sup>, Е. В. Васягин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Клиническая больница Управления делами Президента РФ, г. Москва

<sup>2</sup> Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента РФ, г. Москва

**Цель обзора:** освещение современных представлений о механизмах развития и путях предотвращения полиорганной дисфункции после операций на сердце в условиях искусственного кровообращения (ИК).

**Основные положения.** Негативные эффекты искусственного кровообращения, наряду с операционной травмой, выступают основными причинами развития постперфузионного синдрома. Один из путей снижения негативного влияния ИК на организм — стратегия минимально инвазивного экстракорпорального кровообращения (МиЭКК). МиЭКК является мультидисциплинарной концепцией, включающей модификацию режима экстракорпорального кровообращения, адаптацию хирургической техники и анестезиолого-реанимационной тактики.

**Заключение.** Стратегия МиЭКК обеспечивает органопротекцию, способствует ранней реабилитации и повышению качества жизни пациентов. Потенциал снижения сроков пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии и длительности госпитализации позволяет рассматривать МиЭКК в рамках концепции ускоренного выздоровления пациентов (Fast Track).

**Ключевые слова:** искусственное кровообращение, полиорганная дисфункция, мини-инвазивное экстракорпоральное кровообращение.



## Preventing Postperfusion Syndrome in Adults after Cardiac Surgery

V. A. Dvoryanchikova<sup>1</sup>, I. N. Pasechnik<sup>2</sup>, V. A. Tsepenshchikov<sup>1</sup>, R. R. Gubaidullin<sup>1, 2</sup>, O. Yu. Pidanov<sup>1</sup>, E. V. Vasyagin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Clinical Hospital under the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow

<sup>2</sup> Central State Medical Academy under the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow

**Objective of the Review:** To describe the current understanding of the mechanisms underlying multi-organ dysfunction in patients after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass (CPB) and of ways to prevent such dysfunction.

**Key Points:** Adverse effects of cardiopulmonary bypass and surgical trauma are the main causes of postperfusion syndrome. Minimally invasive extracorporeal circulation (MiECC) is one strategy used to reduce the negative impact of CPB. MiECC is a multidisciplinary strategy that includes modification of the CPB mode, and adjustment of surgical technique and resuscitation and anesthetic management.

**Conclusion:** MiECC protects the organs, contributes to fast-track rehabilitation, and improves patients' quality of life. Since its implementation may shorten the duration of stay in an intensive care unit and the total length of hospitalization, MiECC can be viewed as a component of a fast-track strategy for recovery.

**Keywords:** cardiopulmonary bypass, multi-organ dysfunction, minimally invasive extracorporeal circulation.

Болезни системы кровообращения на сегодняшний день лидируют по показателям заболеваемости. В России в последние годы отмечается значительное повышение доступности медицинской помощи больным этого профиля, включая операции на сердце, и наблюдается общая тенденция к снижению периоперационной летальности в кардиохирургических стационарах [1]. Но вместе с тем сохраняет актуальность проблема полиорганной дисфункции после операций на сердце, и именно она определяет тяжесть состояния пациентов в послеоперационном периоде. В большинстве случаев нарушения функций органов и систем бывают транзиторными, однако их следствиями могут стать увеличение сроков пребывания в ОРИТ, длительности госпитализации и снижение качества жизни пациентов.

### ПОСТПЕРФУЗИОННЫЙ СИНДРОМ И ПРИЧИНЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Постперфузионный синдром представляет собой нарушения функций различных органов и систем после операций на сердце в условиях искусственного кровообращения (ИК). В их число входят сердечная недостаточность (как систолическая, так и диастолическая), дыхательная недостаточность (синдром «постперфузионных легких», повышение риска развития инфекции), острое повреждение почек, церебральная дисфункция (нейрокогнитивные расстройства, нарушение мозгового кровообращения), нарушения системы гемостаза (коагулопатия и тромбоцитарная дисфункция), различные метаболические расстройства [2].

Послеоперационная полиорганная дисфункция развивается не только в результате воздействия хирургической

Васягин Евгений Вячеславович — заведующий отделением функциональной диагностики, врач отделения кардиохирургии ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. 107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45. E-mail: vasyaginev@gmail.com

Губайдуллин Ренат Рамилевич — д. м. н., профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «ЦГМА» УД Президента РФ; заведующий отделением анестезиологии и реанимации с палатой интенсивной терапии ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. 107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45. E-mail: tempcor@list.ru

Дворянчикова Виолетта Александровна — врач отделения анестезиологии и реанимации с палатой интенсивной терапии ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. 107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45. E-mail: violettadvo@gmail.com

Пасечник Игорь Николаевич — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «ЦГМА» УД Президента РФ. 121359, г. Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1а. E-mail: pasigor@yandex.ru

Пиданов Олег Юрьевич — врач отделения кардиохирургии ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. 107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45. E-mail: 9681@mail.ru

Цепенщиков Вадим Алексеевич — врач отделения анестезиологии и реанимации с палатой интенсивной терапии ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. 107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45. E-mail: tsepenschikov@gmail.com

травмы на организм, значительный вклад в ее формирование вносят негативные эффекты ИК. Несмотря на значительное совершенствование методики ИК, его проведение по-прежнему остается нефизиологичной процедурой [3].

Ключевыми патофизиологическими звеньями постперфузионного синдрома являются: контакт крови с инородной поверхностью контура ИК и воздухом, системная гепаринизация с последующей реверсией, гипотермия, возвращение крови из операционной раны в системную циркуляцию, тканевые и воздушные микроэмболии, механическая травма клеток крови, гемодилюция, гипероксия, нефизиологичные кровотоки и распределение объема циркулирующей крови (ОЦК), гипоперфузия внутренних органов [2, 3].

Системная воспалительная реакция (СВР) — главный триггер постперфузионного синдрома. Она развивается вследствие операционной травмы и контакта крови с инородной поверхностью контура ИК: запускается каскад активации системы комплемента, калликреин-кининовой системы, коагуляции и фибринолиза, происходит активация лейкоцитов, тромбоцитов и клеток эндотелия [4, 5], результатом чего становятся нарушение проницаемости сосудов, интерстициальный отек, коагулопатия, расстройства тромбоцитарного гемостаза и нарушения микроциркуляции. Эти явления могут усугубляться гипотермией, несмотря на ее органопротективное предназначение [3].

Немалый вклад в развитие СВР и нарушений гемостаза вносит возврат излившейся в операционную рану крови в системную циркуляцию. Раневая кровь контактирует с тканями организма и инородными поверхностями, подвергается механической травме и смешивается с воздухом. Это вызывает гемолиз, запуск каскада коагуляции и фибринолиза, активацию тромбоцитов и лейкоцитов. В системный кровоток попадает большое количество провоспалительных цитокинов, эмбологенных липидных субстанций и воздушных микроэмболов, которые не всегда задерживаются фильтрами [6–8].

Другим патологическим фактором ИК является гемодилюция. Первоначально считалось, что инфузионная нагрузка в условиях хирургической травмы улучшает микроциркуляцию и перфузию тканей и позволяет снизить кровопотерю [9]. Однако в дальнейших исследованиях была установлена взаимосвязь гемодилюции с развитием послеоперационных осложнений и летальными исходами [10]. Одномоментное поступление избытка жидкости в сосудистое русло во время начала ИК вызывает дисбаланс свертывающей и противосвертывающей систем, уменьшение гематокрита и доставки кислорода к тканям, перемещение жидкости в интерстиций с развитием отека [11].

Помимо снижения доставки кислорода к тканям, при начале ИК может наблюдаться гипероксия, которая инициирует свободнорадикальное окисление [3].

## МИНИ-ИНВАЗИВНОЕ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ КАК СТРАТЕГИЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Большинство описанных побочных эффектов ИК потенциально предотвратимы, либо их выраженность возможно снизить. Один из путей уменьшения негативных последствий ИК — мини-инвазивное экстракорпоральное кровообращение (МиЭКК).

МиЭКК — это мультидисциплинарная стратегия, основанная на комплексном подходе с участием хирурга, анесте-

зиолога-реаниматолога и перфузиолога и направленная на снижение инвазивности оперативного вмешательства в условиях экстракорпорального кровообращения [12].

Разработка методики началась с применения закрытых систем ИК с центрифужным насосом для продленной экстракорпоральной поддержки кровообращения. Затем в контур был добавлен модуль для кровяной кардиоплегии по А. Calafiore. Системы стали использовать для обеспечения ИК при операциях на сердце [13]. Методику называли минимизированным, или миниатюризированным, ИК, что отражало только уменьшение размеров экстракорпорального контура [2].

Среди первых публикаций встречалась серьезная критика миниатюризированного ИК, связанная с риском воздушной эмболии [14]. Это стало стимулом для усовершенствования контура ИК и разработки мультидисциплинарного подхода [15]. Рост интереса к методике и накопление мирового опыта привели к организации Международного общества специалистов по мини-инвазивным экстракорпоральным технологиям (англ. Minimal Invasive Extracorporeal Technologies International Society — MiECTiS).

В декабре 2014 г. MiECTiS был выработан согласительный документ, где были обобщены данные проведенных на тот момент рандомизированных исследований и упорядочены терминология и рекомендации. В согласительном протоколе впервые было предложено определение МиЭКК как мультидисциплинарной стратегии. Рекомендуемые компоненты контура МиЭКК получили разделение на основные (обязательные) и дополнительные (факультативные). Основными компонентами были названы закрытая система ИК без твердого венозного резервуара (его функцию выполняет венозное русло пациента), центрифужный насос, биологически совместимое покрытие всех компонентов контура и система для элиминации воздуха. К дополнительным компонентам отнесены мягкий резервуар, система аспирации с саморегулирующимся разрежением (англ. smart suction), системы для декомпрессии (англ. vent) отделов сердца и крупных сосудов (корня аорты и легочных сосудов) и др.

МиЭКК предусматривает отказ от забора в контур необработанной крови из операционной раны [12]. Наличие закрытого контура ИК, необходимость управления преднагрузкой и отказ от прямого забора излившейся крови в контур ИК требуют адаптации хирургической и анестезиолого-реанимационной тактики. Таким образом, характеристики контура МиЭКК предполагают реализацию командной стратегии с заблаговременной разработкой четкого сценария действий, постоянной коммуникацией и своевременным принятием решения о возможной конверсии в классическое ИК.

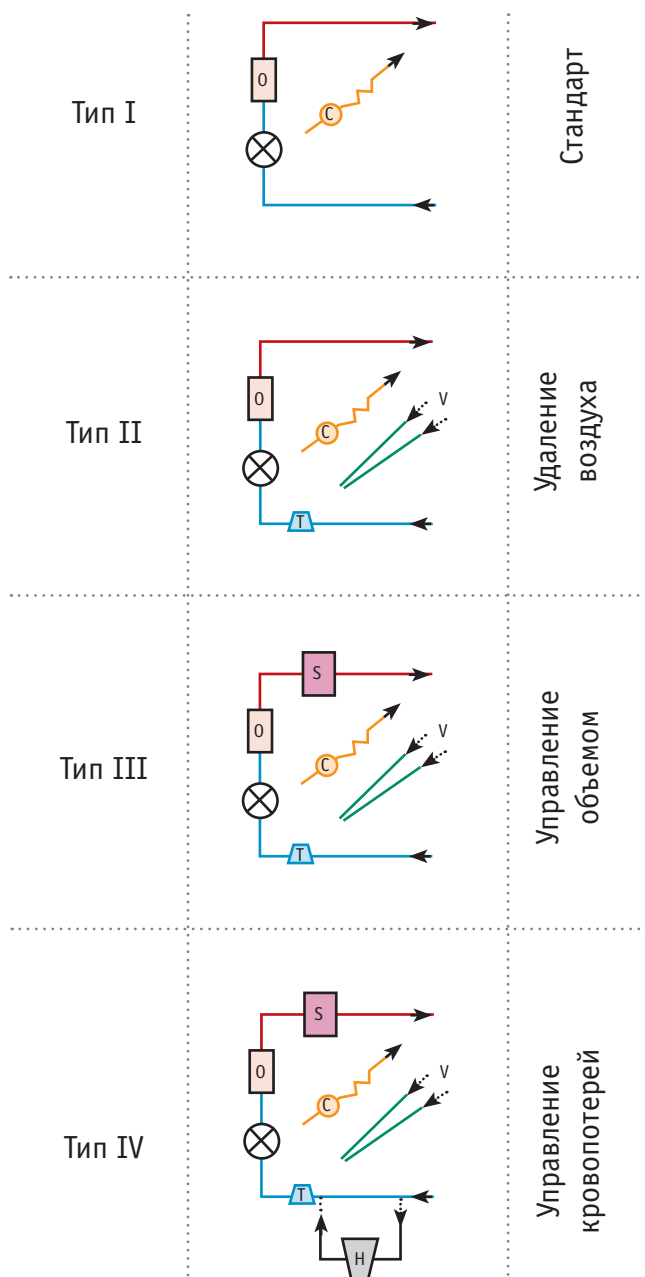
В согласительном протоколе предложена классификация контуров МиЭКК (*рис.*), разработанная К. Anastasiadis и соавт. в 2015 г. [16]. Согласно ей выделены четыре типа мини-инвазивных экстракорпоральных контуров:

- I тип — закрытая система, состоящая из магистралей, центрифужного насоса, оксигенатора с терморегулирующим устройством и системы для проведения кардиоплегии;
- II тип — контур I типа, дополненный венозной воздушной ловушкой;
- III тип контуров, помимо перечисленных компонентов, включает мягкий коллабирующий венозный резервуар, предназначенный для управления ОЦК;

- к IV типу относятся так называемые модульные системы, которые представляют собой систему II или III типа с интегрированным твердым венозным резервуаром, выключенным из общей циркуляции. Данный резервуар предназначен для экстренной конверсии в классическое ИК или для кратковременного планового этапа операции, сопровождающегося риском воздушной эмболии.

Рис. Классификация контуров мини-инвазивного экстракорпорального кровообращения (МиЭКК) по К. Anastasiadis и соавт. [12].

Примечание. С — система для кардиоплегии; Н — твердый венозный резервуар; О — оксигенатор; S — мягкий резервуар; Т — воздушная ловушка/устройство для удаления воздуха; V — система дренирования (англ. vent) корня аорты/легочных сосудов; X — главный насос искусственного кровообращения



## ПРЕИМУЩЕСТВА СТРАТЕГИИ МИНИ-ИНВАЗИВНОГО ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ПЕРЕД КЛАССИЧЕСКИМ ИСКУССТВЕННЫМ КРОВООБРАЩЕНИЕМ

Разработка компонентов контура МиЭКК, как и всей стратегии, направлена на исключение либо снижение инициации триггеров постперфузионного синдрома.

Уменьшение площади контура ИК и отсутствие твердого венозного резервуара позволяют снизить контакт крови пациента с инородной поверхностью и воздухом. Благодаря этому при использовании МиЭКК отмечается меньшая выраженность СВР, что лабораторно подтверждается уменьшением количества нейтрофилов и провоспалительных цитокинов (ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-10, ФНО-α, фактора адгезии нейтрофилов) в раннем послеоперационном периоде [2]. При обработке крови, излившейся в операционную рану, перед ее возвратом в циркуляцию предотвращается поступление в контур ИК провоспалительных цитокинов и эмбологенных субстанций [6, 7].

Однако наряду с многочисленными публикациями, показавшими снижение маркеров СВР после МиЭКК, существуют единичные исследования с индифферентными результатами [17]. На сегодняшний день класс рекомендаций касательно СВР при МиЭКК соответствует уровню IIB [12]. Это можно объяснить отсутствием крупных многоцентровых исследований, а также разнородностью маркеров СВР и временных интервалов их оценки в исследованиях.

Уменьшение площади контура ИК позволяет редуцировать первичный объем его заполнения, что способствует снижению гемодилюции и сохранению адекватной доставки кислорода к тканям [11]. Согласно рекомендациям Общества торакальных хирургов (англ. Society of Thoracic Surgeons) и Общества сердечно-сосудистых анестезиологов (англ. Society of Cardiovascular Anesthesiologists) (2011), применение «минимизированных контуров ИК» является кровосберегающей технологией (класс рекомендаций — I, уровень доказательности — A). МиЭКК позволяет уменьшить количество гемотрансфузий, а следовательно, и связанных с ними осложнений [18].

Помимо снижения гемодилюции и контактной активации клеток крови, сохранению коагуляционного потенциала способствует биологически совместимое покрытие контура МиЭКК, которое позволяет снизить дозы гепарина и потребность в протамине. Перечисленные факторы приводят также к сохранению большего числа функционирующих тромбоцитов [19, 20]. Благоприятное влияние на интра- и послеоперационный гемостаз сопровождается снижением потребности в переливании свежезамороженной плазмы [21].

Клинический результат применения МиЭКК оценивался во многих одноцентровых рандомизированных исследованиях. Кроме того, проведено несколько крупных мета-анализов. Наиболее достоверны результаты исследований защиты миокарда, показавшие преимущество МиЭКК (класс рекомендаций — I, уровень доказательности — A) [19]. Благоприятное влияние МиЭКК на сердечную мышцу связано со снижением выраженности СВР, улучшением доставки кислорода и лучшей реперфузией. Когда функцию венозного резервуара выполняет естественное русло пациента, остается неизменным циркулирующий объем и ИК становится более физиологичным.

По сравнению с классическим ИК, при МиЭКК отмечают более высокое среднее АД при той же скорости кровотока. Это ведет к улучшению перфузии всех внутренних органов

и доставки кислорода к тканям [13]. За счет меньшего выброса вазоактивных веществ на фоне МиЭКК сохраняется естественная регуляция сосудистого тонуса. Стабильность общего периферического сопротивления сосудов сопряжена с меньшей потребностью в вазопрессорной поддержке. Благоприятное влияние МиЭКК на капиллярную органную перфузию подтверждается снижением уровней маркеров повреждения внутренних органов (почек, легких, кишечника) и положительной динамикой данных периоперационной капилляроскопии [22, 23].

Отсутствием резких волевических колебаний при начале МиЭКК предотвращаются гипотензия и нарушения ритма, нередко встречающиеся при начале классического ИК [22]. В послеоперационном периоде также отмечается меньшая частота возникновения фибрилляции предсердий (*уровень доказательности — IA*) [19].

Редуцирование газовых, тканевых и жировых микроэмболий, улучшение перфузии и доставки кислорода (по данным церебральной оксиметрии) способствуют уменьшению числа неврологических осложнений. Во многих публикациях показано снижение частоты острого нарушения мозгового кровообращения и когнитивных расстройств при МиЭКК [19, 24, 25]. Однако на сегодняшний день объем этих исследований недостаточен.

Концепция МиЭКК успешно включается в протоколы ускоренного выздоровления (англ. Enhanced Recovery After Surgery, Fast Track) [26, 27]. Органопротекция МиЭКК способствует ранней активизации пациентов, сокращению сроков пребывания в ОРИТ и длительности госпитализации [27]. Как следствие улучшения переносимости ИК, отмечается повышение качества жизни пациентов [28].

В нескольких публикациях не обнаружено различий между ИК и МиЭКК в сроках послеоперационной искусственной вентиляции легких (ИВЛ), в длительности пребывания в ОРИТ и госпитализации. Но надо отметить, что в этих работах МиЭКК применяли у пациентов с заведомо большей коморбидностью и худшим прогнозом по шкалам риска [29]. Это говорит о том, что внедрение стратегии МиЭКК позволяет в некоторых случаях пересматривать вопрос об операбельности пациента [30].

### ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ МИНИ-ИНВАЗИВНОГО ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В КАРДИОХИРУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

На сегодняшний день интеграция методики МиЭКК в повседневную практику остается достаточно низкой, несмотря на благоприятный потенциал. Одно из препятствий представляет консервативная приверженность большинства операционных бригад традиционным подходам. При работе с МиЭКК некоторые классические стереотипы действий значительно изменяются. Для перфузиолога могут быть непривычными работа с центрифужным насосом, необходимость непрерывного контроля и управления ОЦК. Хирург должен изменить алгоритм канюляции, уделив внимание профилактике воздушной эмболии, помнить об опасности дислокации венозной канюлы и вскрытия полостей. От анестезиолога требуется поддерживать положительное давление в дыхательных путях пациента на протяжении всего перфузионного периода, избегать болюсного введения лекарственных препаратов, отказаться от диуретиков, согласовывать инфузионную нагрузку с перфузиологом [2].



Существует также беспокойство хирургов и перфузиологов относительно риска кровопотери, воздушной эмболии и трудностей управления ОЦК. Зарубежные авторы также описывают данные особенности [31]. Для успешной реализации стратегии МиЭКК необходимо понимание потенциальных рисков, путей их профилактики и быстрого устранения. Рекомендуется использовать системы МиЭКК как минимум II типа с устройством для элиминации воздуха и обеспечивать незамедлительный гемостаз независимо от этапа операции. В этом случае риск осложнений минимизируется и процедура становится технически выполнимой и безопасной [15, 31–33].

Интеграции методики могут препятствовать сомнения относительно ее эффективности. При наличии многочисленных рандомизированных исследований и метаанализов, показавших ее преимущества, объемы многоцентровых исследований на сегодняшний день еще недостаточны [12].

Тем не менее международное сообщество отмечает рост заинтересованности в МиЭКК медицинских учреждений и специалистов. Активно разрабатываются образовательные программы как за рубежом, так и в России. Запланировано многоцентровое исследование Conventional versus Minimally Invasive extra-corporeal circulation in patients undergoing Cardiac Surgery (COMICS), дизайн которого был представлен на Втором съезде MiECTiS в 2016 г. в Афинах [34]. В рамках исследования поставлена задача прояснить сомнительные моменты относительно влияния МиЭКК на СВР, клинический результат и, что не менее важно, оценить экономическую целесообразность методики.

Перспективным считают проведение МиЭКК с использованием модульных систем (IV типа по классификации K. Anastasiadis и соавт. [16]). Благодаря интегрированному твердому венозному резервуару они дают возможность сделать течение МиЭКК более гибким. В случае изменения интраоперационной ситуации можно мгновенно переключиться на классическое ИК, избежав негативных последствий. К числу так называемых аварийных ситуаций принадлежат угроза воздушной эмболии и кровотечение. Модульные системы позволяют выполнять операции со вскрытием полостей сердца — вмешательства на клапанах и аорте, закрытие септального дефекта. Кратковременное переключение на классическое ИК менее травматично для пациента, чем операция, полностью проведенная в условиях классического ИК. Повторные операции на сердце также становятся более безопасными [16]. Отмечается тенденция к применению МиЭКК во время видеоассистированных вмешательств на сердце из мини-доступа [35].

Параллельно с периоперационным использованием систем МиЭКК существуют рекомендации по их применению для непродолжительной экстракорпоральной поддержки жизни [36].

В последнее время в публикациях встречается сравнение МиЭКК при аортокоронарном шунтировании (АКШ) с операциями на работающем сердце (off-pump) [37]. В рекомендациях по реваскуляризации миокарда Европейского общества кардиологов (англ. European Society of Cardiology)/Европейской ассоциации кардиоторакальных хирургов (англ. European Association for Cardio-Thoracic Surgery) (2014) предлагается рассматривать АКШ off-pump в качестве операции выбора для пациентов высокого риска в крупных медицинских центрах (*класс рекомендации — IIa, уровень доказательности — B*) [38]. Самое большое и скрупулезно организованное многоцентровое исследование CORONARY

не выявило различий в отдаленных результатах между АКШ с ИК и off-pump [39]. В ближайшие сроки (в течение 30 дней) после АКШ off-pump отмечено статистически значимое снижение числа гемотрансфузий, реопераций по поводу кровотечений, случаев острого повреждения почек, длительности ИВЛ и респираторных осложнений по сравнению с группой ИК ( $p < 0,05$ ). Однако в группе off-pump констатировано меньшее количество анастомозов на пациента ( $p < 0,001$ ), а частота неполных реваскуляризаций (по интраоперационной оценке хирурга) была более высокой ( $p = 0,05$ ). Число ранних повторных реваскуляризаций миокарда было достоверно выше после АКШ off-pump ( $p = 0,01$ ), притом что в исследовании участвовали только опытные хирурги, одинаково владеющие обеими методиками [40]. Место АКШ off-pump в структуре оказания помощи остается предметом дискуссий [41]. На этом фоне МиЭКК выглядит привлекательной альтернативой, сохраняющей технические преимущества ИК, но позволяющей избежать его негативных эффектов [37]. Метаанализ, проведенный U. Benedetto и соавт., показал сравнимые результаты АКШ off-pump и МиЭКК в отношении госпитальной летальности, частоты нарушений мозгового кровообращения, случаев заместительной почечной терапии, послеоперационной фибрилляции предсердий, повторных вмешательств по поводу кровотечений, а также числа гемотрансфузий и объема послеоперационной кровопотери [42]. В зарубежных публикациях обсуждается вопрос о возможности применения МиЭКК в качестве стандарта при проведении реваскуляризации миокарда [37].

### ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНИ-ИНВАЗИВНОГО ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В ФГБУ «КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА» УПРАВЛЕНИЯ ДЕЛАМИ ПРЕЗИДЕНТА РФ

Методика МиЭКК применяется в ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ с 2015 г. На сегодняшний день выполнено 10 операций с МиЭКК, в том числе 9 операций АКШ и одна операция АКШ в сочетании с пластикой постинфарктной аневризмы сердца. Использовались системы III или IV типа (по классификации K. Anastasiadis и соавт. [16]). Проводились нормотермическая перфузия, кровяная перемежающаяся кардиоплегия по A. Calafiore и стандартное анестезиологическое сопровождение, адаптированное к МиЭКК. Часть операционной бригады уже имела опыт работы с МиЭКК, в связи с чем кривая обучения (англ. learning curve) как таковая отсутствовала [43]. Конверсии в классическое ИК ни в одном случае не потребовались.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексная стратегия мини-инвазивного экстракорпорального кровообращения (МиЭКК) позволяет успешно выполнять операции на сердце в условиях искусственного кровообращения (ИК), в том числе у пациентов с высоким риском осложнений и коморбидностью. По наблюдениям авторов, методика показала себя хорошо воспроизводимой и безопасной. МиЭКК потенциально позволяет редуцировать ряд негативных эффектов ИК: снизить выраженность системной воспалительной реакции и нарушений гемостаза; уменьшить число и объем гемотрансфузий и переливаний свежзамороженной донорской плазмы. В результате сокращаются сроки пребывания в ОРИТ и длительность госпитализации. Это позволяет рассматривать МиЭКК как составляющую протоколов ускоренного выздоровления пациентов (Fast Track).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бокерия Л. А., Гудкова Р. Г. Сердечно-сосудистая хирургия — 2015. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: изд-во НЦССХ им. А. Н. Бакулева; 2016: 5–7. [Bokeriya L. A., Gudkova R. G. Serdechno-sosudistaya khirurgiya — 2015. Bolezni i vrozhdennye anomalii sistemy krovoobrashcheniya. M.: izd-vo NTSSKh im. A. N. Bakuleva; 2016: 5–7. (in Russian)]
2. Anastasiadis K., Antonitsis P., Argiriadou H. Principles of Miniaturized Extracorporeal Circulation. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013: 137 p.
3. Бокерия Л. А. Лекции по сердечно-сосудистой хирургии. М.: изд-во НЦССХ им. А. Н. Бакулева; 2013: 139–47. [Bokeriya L. A. Lektsii po serdechno-sosudistoi khirurgii. M.: izd-vo NTSSKh im. A. N. Bakuleva; 2013: 139–47. (in Russian)]
4. Butler J., Rocker G. M., Westaby S. Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* 1993; 55 (2): 552–9.
5. Kirklin J. K., Westaby S., Blackstone E. H., Kirklin J. W., Chenoweth D. E., Pacifico A. D. Complement and the damaging effects of cardiopulmonary bypass. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1983; 86 (6): 845–57.
6. Appelblad M., Engström G. Fat contamination of pericardial suction blood and its influence on in vitro capillary-pore flow properties in patients undergoing routine coronary artery bypass grafting. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2002; 124 (2): 377–86.
7. Westerberg M., Bengtsson A., Jeppsson A. Coronary surgery without cardiomyotomy suction and autotransfusion reduces the postoperative systemic inflammatory response. *Ann. Thorac. Surg.* 2004; 78 (1): 54–9.
8. El-Sabbagh A. M., Toomasian C. J., Toomasian J. M., Ulysse G., Major T., Bartlett R. H. Effect of air exposure and suction on blood cell activation and hemolysis in an in vitro cardiomyotomy suction model. *ASAIO J.* 2013; 59 (5): 474–9.
9. Локшин Л. С., Лурье Г. О., Деметьева И. И. Искусственное и вспомогательное кровообращение в сердечно-сосудистой хирургии. М.: Пресса; 1998: 94–5. [Lokshin L. S., Lur'e G. O., Dement'eva I. I. Iskusstvennoe i vspomogatel'noe krovoobrashchenie v serdechno-sosudistoi khirurgii. M.: Pressa; 1998: 94–5. (in Russian)]
10. Habib R. H., Zacharias A., Schwann T. A., Riordan C. J., Durham S. J., Shah A. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in the adult: should current practice be changed? *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2003; 125 (6): 1438–50.
11. Gourlay T., Black R. A., eds. *Minimized cardiopulmonary bypass techniques and technologies.* Oxford: Woodhead Publ.; 2010: 272 p.
12. Anastasiadis K., Murkin J., Antonitsis P., Bauer A., Ranucci M., Gygax E. et al. Use of minimal invasive extracorporeal circulation in cardiac surgery: principles, definitions and potential benefits. A position paper from the Minimal invasive Extra-Corporeal Technologies international Society (MiECTiS). *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2016; 22 (5): 647–62.
13. Wiesenack C., Liebold A., Philipp A., Ritzka M., Koppenberg J., Birnbaum D. E. et al. Four years' experience with a miniaturized extracorporeal circulation system and its influence on clinical outcome. *Artif. Organs.* 2004; 28 (12): 1082–8.
14. Nollert G., Schwabenland I., Maktav D., Kur F., Christ F., Fraunberger P. et al. Miniaturized cardiopulmonary bypass in coronary artery bypass surgery: marginal impact on inflammation and coagulation but loss of safety margins. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 80 (6): 2326–32.
15. Mulholland J. W., Anderson J. R. Preventing the loss of safety margins with miniaturized cardiopulmonary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82 (5): 1952–3.
16. Anastasiadis K., Antonitsis P., Argiriadou H., Deliopoulos A., Grosomanidis V., Tossios P. Modular minimally invasive extracorporeal circulation systems; can they become the standard practice for performing cardiac surgery? *Perfusion.* 2015; 30 (3): 195–200.
17. Mazzei V., Nasso G., Salamone G., Castorino F., Tommasini A., Anselmi A. Prospective randomized comparison of coronary bypass grafting with minimal extracorporeal circulation system (MECC) versus off-pump coronary surgery. *Circulation.* 2007; 116 (16): 1761–7.
18. Society of Thoracic Surgeons Blood Conservation Guideline Task Force, Ferraris V. A., Brown J. R. et al.; Society of Cardiovascular Anesthesiologists Special Task Force on Blood Transfusion, Shore-Lesserson L. J., Goodnough L. T. et al.; International Consortium for Evidence Based Perfusion, Baker R. A., Dickinson T. A. et al. 2011 update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists blood conservation clinical practice guidelines. *Ann. Thorac. Surg.* 2011; 91 (3): 944–82.
19. Anastasiadis K., Antonitsis P., Haidich A.-B., Argiriadou H., Deliopoulos A., Papakonstantinou C. Use of minimal extracorporeal circulation improves outcome after heart surgery; a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int. J. Cardiol.* 2013; 164 (2): 158–69.
20. Biancari F., Rimpiläinen R. Meta-analysis of randomised trials comparing the effectiveness of miniaturised versus conventional cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Heart Br. Card. Soc.* 2009; 95 (12): 964–9.
21. Perthel M., El-Ayoubi L., Bendisch A., Laas J., Gerigk M. Clinical advantages of using mini-bypass systems in terms of blood product use, postoperative bleeding and air entrainment: an in vivo clinical perspective. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2007; 31 (6): 1070–5.
22. Bauer A., Diez C., Schubel J., El-Shouki N., Metz D., Eberle T. et al. Evaluation of hemodynamic and regional tissue perfusion effects of minimized extracorporeal circulation (MECC). *J. Extra Corpor. Technol.* 2010; 42 (1): 30–9.
23. Gygax E., Averina T., Muratov R., Shamsiev G., Khinchagov D., Jenni H. et al. Comparison of microcirculation during MiECT and conventional ECC measured by computer capillaroscopy in Aortic valve surgery. Presented at: 2<sup>nd</sup> International Symposium on Minimal Invasive Technologies (MiECT); June 9–11, 2016; Athens, Greece. URL: [http://static.livemedia.gr/livemedia/documents/al16906\\_us80\\_20160610151152\\_greece.pdf](http://static.livemedia.gr/livemedia/documents/al16906_us80_20160610151152_greece.pdf) (дата обращения — 12.05.2017).
24. Siepe M., Pfeiffer T., Gieringer A., Zemann S., Benk C., Schlensak C. et al. Increased systemic perfusion pressure during cardiopulmonary bypass is associated with less early postoperative cognitive dysfunction and delirium. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2011; 40 (1): 200–7.
25. Anastasiadis K., Argiriadou H., Kosmidis M. H., Megari K., Antonitsis P., Thomaidou E. et al. Neurocognitive outcome after coronary artery bypass surgery using minimal versus conventional extracorporeal circulation: a randomised controlled pilot study. *Heart Br. Card. Soc.* 2011; 97 (13): 1082–8.
26. Barry A. E., Chaney M. A., London M. J. Anesthetic management during cardiopulmonary bypass: a systematic review. *Anesth. Analg.* 2015; 120 (4): 749–69.
27. Anastasiadis K., Asteriou C., Antonitsis P., Argiriadou H., Grosomanidis V., Kyparissa M. et al. Enhanced recovery after elective coronary revascularization surgery with minimal versus conventional extracorporeal circulation: a prospective randomized study. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2013; 27 (5): 859–64.
28. Anastasiadis K., Antonitsis P., Kostarellou G., Kleontas A., Deliopoulos A., Grosomanidis V. et al. Minimally invasive extracorporeal circulation improves quality of life after coronary artery bypass grafting. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* Published online: June 14, 2016. URL: <http://ejcts.oxfordjournals.org/content/early/2016/06/14/ejcts.ezw210>. (дата обращения — 12.05.2017).
29. Zangrillo A., Garozzo F. A., Biondi-Zoccai G., Pappalardo F., Monaco F., Crivellari M. et al. Miniaturized cardiopulmonary bypass improves short-term outcome in cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled studies. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010; 139 (5): 1162–9.
30. Puehler T., Haneya A., Philipp A., Camboni D., Hirt S., Zink W. et al. Minimized extracorporeal circulation in coronary artery bypass surgery is equivalent to standard extracorporeal circulation in patients with reduced left ventricular function. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010; 58 (4): 204–9.
31. Harling L., Warren O. J., Martin A., Kemp P. R., Evans P. C., Darzi A. et al. Do miniaturized extracorporeal circuits confer significant clinical benefit without compromising safety? A meta-analysis of randomized controlled trials. *ASAIO J.* 2011; 57 (3): 141–51.

32. Issitt R. W., Mulholland J. W., Oliver M. D., Yarham G. J., Borra P. J., Morrison P. et al. Aortic surgery using total miniaturized cardiopulmonary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* 2008; 86 (2): 627–31.
33. Kowalewski M., Pawliszak W., Raffa G. M., Malvindi P. G., Kowalkowska M. E., Zaborowska K. et al. Safety and efficacy of miniaturized extracorporeal circulation when compared with off-pump and conventional coronary artery bypass grafting: evidence synthesis from a comprehensive Bayesian-framework network meta-analysis of 134 randomized controlled trials involving 22 778 patients. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2016; 49 (5): 1428–40.
34. Rogers C. Conventional versus Minimally Invasive extra-corporeal circulation in patients undergoing Cardiac Surgery: a randomised controlled trial (COMICS). Presented at: 2<sup>nd</sup> International Symposium on Minimal Invasive Technologies (MiECT); June 9–11, 2016; Athens, Greece. URL: [http://static.livemedica.gr/livemedica/documents/al16906\\_us80\\_20160610170452\\_1\\_comics\\_athens\\_meeting\\_v4.pdf](http://static.livemedica.gr/livemedica/documents/al16906_us80_20160610170452_1_comics_athens_meeting_v4.pdf) (дата обращения — 12.05.2017).
35. Fernandes P., MacDonald J., Cleland A., Mayer R., Fox S., Kiaii B. The use of a mini bypass circuit for minimally invasive mitral valve surgery. *Perfusion.* 2009; 24 (3): 163–8.
36. Camboni D., Philipp A., Hirt S., Schmid C. Possibilities and limitations of a miniaturized long-term extracorporeal life support system as bridge to transplantation in a case with biventricular heart failure. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2009; 8 (1): 168–70.
37. Anastasiadis K., Antonitsis P., Bauer A., Carrel T. Minimal invasive extracorporeal circulation should become the standard practice in coronary revascularization surgery. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2016; 50 (1): 189–94.
38. Kolh P., Windecker S., Alfonso F., Collet J. P., Cremer J., Falk V. et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg.* 2014; 46 (4): 517–92.
39. Lamy A., Devereaux P. J., Prabhakaran D., Taggart D. P., Hu S., Paolasso E. et al. Effects of off-pump and on-pump coronary-artery bypass grafting at 1 year. *N. Engl. J. Med.* 2013; 368 (13): 1179–88.
40. Lamy A., Devereaux P. J., Prabhakaran D., Taggart D. P., Hu S., Paolasso E. et al. Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days. *N. Engl. J. Med.* 2012; 366 (16): 1489–97.
41. Sniecinski R. M. OPCAB vs CABG Where is the Difference? Paper presented at: The Society of Cardiovascular Anesthesiologists (SCA) 36<sup>th</sup> Annual Meeting & Workshops; March 29 — April 2, 2014; New Orleans, USA. URL: [http://www.scahq.org/files/Conference\\_2014\\_Annual\\_Syllabi\\_Sessions/OPCAB-Sniecinski.pdf](http://www.scahq.org/files/Conference_2014_Annual_Syllabi_Sessions/OPCAB-Sniecinski.pdf) (дата обращения — 12.05.2017).
42. Benedetto U., Ng C., Frati G., Biondi-Zoccai G., Vitulli P., Zeinah M. et al. Miniaturized extracorporeal circulation versus off-pump coronary artery bypass grafting: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int. J. Surg. Lond. Engl.* 2015; 14: 96–104.
43. Дворянчикова В. А., Цепенщиков В. А., Губайдуллин Р. Р., Аврусина Е. К., Гагаев А. В., Пиданов О. Ю. и др. Первый опыт применения мини-инвазивного экстракорпорального кровообращения при операциях на открытом сердце в ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. Вторая конференция МНХО «ФАСТ ТРАК», Москва, 2016. URL: [http://www.2016.fast-track.pro/public/uploads/FT/2016/FT2016\\_abstracts.pdf](http://www.2016.fast-track.pro/public/uploads/FT/2016/FT2016_abstracts.pdf) (дата обращения — 12.05.2017). [Dvoryanchikova V. A., Tsepenshchikov V. A., Gubaidullin R. R., Avrusina E. K., Gagaev A. V., Pidanov O. Yu. i dr. Pervyi opyt primeneniya mini-invazivnogo ekstrakorporal'nogo krovoobrashcheniya pri operatsiyakh na otkrytom serdtse v FGBU «Klinicheskaya bol'nitsa» UD Prezidenta RF. Vtoraya konferentsiya MNKhO «FAST TRAK», Moskva, 2016. [http://www.2016.fast-track.pro/public/uploads/FT/2016/FT2016\\_abstracts.pdf](http://www.2016.fast-track.pro/public/uploads/FT/2016/FT2016_abstracts.pdf) (in Russian)] ■

Библиографическая ссылка:

Дворянчикова В. А., Пасечник И. Н., Цепенщиков В. А., Губайдуллин Р. Р., Пиданов О. Ю., Васягин Е. В. Пути предотвращения постперфузионного синдрома при операциях на сердце у взрослых // Доктор.Ру. 2017. № 6 (135). С. 12–18.

Citation format for this article:

Dvoryanchikova V. A., Pasechnik I. N., Tsepenshchikov V. A., Gubaidullin R. R., Pidalov O. Yu., Vasyagin E. V. Preventing Postperfusion Syndrome in Adults after Cardiac Surgery. *Doctor.Ru.* 2017; 6(135): 12–18.



# Реверсия нейромышечного блока как компонент программы ранней послеоперационной реабилитации в онкохирургии

В. Э. Хороненко, Д. С. Баскаков, А. Б. Рябов, А. С. Маланова, О. В. Пикин, П. А. Суворин

Московский научно-исследовательский онкологический институт имени П. А. Герцена — филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский радиологический центр» Минздрава России

**Цель исследования:** оценить эффективность и безопасность применения неостигмина метилсульфата и сугаммадекса для реверсии нейромышечного блока (НМБ) в программе мультимодальной ранней послеоперационной реабилитации.

**Дизайн:** проспективное рандомизированное исследование.

**Материалы и методы.** Пациентам онкологического профиля ( $n = 100$ ; средний возраст —  $57 \pm 8,5$  года) производили открытые лобэктомии с бронхопластикой или пневмонэктомии в условиях сочетанной общей анестезии с эпидуральным компонентом. Миоплегию (TOF = 1–2) осуществляли рокурония бромидом. Больных рандомизировали на две группы: по окончании операции в группе N ( $n = 50$ ) пациентам вводили неостигмина метилсульфат (50 мкг/кг) и атропина сульфат (10 мкг/кг), в группе S ( $n = 50$ ) — сугаммадекс (2 мг/кг). Эффективность реверсии оценивали при помощи TOF-мониторинга.

**Результаты.** В группе S реверсия НМБ (TOF > 90%) была достигнута быстрее, чем в группе N ( $2,6 \pm 1,2$  и  $9,5 \pm 12,9$  минуты соответственно,  $p < 0,05$ ). Время пребывания пациентов группы S в операционном зале после операции было меньше, чем в группе N ( $9,2 \pm 4,3$  и  $14,2 \pm 11,4$  минуты соответственно,  $p < 0,05$ ). Различия по частоте развития тяжелых послеоперационных осложнений не выявлены, однако в группе N пациенты достоверно чаще страдали послеоперационной тошнотой и рвотой.

**Заключение.** Сугаммадекс обладает более высокой и предсказуемой эффективностью в реверсии НМБ, вызванного стероидными миорелаксантами, чем неостигмина метилсульфат, при отсутствии значимых побочных эффектов.

**Ключевые слова:** реверсия нейромышечного блока, неостигмин, сугаммадекс.

## Surgical Oncology: Neuromuscular Blockade Reversal as a Component of Early Postoperative Rehabilitation

V. E. Khoronenko, D. S. Baskakov, A. B. Ryabov, A. S. Malanova, O. V. Pikin, P. A. Suvorin

P. A. Herzen Moscow Oncology Research Institute, a branch of the National Medical Research Center for Radiology (a Federal Government-Funded Institution), Russian Ministry of Health

**Study Objective:** To assess the efficacy and safety of neostigmine methylsulfate and sugammadex for neuromuscular blockade (NMB) reversal as part of early multimodal postoperative rehabilitation.

**Study Design:** This was a prospective randomized study.

**Materials and Methods:** Open lobectomy with bronchial reconstruction or pneumonectomy was performed under combined epidural/general anesthesia in a group of cancer patients ( $n = 100$ ; mean age  $57 \pm 8.5$ ). Muscle relaxation (TOF 1–2) was achieved using rocuronium bromide. Patients were randomized into two groups. After surgery patients were given either neostigmine methylsulfate 50  $\mu$ g/kg and atropine sulfate 10  $\mu$ g/kg (group N,  $n = 50$ ) or sugammadex 2 mg/kg (group S,  $n = 50$ ). The efficacy of reversal was assessed by TOF monitoring.

**Study Results:** In group S NMB reversal (TOF > 90%) was achieved earlier than in group N ( $2.6 \pm 1.2$  vs.  $9.5 \pm 12.9$  min, respectively,  $p < 0.05$ ). After surgery patients in group S stayed in the operating room for shorter periods than patients in group N ( $9.2 \pm 4.3$  vs.  $14.2 \pm 11.4$  min, respectively,  $p < 0.05$ ). There were no differences in the frequency of severe postoperative complications, but postoperative nausea and vomiting were observed significantly more often in group N.

**Conclusion:** Compared to neostigmine methylsulfate, sugammadex is more effective and its effects are more predictable in reversing NMB caused by steroid muscle relaxants. Moreover, its use is not associated with any significant side effects.

**Keywords:** neuromuscular blockade reversal, neostigmine, sugammadex.

**М**ультимодальная программа ранней реабилитации пациентов после хирургических вмешательств (англ. Enhanced Recovery After Surgery — ERAS) представляет собой стандартизированный междисциплинарный протокол хирургической помощи, который включает в себя доказа-

тельно обоснованные меры по минимизации хирургического стресса, ускорению физиологического и функционального восстановления, уменьшению количества осложнений и сокращению сроков госпитализации [1]. Многие исследования показали, что внедрение программы ERAS позволяет

Баскаков Данил Сергеевич — к. м. н., старший научный сотрудник отдела анестезиологии и реанимации МНИОИ им. П. А. Герцена — филиала ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. 125284, г. Москва, 2-й Боткинский пр-д, д. 3. E-mail: Daniil\_Bask@mail.ru  
Маланова Анна Сергеевна — младший научный сотрудник отдела анестезиологии и реанимации МНИОИ им. П. А. Герцена — филиала ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. 125284, г. Москва, 2-й Боткинский пр-д, д. 3. E-mail: khoronenko\_mnioi@mail.ru  
Пикин Олег Валентинович — д. м. н., руководитель отделения торакальной хирургии отдела анестезиологии и реанимации МНИОИ им. П. А. Герцена — филиала ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. 125284, г. Москва, 2-й Боткинский пр-д, д. 3. E-mail: khoronenko\_mnioi@mail.ru  
Рябов Андрей Борисович — д. м. н., руководитель отдела торакоабдоминальной онкохирургии МНИОИ им. П. А. Герцена — филиала ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. 125284, г. Москва, 2-й Боткинский пр-д, д. 3. E-mail: khoronenko\_mnioi@mail.ru  
Суворин Павел Андреевич — младший научный сотрудник отдела анестезиологии и реанимации МНИОИ им. П. А. Герцена — филиала ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. 125284, г. Москва, 2-й Боткинский пр-д, д. 3. E-mail: khoronenko\_mnioi@mail.ru  
Хороненко Виктория Эдуардовна — д. м. н., руководитель отдела анестезиологии и реанимации МНИОИ им. П. А. Герцена — филиала ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. 125284, г. Москва, 2-й Боткинский пр-д, д. 3. E-mail: khoronenko\_mnioi@mail.ru



сократить продолжительность пребывания пациентов в стационаре, уменьшить частоту повторных госпитализаций и реопераций, смертность и количество осложнений, улучшить контроль над болевым синдромом. На этом фоне снижаются затраты на лечение, а также повышается удовлетворенность пациентов его качеством. Преимущества ERAS продемонстрированы в различных областях хирургии [2–5].

Особое внимание в программе ERAS уделено предотвращению бронхопульмональных осложнений. Многие элементы протокола ERAS способны предупредить периоперационное повреждение легких или оказать благотворное влияние на тяжесть и характер течения послеоперационных осложнений [6]. Показано, что использование протективной ИВЛ: низкого дыхательного объема (5–7 мл/кг) и положительного давления конца выдоха (5 мбар) — позволяет статистически значимо уменьшить частоту пульмональных осложнений [7, 8].

Послеоперационные бронхопульмональные осложнения имеют важнейшее значение в торакальной онкохирургии. Хирургия рака легкого подразумевает расширенные объемы оперативных вмешательств и, как следствие, массивную редукцию легочной ткани; часто выполняются пневмонэктомии. У ряда пациентов с целью сокращения объема удаляемой легочной ткани применяются различные варианты бронхопластики. При вовлечении в патологический процесс карины или колец трахеи осуществляются резекция и сложнейшая реконструкция в данной зоне. Для вышеназванных групп пациентов, помимо традиционных послеоперационных осложнений, характерен высокий риск нарушения целостности швов, обеспечивающих герметичность культи бронха или сформированных анастомозов. Осложнения такого рода часто требуют выполнения повторного оперативного вмешательства и нередко приводят к фатальным последствиям [9–11].

Это наводит на мысль, что действующие принципы ERAS по профилактике бронхопульмональных осложнений для пациентов, прооперированных на легких, необходимо расширить. Согласно существующим рекомендациям, пациенты, перенесшие подобные оперативные вмешательства, должны быть экстубированы в операционной [12]. ИВЛ, продолженная в послеоперационном периоде, способствует развитию пневмонии, затрудняет отхождение бронхиального секрета и неблагоприятно влияет на анастомозы за счет положительного давления в дыхательных путях [13]. Кроме того, считается, что при продленной ИВЛ повышается частота бронхопульмональных осложнений, в том числе связанных с нарушением герметичности бронхиальных швов [14, 15].

Таким образом, необходимость ранней, желательной на операционном столе, экстубации пациентов, имеющих риск послеоперационного нарушения герметичности бронхиальных швов, не вызывает сомнений. На настоящий момент представляет интерес выбор оптимального варианта восстановления нейромышечной проводимости (НМП).

**Цель исследования** заключалась в оценке эффективности и безопасности применения препаратов с разным механизмом действия — неостигмина метилсульфата и сугаммадекса — для реверсии нейромышечного блока (НМБ) в программе мультимодальной ранней реабилитации пациентов после хирургических вмешательств.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа проведена под руководством д. м. н. В. Э. Хороненко на базе Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена — филиала ФГБУ

«Национальный медицинский исследовательский радиологический центр» Минздрава России (отдел анестезиологии и реанимации и отдел торакоабдоминальной онкохирургии).

В исследование вошли 100 пациентов (74 мужчины и 26 женщин в возрасте  $57 \pm 8,5$  года и с физическим статусом по шкале ASA преимущественно II–III), которым производились открытые оперативные вмешательства в объеме лобэктомии с бронхопластикой или пневмонэктомии по поводу рака легких либо метастазов рака других локализаций в легкие.

Для профилактики послеоперационного болевого синдрома за сутки до операции назначали антиконвульсант прегабалин — 75 мг 2 раза в сутки *per os*. На ночь перед операцией пациенты получали диазепам в дозе 10 мг в/м. За 2 часа до операции больные принимали утреннюю дозу прегабалина (75 мг). Пациентам проводили сочетанную общую анестезию с эпидуральным компонентом. Катетеризацию эпидурального пространства осуществляли на уровне Th4–Th6 с последующим проведением катетера в краниальном направлении на 4 см; затем начинали инфузию модифицированной смеси Брейвика (ропивакаин 3 мг/мл + фентанил 4 мкг/мл + адреналин 2 мкг/мл) со скоростью 5–15 мл/ч в течение операции. В послеоперационном периоде продолжалась дотация смеси Брейвика. Индукция анестезии включала в себя фентанил (0,002 мг/кг), пропофол (2 мг/кг), кетамин (25 мг), миорелаксацию рокурония бромидом в дозе 1,5 мг/кг. Для поддержания анестезии применяли десфлуран в дозе 0,5–1,0 МАК и фентанил болюсно в дозе 0,05–0,1 мг в/в на травматичных этапах операции и по мере необходимости, ориентируясь на показатели гемодинамики. Введение миорелаксанта рокурония бромида по 10–15 мг каждые 20–30 минут проводили под контролем TOF-мониторинга (глубина блока поддерживалась на уровне TOF 1–2). В конце операции для профилактики вторичной гиперальгезии всем пациентам вводили анальгетик центрального действия нефопам в дозе 20 мг в/м.

Пациенты были рандомизированы на две группы, различавшиеся по способу реверсии НМБ. *Группа N* (неостигмин,  $n = 50$ ): по окончании операции пациентам вводили ингибитор холинэстеразы неостигмина метилсульфат в дозе 50 мкг/кг и атропина сульфат в дозе 10 мкг/кг (для коррекции побочных эффектов неостигмина). *Группа S* (сугаммадекс,  $n = 50$ ): по окончании вмешательства пациентам вводили препарат с прямым механизмом восстановления НМП за счет инкапсуляции миорелаксанта — сугаммадекс (Брайдан, производитель — MSD, США) в дозе 2 мг/кг.

Оценка восстановления НМП осуществлялась при помощи TOF-мониторинга. С момента введения препарата для реверсии НМБ оценивали длительность периода до начала регистрации показателя TOF > 90%, после чего прекращали подачу десфлурана. Элиминацию ингаляционного анестетика из аппаратного контура осуществляли потоком свежего газа (10 л/мин).

Всех пациентов экстубировали на операционном столе после восстановления спонтанного дыхания, акта глотания и рефлекторной защиты дыхательных путей и далее переводили в ОРИТ для динамического наблюдения. Прием воды и пищи был разрешен через 2 часа после экстубации.

Интраоперационно осуществляли стандартный мониторинг показателей гемодинамики (АД, пульс, сатурация, ЭКГ), уровня анестезии (энтропия), НМП (TOF-мониторинг при стимуляции каждые 20 секунд). Выполняли регистрацию продолжительности операции (T1), длительности реверсии

НМБ с момента введения препарата для восстановления НМП до показателя TOF > 90% (T2), временного интервала между окончанием операции и началом транспортировки пациента из операционной (T3), суммарного времени пребывания больного в операционной (T4).

В первые сутки послеоперационного периода регистрировали интенсивность посттотаракотомического болевого синдрома (ПТБС) и наличие послеоперационной тошноты и рвоты (ПОТР) на различных этапах: 1-я оценка — сразу после экстубации, три последующие — по окончании 1 часа, 12 и 24 часов после экстубации. Для оценки интенсивности ПТБС и послеоперационной тошноты использовали 100-миллиметровую визуально-аналоговую шкалу (ВАШ): пациентам предлагалось оценить интенсивность осложнения в баллах, установив специальный бегунок в определенной точке. Крайние точки шкалы для ПТБС были определены как «нет боли» и «настолько сильно болит, насколько это возможно себе представить», для послеоперационной тошноты — как «нет тошноты» и «настолько сильно тошнит, насколько это возможно себе представить». ПОТР определяли при наличии как минимум одного из трех событий: факта рвоты, факта позыва на рвоту, послеоперационной тошноты интенсивностью выше 50 баллов по ВАШ.

Кроме того, оценивали продолжительность пребывания пациентов в ОРИТ и стационаре, частоту осложнений, летальность.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 6.0 для Windows (StatSoft Inc., США). Различия между относительными величинами оценивали с помощью критерия Пирсона ( $\chi^2$ ), между абсолютными величинами — с помощью U-критерия Манна — Уитни. Разницу показателей признавали статистически значимой при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Пациенты групп сравнения не имели различий по демографическим характеристикам, физическому статусу и объему проведенного хирургического лечения. Сравнительный анализ течения анестезии и операции показал, что продолжительность вмешательства, кровопотеря, потребность в анестетиках, опиоидных анальгетиках и миорелаксантах также достоверно не различались (табл. 1).

При оценке временных интервалов восстановления НМП и нахождения пациента в операционной период T1 не имел различий в группах сравнения. Периоды T2 и T3 в группе S были достоверно меньше, чем в группе N, т. е. реверсия НМБ и начало транспортировки больного из операционного зала при использовании сугаммадекса происходили статистически значимо раньше, чем при применении неостигмина. Однако в связи с широким разбросом продолжительности хирургического вмешательства различия в 15–20 минут, достигнутые в эти периоды, не повлекли за собой статистически значимой разницы по интервалу T4. Общее время нахождения пациента в операционной в группах сравнения было одинаковым (табл. 2).

Использование различных вариантов восстановления НМП не оказало влияния на частоту развития и выраженность ПТБС. В первые сутки после операции в обеих группах на фоне профилактической терапии отмечался ПТБС слабой степени выраженности (табл. 3).

Иные результаты были получены при анализе частоты и интенсивности такого неприятного осложнения, как ПОТР. В группе N пациенты страдали ПОТР достоверно чаще, чем

в группе S (см. табл. 3). Возможно, развитие ПОТР в ранние сроки после экстубации трахеи было связано с непосредственным влиянием неостигмина на вегетативный тонус, так как в более поздние часы послеоперационного периода различий по частоте ПОТР выявлено не было. Прием жидкости и энтеральное питание в группах N и S были начаты в одинаковые сроки.

Послеоперационный период оценивали также по количеству осложнений и времени пребывания пациентов в ОРИТ и стационаре. Проведенный анализ не выявил статистически значимых различий между группами N и S по частоте развития послеоперационного делирия, пневмонии и сердечно-сосудистых расстройств. Частота хирургических осложнений, таких как кровотечение и несостоятельность культи бронха, в группах сравнения также не различалась. Пациенты обеих

Таблица 1

### Характеристика исследуемых групп

Параметры	Группы	
	N (n = 50)	S (n = 50)
Возраст, лет	55,57 ± 8,54	57,76 ± 9,09
Пол (м/ж)	38/12	36/14
ИМТ	26,85 ± 1,08	26,58 ± 3,93
Физический статус по шкале ASA (I/II/III)	5/28/17	4/35/11
Характер операции (ЛЭ/ПЭ)	10/40	9/41
Фентанил, мг/кг	0,008 ± 0,002	0,090 ± 0,003
Ропивакаин, мг/кг	1,14 ± 0,08	1,18 ± 0,07
Десфлуран, МАК поддержания анестезии	0,5–0,9	0,5–1,0
Рокурония бромид, мг/кг	1,10 ± 0,25	1,20 ± 0,40
Продолжительность операции, ч	3,5 ± 0,95	3,3 ± 1,03
Кровопотеря, мл	380 ± 105,7	354 ± 113,5

Примечание: ИМТ — индекс массы тела; ЛЭ — лобэктомия с бронхопластикой; ПЭ — пневмонэктомия; ASA — American Society of Anesthesiologists (Американское общество анестезиологов).

Таблица 2

### Средние значения временных интервалов в исследуемых группах

Параметры	Группы		P
	N (n = 50)	S (n = 50)	
T1, ч	3,5 ± 0,95	3,3 ± 1,03	> 0,05
T2, мин.	9,5 ± 12,9	2,6 ± 1,2	<b>0,01</b>
T3, мин.	14,2 ± 11,4	9,2 ± 4,3	<b>0,03</b>
T4, ч	4,1 ± 1,18	3,9 ± 1,05	> 0,05

Примечание: T1 — продолжительность операции; T2 — длительность восстановления нейромышечной проводимости до TOF > 90%; T3 — время между окончанием операции и началом транспортировки пациента из операционной; T4 — суммарное время пребывания больного в операционной.

Динамика постторакалотомического болевого синдрома и послеоперационной тошноты и рвоты в исследуемых группах в первые сутки после операции

Группа	Этапы оценки			
	экстубация	через 1 час	через 12 часов	через 24 часа
<b>Интенсивность ПТБС, баллы ВАШ</b>				
N (n = 50)	0,09 ± 0,06	0,10 ± 0,05	0,27 ± 0,05	0,39 ± 0,05
S (n = 50)	0,07 ± 0,07	0,09 ± 0,06	0,29 ± 0,07	0,37 ± 0,06
<b>Количество пациентов с ПОТР</b>				
N (n = 50)	10*	5	0	0
S (n = 50)	3	3	0	0

\* P < 0,05 при сравнении с группой S.

Примечание: ВАШ — визуальная аналоговая шкала; ПОТР — послеоперационная тошнота и рвота; ПТБС — постторакалотомический болевой синдром.

групп провели равное время в палате интенсивной терапии и в стационаре в целом (табл. 4).

За время исследования от нозокомиальной пневмонии, устойчивой к антибактериальной терапии, скончался один пациент из группы N (см. табл. 4).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Неотъемлемым компонентом анестезиологического обеспечения хирургических вмешательств является блокада нейромышечного проведения, позволяющая достичь максимального обзора зоны операции и эффективной ИВЛ. В представленной работе изучено влияние препаратов для реверсии НМБ, обладающих принципиально различным механизмом действия, на послеоперационную реабилитацию онкологических больных, перенесших обширные вмешательства на легких.

В группах сравнения использовали неостигмин и сугаммадекс. Неостигмин — препарат мускариноподобного действия, который относится к группе ингибиторов холинэстеразы, что определяет его активирующее влияние на парасимпатическую нервную систему и известные побочные эффекты, нивелировать которые приходится введением холинолитиков. Действие сугаммадекса обусловлено прямым захватом молекулы стероидного миорелаксанта, его

инкапсуляцией и выведением через почки. Ввиду этого он лишен каких-либо побочных эффектов.

В качестве показателя ранней послеоперационной реабилитации было оценено время, которое потребовалось для восстановления НМП до TOF > 90% после введения того или иного препарата. Проведено также сравнение времени с момента окончания операции до возможности осуществить транспортировку пациента на самостоятельном дыхании в ОРИТ и суммарной продолжительности пребывания пациента в операционном зале. Проанализировано течение послеоперационного периода у торакальных больных с позиций частоты развития осложнений и сроков пребывания в ОРИТ и в стационаре в целом.

В нашей работе удалось показать преимущество сугаммадекса в средней дозе 2 мг/кг перед неостигмином в дозе 50 мкг/кг при реверсии НМБ у пациентов, которым в связи с особенностями операции (легочные осложнения) и анестезии (использование двухпросветной трубки) показана ранняя экстубация на операционном столе. При применении сугаммадекса для наступления достаточной реверсии НМБ (TOF > 90%), позволяющей анестезиологу принять решение о подготовке к экстубации, требуется достоверно меньше времени, чем при использовании неостигмина. Данные результаты, вероятнее всего, связаны с тем,

Течение послеоперационного периода в исследуемых группах

Показатель оценки	Группы		P
	N (n = 50)	S (n = 50)	
Послеоперационное кровотечение, абс.	0	0	1
Негерметичность бронхов, абс.	1	0	0,3
Пневмония, абс.	1	0	0,3
Послеоперационный делирий, абс.	2	1	0,6
Кардиоваскулярные осложнения, абс.	2	2	1
Осложнения (суммарно), абс.	6	3	0,3
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сут.	1,70 ± 2,00	1,38 ± 0,75	0,8
Продолжительность госпитализации, сут.	14,24 ± 1,44	14,36 ± 1,79	0,9
Послеоперационная летальность (до 30 сут. после операции), абс.	1	0	0,3

Примечание: ВАШ — визуальная аналоговая шкала; ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии.

что наступление эффекта сугаммадекса происходит раньше и является более предсказуемым. Стандартное отклонение средней величины времени с момента внутривенного введения агента для реверсии НМБ до регистрации TOF > 90% в группе сугаммадекса составило  $\pm 1,2$  минуты, в то время как в группе неостигмина —  $\pm 12,9$  минуты. Более высокое значение стандартного отклонения в группе неостигмина говорит о большей волатильности данных. В такой выборке данные беспорядочно и сильно рассеяны вокруг центра, что на практике определяет непредсказуемость и ненадежность эффектов исследуемого препарата.

Кроме того, сокращение времени, необходимого для восстановления адекватной НМП и последующей экстубации, в группе сугаммадекса привело к статистически значимому уменьшению периода пребывания пациента в операционном зале после окончания операции.

Полученные нами результаты соответствуют данным мировой литературы, согласно которым сугаммадекс обладает преимуществом перед неостигмином в восстановлении НМП как при глубоком, так и при поверхностном блоке [16–18]. Углубленный анализ современной литературы позволил найти указания на то, что время реверсии глубокого НМБ сугаммадексом может достигать 20 минут [17, 19].

В нашем исследовании проанализированы выраженность ПТБС и частота ПОТР при разных вариантах реверсии НМБ. По частоте возникновения и выраженности болевого синдрома различий в группах сравнения не выявлено. Однако в первые сутки после операции пациенты, которые после экстубации трахеи получили неостигмин, страдали ПОТР чаще, чем получившие сугаммадекс: 10/50 и 3/50 соответственно ( $p < 0,05$ ). В дальнейшем послеоперационный период в обеих группах протекал без ПОТР. Подобная ситуация обусловлена, по-видимому, эметогенными свойствами неостигмина, относящегося к группе ингибиторов холинэстеразы и оказывающего мускариноподобное воздействие на ЖКТ и его перистальтику [20]. В ряде работ показано, что частота развития ПОТР при использовании неостигмина имеет четкий дозозависимый характер. Так, при его применении в дозе 1,5 мг тошнота и рвота после оперативных

вмешательств развиваются более чем в 2 раза реже, чем в дозе 2,5 мг [21].

В отношении сроков пребывания пациентов в ОРИТ и в стационаре сугаммадекс в качестве агента для реверсии НМБ не показал достоверных преимуществ перед неостигмином, однако в мировой практике подобные результаты есть. По-видимому, их можно связать со статистически значимым влиянием продолжительности ИВЛ на риск развития легочных осложнений у данной категории больных [22, 23]. В нашей работе использование сугаммадекса позволило сократить время ИВЛ в среднем на 15 минут, что в ряде случаев имеет значение. Однако достоверной разницы между группами исследования ни по частоте серьезных послеоперационных осложнений, ни по срокам пребывания в стационаре не было обнаружено, что также не противоречит результатам ряда работ [18, 24, 25].

В современной литературе по вопросам влияния реверсии НМБ на сроки послеоперационной реабилитации торакальных больных одним из самых распространенных подходов к изучению НМБ является его оценка с позиций оптимальной глубины блока [26, 27]. В нашей повседневной практике мы стараемся поддерживать TOF на уровне 1–2, на данный момент считающемся достаточным, однако поиск оптимальной глубины НМБ в торакальной хирургии и оценка влияния этого параметра на результаты лечения представляют несомненный интерес.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ восстановления нейромышечной передачи после обширных онкологических вмешательств на легких с помощью неостигмина и сугаммадекса показал, что последний имеет ряд преимуществ, позволяющих считать его препаратом выбора у торакальных больных, нуждающихся в максимально раннем проведении экстубации трахеи и переводе с искусственной вентиляции легких на самостоятельное дыхание. Он обладает высокой и предсказуемой эффективностью при реверсии нейромышечного блока, вызванного стероидными миорелаксантами, при отсутствии значимых побочных эффектов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Kehlet H., Wilmore D. W. Multimodal strategies to improve surgical outcome. *Am. J. Surg.* 2002; 183 (6): 630–41.
2. Khoo C. K., Vickery C. J., Forsyth N., Vinall N. S., Eyre-Brook I. A. A prospective randomized controlled trial of multimodal perioperative management protocol in patients undergoing elective colorectal resection for cancer. *Ann. Surg.* 2007; 245 (6): 867–72.
3. Kehlet H., Dahl J. B. Anaesthesia, surgery, and challenges in postoperative recovery. *Lancet.* 2003; 362 (9399): 1921–8.
4. Wind J., Polle S. W., Fung Kon Jin P. H., Dejong C. H., von Meyenfeldt M. F., Ubbink D. T. et al.; Laparoscopy and/or Fast Track Multimodal Management Versus Standard Care (LAFA) Study Group; Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) Group. Systematic review of enhanced recovery programmes in colonic surgery. *Br. J. Surg.* 2006; 93 (7): 800–9.
5. Gouvas N., Tan E., Windsor A., Xynos E., Tekkis P. P. Fast-track vs standard care in colorectal surgery: a meta-analysis update. *Int. J. Colorectal Dis.* 2009; 24 (10): 1119–31.
6. Jeffrey H. Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Protocols and Perioperative Lung Protection. *J. Anesth. Perioper. Med.* 2014; 1 (1): 50–6.
7. Schilling T., Koziar A., Huth C., Bühling F., Kretzschmar M., Welte T. et al. The pulmonary immune effects of mechanical ventilation in patients undergoing thoracic surgery. *Anesth. Analg.* 2005; 101 (4): 957–65.
8. Yang M., Ahn H. J., Kim K., Kim J. A., Yi C. A., Kim M. J. et al. Does a protective ventilation strategy reduce the risk of pulmonary complications after lung cancer surgery?: a randomized controlled trial. *Chest.* 2011; 139 (3): 530–7.
9. Panagopoulos N. D., Apostolakis E., Koletsis E., Prokakis C., Hountis P., Sakellaropoulos G. et al. Low incidence of bronchopleural fistula after pneumonectomy for lung cancer. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2009; 9 (4): 571–5.
10. Birdas T. J., Morad M. H., Okereke I. C., Rieger K. M., Kruter L. E., Mathur P. N. et al. Risk factors for bronchopleural fistula after right pneumonectomy: does eliminating the stump diverticulum provide protection? *Ann. Surg. Oncol.* 2012; 19 (4): 1336–42.
11. Mitchell J. D., Mathisen D. J., Wright C. D., Wain J. C., Donahue D. M., Moncure A. C. et al. Clinical experience with carinal resection. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1999; 117 (1): 39–52.
12. Kaiser L. R., Kron I. L., Spray T. L. *Mastery of Cardiothoracic Surgery*. USA, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007: 1069 p. (P. 69.)
13. Alex G. L., Walter H. M. *Complications in Cardiothoracic Surgery: Avoidance and Treatment*. 2<sup>nd</sup> ed. USA: Wiley-Blackwell, 2009: 496 p. (P. 30.)
14. Ernst A., Herth F. J. F. *Principles and Practice of Interventional Pulmonology*. USA, New York: Springer, 2013: 757 p.
15. Mitchell J. D., Mathisen D. J., Wright C. D., Wain J. C., Donahue D. M., Moncure A. C. et al. Clinical experience with carinal resection. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1999; 117 (1): 39–52.



16. Geldner G., Niskanen M., Laurila P., Mizikov V., Hübler M., Beck G. et al. A randomised controlled trial comparing sugammadex and neostigmine at different depths of neuromuscular blockade in patients undergoing laparoscopic surgery. *Anaesthesia*. 2012; 67 (9): 991–8.
17. Della Rocca G., Pompei L., Pagan D. E., Paganis C., Tesoro S., Mendola C. et al. Reversal of rocuronium induced neuromuscular block with sugammadex or neostigmine: a large observational study. *Acta Anaesthesiol. Scand*. 2013; 57 (9): 1138–45.
18. Putz L., Dransart C., Jamart J., Marotta M. L., Delnooz G., Dubois P. E. Operating room discharge after deep neuromuscular block reversed with sugammadex compared with shallow block reversed with neostigmine: a randomized controlled trial. *J. Clin. Anesth*. 2016; 35: 107–13.
19. Van Gestel L., Cammu G. Is the effect of sugammadex always rapid in onset? *Acta Anaesthesiol. Belg*. 2013; 64 (2): 41–7.
20. Watcha M. F., White P. F. Postoperative nausea and vomiting: Its etiology, treatment, and prevention. *Anesthesiology*. 1992; 77 (1): 162–84.
21. Tramèr M. R., Fuchs-Buder T. Omitting antagonism of neuromuscular block: effect on postoperative nausea and vomiting and risk of residual paralysis. A systematic review. *Br. J. Anaesth*. 1999; 82 (3): 379–86.
22. Ledowski T., Hillyard S., O'Dea B., Archer R., Vilas-Boas F., Kyle B. Introduction of sugammadex as standard reversal agent: Impact on the incidence of residual neuromuscular blockade and postoperative patient outcome. *Indian J. Anaesth*. 2013; 57 (1): 46–51.
23. Ledowski T., Hillyard S., Kozman A., Johnston F., Gillies E., Greenaway M. et al. Unrestricted access to sugammadex: impact on neuromuscular blocking agent choice, reversal practice and associated healthcare costs. *Anaesth. Intensive Care*. 2012; 40 (2): 340–3.
24. Watts R. W., London J. A., van Wijk R. M., Lui Y. L. The influence of unrestricted use of sugammadex on clinical anaesthetic practice in a tertiary teaching hospital. *Anaesth. Intensive Care*. 2012; 40 (2): 333–9.
25. Ledowski T., Falke L., Johnston F., Gillies E., Greenaway M., De Mel A. et al. Retrospective investigation of postoperative outcome after reversal of residual neuromuscular blockade: sugammadex, neostigmine or no reversal. *Eur. J. Anaesthesiol*. 2014; 31 (8): 423–9.
26. Murphy G. S., Szokol J. W., Marymont J. H., Avram M. J., Vender J. S., Rosengart T. K. Impact of shorter-acting neuromuscular blocking agents on fast-track recovery of the cardiac surgical patient. *Anesthesiology*. 2002; 96 (3): 600–6.
27. Paton F., Paulden M., Chambers D., Heirs M., Duffy S., Hunter J. M. et al. Sugammadex compared with neostigmine/glycopyrrolate for routine reversal of neuromuscular block: a systematic review and economic evaluation. *Br. J. Anaesth*. 2010; 105 (5): 558–67. ■

## Библиографическая ссылка:

Хороненко В. Э., Баскаков Д. С., Рябов А. Б., Маланова А. С., Пикин О. В., Суворин П. А. Реверсия нейромышечного блока как компонент программы ранней послеоперационной реабилитации в онкохирургии // Доктор.Ру. 2017. № 6 (135). С. 19–25.

## Citation format for this article:

Khoronenko V. E., Baskakov D. S., Ryabov A. B., Malanova A. S., Pikin O. V., Suvorin P. A. Surgical Oncology: Neuromuscular Blockade Reversal as a Component of Early Postoperative Rehabilitation. *Doctor.Ru*. 2017; 6(135): 19–25.



# Клинико-лабораторная оценка эффективности дексмедетомидина в премедикации

И. З. Китиашвили<sup>1, 2</sup>, В. Ю. Киреев<sup>1, 2</sup>, Д. И. Китиашвили<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Астраханский государственный медицинский университет Минздрава России

<sup>2</sup> Медико-санитарная часть, г. Астрахань

**Цель исследования:** изучение эффективности премедикации с включением в ее протокол дексмедетомидина при плановых лапароскопических операциях и оценка его клинической эффективности.

**Дизайн:** проспективное сравнительное рандомизированное исследование.

**Материалы и методы.** Пациентов, подлежащих плановой лапароскопической холецистэктомии (n = 70), рандомизировали на две группы: в первой группе (n = 32) в течение 1 часа до индукции анестезии проводили внутривенную инфузию дексмедетомидина (4,0 мкг/мл; 1,0 мкг/кг/ч); во второй (n = 38) за 30 минут до индукции анестезии внутримышечно вводили диазепам (10 мг).

В течение периоперационного периода выполняли клинико-лабораторный мониторинг показателей периферической гемодинамики, частоты дыхания, уровней сатурации, кислотно-основного состояния (КОС) и газов артериальной крови, глюкозы и кортизола в сыворотке крови. Учитывали сроки посленаркозной реабилитации.

**Результаты.** Мониторинг показателей периферической гемодинамики, сатурации, гликемии, КОС и газов артериальной крови не выявил достоверных различий между группами. В первой группе отмечены статистически значимые (p < 0,05) различия со второй группой по времени, необходимому для полного пробуждения пациентов (4,1 ± 1,1 против 12,2 ± 1,2 минуты), частоте тошноты и рвоты (2,6% против 37,5%), а также озноба и мышечной дрожи (5,3% против 46,9%).

**Заключение.** Премедикация инфузией дексмедетомидина не влияет на стабильность гемодинамики и газообмена, обладает хорошим стресспротективным эффектом и обеспечивает более быстрое пробуждение, чем традиционная премедикация диазепамом.

**Ключевые слова:** премедикация, дексмедетомидин, диазепам.



## Clinical and Laboratory Evaluation of the Efficacy of Premedication with Dexmedetomidine

I. Z. Kitiashvili<sup>1, 2</sup>, V. Yu. Kireev<sup>1, 2</sup>, D. I. Kitiashvili<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Astrakhan State Medical University, Russian Ministry of Health

<sup>2</sup> Occupational Health Facility, Astrakhan

**Study Objective:** To assess the efficacy of dexmedetomidine as part of a premedication protocol for elective laparoscopic surgeries and to evaluate its clinical efficacy.

**Study Design:** This was a prospective, comparative, randomized study.

**Materials and Methods:** Patients undergoing elective laparoscopic cholecystectomy (n = 70) were randomized into two groups. In Group I (n = 32), patients were given dexmedetomidine as a 1-hour intravenous infusion (4.0 µg/mL; 1.0 µg/kg/h) before anesthesia induction. In Group II (n = 38), patients received diazepam (10 mg) as an intramuscular injection 30 minutes before anesthesia induction.

The following clinical and laboratory parameters were monitored during the perioperative period: peripheral hemodynamics, respiratory rate, saturation levels, arterial blood gas and acid-base status, and serum glucose and cortisol. Time to post-anesthesia recovery was also evaluated.

**Study Results:** Monitoring of the parameters of peripheral hemodynamics, saturation levels, glycemia, arterial blood gas and acid-base status, and gas exchange did not reveal any significant differences between the groups. In Group I, the following parameters differed from those in Group II to a statistically significant degree (p < 0.05): time to full emergence (4.1 ± 1.1 vs. 12.2 ± 1.2 min), frequency of nausea and vomiting (2.6% vs. 37.5%), and frequency of chills and muscular shivering (5.3% vs. 46.9%).

**Conclusion:** Premedication with infusion of dexmedetomidine has no effect on the stability of hemodynamics or gas exchange, provides good protection from stress, and ensures earlier emergence than conventional premedication with diazepam.

**Keywords:** premedication, dexmedetomidine, diazepam.

Седация пациентов перед оперативным вмешательством позволяет уменьшить психоэмоциональное напряжение и смягчает неблагоприятное влияние эмоционального фактора в периоперационном периоде [1–4]. Однако традиционные схемы премедикации часто не приносят желаемых результатов, в частности, наиболее распространенная схема премедикации с применением транквилизаторов, анальгетиков, антигистаминных препаратов и ваголитиков позволяет получить удовлетворительный эффект лишь в 2/3 случаев [1].

Премедикация с использованием высокоселективного центрального агониста α<sub>2</sub>-адренорецепторов дексмедетомидина имеет ряд особенностей, благоприятно влияющих на течение периоперационного периода [5, 6]. В частности, дексмедетомидин обладает выраженным седативным эффектом, в связи с чем развивающееся под его действием состояние напоминает естественный сон [4, 7, 8], но при этом сохраняется реакция на речевую стимуляцию и, таким образом, пациент остается доступным для контакта с медицинским персоналом [9, 10].

Киреев Вячеслав Юрьевич — ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России; врач анестезиолог-реаниматолог ЧУЗ «МСЧ». 414000, г. Астрахань, ул. Бакинская, д. 121. E-mail: karagta@mail.ru

Китиашвили Дмитрий Ираклиевич — студент 5-го курса лечебного факультета ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России. 414000, г. Астрахань, ул. Бакинская, д. 121. E-mail: karagta@mail.ru

Китиашвили Ираклий Зурабович — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России; заведующий службой экстренной медицинской помощи ЧУЗ «МСЧ». 414000, г. Астрахань, ул. Бакинская, д. 121. E-mail: kitiashvili@mail.ru

Важным аспектом безопасности дексмететомидина является отсутствие угнетения дыхания при его применении в терапевтических дозах [11]. Показано, что в случае использования в терапевтических дозах препарат вызывает снижение показателей периферической гемодинамики, в частности АД и ЧСС, что обусловлено его симпатолитическим эффектом [12–14]. Нами сделано предположение, что применение дексмететомидина в премедикации не приведет к удлинению времени пробуждения пациента после окончания хирургического вмешательства и общей анестезии благодаря короткому периоду полувыведения препарата (около 2–3 часов [11, 12, 15]).

**Целью исследования** явились изучение эффективности премедикации с включением в ее протокол дексмететомидина при плановых лапароскопических операциях и оценка его клинической эффективности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа одобрена локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Исследование проведено с участием 70 пациентов. Все больные находились в хирургическом отделении клиники ЧУЗ «Медико-санитарная часть» (г. Астрахань) с диагнозом «желчнокаменная болезнь; хронический калькулезный холецистит в фазе ремиссии» и в плановом порядке были подвергнуты эндоскопической холецистэктомии. Возраст пациентов составлял от 34 до 50 лет, средний показатель массы тела —  $76 \pm 6$  кг, у больных определялась I–II степень операционно-анестезиологического риска по классификации Московского научного общества анестезиологов-реаниматологов (1988). Хирургические вмешательства выполнялись одной и той же бригадой квалифицированных хирургов, чем обеспечивался равный уровень травматичности операций.

Подготовка к оперативному вмешательству осуществлялась по общепринятой схеме. Больные были рандомизированы на две группы: первую (основную) и вторую (контрольную). В *первую группу* вошли 32 пациента, которые с целью премедикации получали раствор дексмететомидина в концентрации 4,0 мкг/мл в дозе 1,0 мкг/кг/ч путем внутривенной инфузии в течение 1 часа до индукции анестезии. Во *вторую группу* вошли 38 пациентов, которым с целью премедикации вводили 10 мг диазепама внутримышечно за 30 минут до индукции анестезии.

Эффективность седации после премедикации оценивали по шкале седации Ramsay и Ричмондской шкале возбуждения-седации (англ. Richmond Agitation-Sedation Scale — RASS).

Перед индукцией анестезии пациентам внутривенно вводили 0,01 мг/кг атропина. Индукцию анестезии осуществляли дробным введением 1%-го раствора пропофола в дозе 1,5–2,5 мг/кг. Для проведения эндотрахеальной интубации применяли стандартную дозу рокурония бромидом, что составляет 0,6 мг/кг; через 80–90 секунд создавались адекватные условия для интубации трахеи. Анестезия поддерживалась севофлураном на фоне внутривенной инфузии 0,005%-го раствора фентанила со скоростью 0,4 мг/ч. Поддерживающие дозы рокурония бромидом (0,15 мг/кг) вводили в тот момент, когда амплитуда мышечных сокращений восстанавливалась до 25% от контрольного уровня или когда появлялись 2–3 ответа при мониторинге в режиме четырехразрядной стимуляции (TOF). ИВЛ проводили аппаратом Dräger Fabius Plus (Германия).

У пациентов обеих групп в периоперационном периоде выполняли клинико-лабораторный мониторинг. Рассчи-

тывалась динамика гемодинамических инцидентов по данным, полученным в ходе регистрации показателей периферической гемодинамики (систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления, ЧСС), частоты дыхания, сатурации ( $SpO_2$ ) (Infinity Gamma XL, Германия), уровня глюкозы (анализатор глюкозы «Энзискан Ультра», Россия) и кортизола в сыворотке крови (методом ИФА на аппарате BioTek ELx800 производства BioTek Instruments, Inc., США), газов артериальной крови и кислотно-основного состояния (КОС; ABL800 Radiometer, Голландия). Мониторинг проводили на следующих этапах: I — перед премедикацией; II — после премедикации; III — во время индукции анестезии и интубации трахеи; IV — на травматичном этапе операции; V — в конце операции; VI — через 10 минут после завершения оперативного вмешательства.

Учитывали такой важный критерий оценки качества общей анестезии, как сроки посленаркозной реабилитации. Под последней понимаются полное восстановление сознания, способности пациента правильно оценивать обстановку, ориентироваться в пространстве и времени, быстро реагировать на вопросы и давать адекватные ответы, а также восстановление адекватного самостоятельного дыхания, стабильной гемодинамики, мышечного тонуса.

Статистическую обработку проводили с помощью программы Excel 2010. Для статистической оценки полученных результатов применяли t-критерий Стьюдента. Различия показателей считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У всех 32 пациентов первой группы был достигнут уровень седации, соответствовавший 3 баллам по шкале седации Ramsay и –3 баллам по RASS. Во второй группе у 32 пациентов уровень седации соответствовал также 3 баллам по шкале седации Ramsay и –3 баллам по RASS, а у 6 пациентов — 4 баллам по шкале седации Ramsay и –4 баллам по RASS.

Динамика основных показателей клинико-лабораторного мониторинга в периоперационном периоде на этапах исследования у пациентов первой и второй групп представлена в *таблицах 1 и 2*.

При поступлении в операционную все пациенты находились в удовлетворительном состоянии, имели нормальные показатели АД, ЧСС, КОС, газов артериальной крови и не обнаруживали признаков эмоционального беспокойства.

Начальный этап индукции был общим для обеих групп. Индукционные дозы препаратов в большинстве случаев вызвали постепенное, спокойное засыпание пациентов без неприятных ощущений и эмоционального дискомфорта. Хирургическое вмешательство протекало гладко, у хирургов не возникало каких-либо технических трудностей. Стабильные показатели периферической гемодинамики, газов артериальной крови и КОС свидетельствовали о достаточных уровнях анестезии и аналгезии.

Состояние легочной вентиляции и газообмена при проведении общей анестезии в группах оставалось адекватным. Непрерывный мониторинг  $SpO_2$  и газов артериальной крови позволял в режиме реального времени объективно оценивать и предупреждать какие-либо нарушения механики дыхания и оксигенации крови в периоперационном периоде (см. *табл. 1, 2*).

При исследовании уровней КОС и газов артериальной крови, выполненном у пациентов обеих групп, установлено, что перед началом анестезии у большинства из них эти показатели соответствовали норме. Во время

Динамика основных показателей состояния пациентов первой группы на этапах анестезии и операции

Показатели	Этапы исследования					
	I	II	III	IV	V	VI
SpO <sub>2</sub> , %	97,0 ± 0,3	97,7 ± 0,2	97,3 ± 0,2	96,9 ± 0,3	96,8 ± 0,2	96,6 ± 0,3
Частота дыхания, мин <sup>-1</sup>	16,4 ± 0,4	16,7 ± 0,4	—*	—*	—*	16,3 ± 0,4
Глюкоза сыворотки крови, ммоль/л	4,27 ± 0,16	4,61 ± 0,20	4,64 ± 0,18	4,91 ± 0,22	5,13 ± 0,24	5,18 ± 0,23
pH	7,39 ± 0,005	7,38 ± 0,007	7,39 ± 0,006	7,37 ± 0,005	7,37 ± 0,007	7,36 ± 0,004
pCO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	39,1 ± 0,5	38,2 ± 0,6	39,6 ± 0,5	39,4 ± 0,4	40,2 ± 0,7	40,6 ± 0,7
pO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	92,4 ± 0,8	93,1 ± 0,9	96,5 ± 0,6	97,3 ± 0,5	95,2 ± 0,8	93,3 ± 0,7
BE, ммоль/л	-1,2 ± 0,2	-1,0 ± 0,1	-1,3 ± 0,2	-1,8 ± 0,2	-1,9 ± 0,1	-2,1 ± 0,1

\* Частота дыхания во время ИВЛ задается врачом, поэтому цифры не приводятся.

Примечания.

1. В таблицах 1, 2: I этап — перед премедикацией; II — после премедикации; III — во время индукции анестезии и интубации трахеи; IV — на травматичном этапе операции; V — в конце операции; VI этап — через 10 минут после завершения оперативного вмешательства.

2. В таблицах 1, 2: BE (англ. base excess) — смещение буферных оснований; pCO<sub>2</sub> — парциальное давление углекислого газа в крови; pO<sub>2</sub> — парциальное давление кислорода в крови; SpO<sub>2</sub> — насыщение гемоглобина крови кислородом.

Динамика основных показателей состояния пациентов второй группы на этапах анестезии и операции

Показатели	Этапы исследования					
	I	II	III	IV	V	VI
SpO <sub>2</sub> , %	96,8 ± 0,2	96,9 ± 0,3	97,4 ± 0,2	96,7 ± 0,2	97,8 ± 0,3	96,4 ± 0,3
Частота дыхания, мин <sup>-1</sup>	16,5 ± 0,4	16,2 ± 0,3	—*	—*	—*	16,1 ± 0,4
Глюкоза сыворотки крови, ммоль/л	4,11 ± 0,18	4,36 ± 0,15	4,39 ± 0,16	4,62 ± 0,20	4,58 ± 0,18	4,42 ± 0,21
pH	7,37 ± 0,003	7,39 ± 0,006	7,41 ± 0,005	7,39 ± 0,005	7,38 ± 0,003	7,34 ± 0,004
pCO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	38,6 ± 0,6	38,1 ± 0,6	38,6 ± 0,4	37,2 ± 0,4	39,5 ± 0,5	40,2 ± 0,5
pO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	93,1 ± 0,8	92,8 ± 0,7	97,2 ± 0,5	97,6 ± 0,6	94,3 ± 0,7	93,1 ± 0,7
BE, ммоль/л	-1,5 ± 0,1	-1,6 ± 0,2	-1,9 ± 0,1	-2,0 ± 0,1	-2,3 ± 0,1	-2,2 ± 0,1

\* Частота дыхания во время ИВЛ задается врачом, поэтому цифры не приводятся.

анестезии и операции ни у одного из больных не возникало расстройств газообмена, связанных с нарушением легочной вентиляции.

Показатели кровообращения имели следующую динамику. У пациентов первой группы после проведения премедикации отмечалось снижение САД и ЧСС по сравнению с I этапом ( $p < 0,05$ ), что было связано с симпатолитическим действием дексмететомидина; во время индукции анестезии и интубации трахеи происходил рост этих показателей ( $p < 0,05$ ) с их последующей стабилизацией на травматичном этапе операции (IV этап) и в конце оперативного вмешательства. У пациентов второй группы отмечалось достоверное повышение САД и ЧСС на этапе индукции анестезии и интубации трахеи по сравнению с исходным фоном ( $p < 0,05$ ), на IV этапе САД достоверно снижалось ( $p < 0,05$ ) и в последующем оставалось стабильным (рис. 1, 2).

Выявлены достоверные различия между исследуемыми группами по уровням САД, ДАД и ЧСС после премедикации (в каждом случае  $p < 0,05$ ) (см. рис. 1), по уровням САД и ЧСС на этапе индукции анестезии и интубации трахеи (в каждом случае  $p < 0,05$ ) (см. рис. 2). Эти данные свидетельствуют о том, что адекватность анестезиологической защи-

ты применявшихся видов премедикации имела клинически значимые различия.

Таким образом, динамика клинических показателей кровообращения указывала на меньшую выраженность стрессовых реакций, связанных с индукцией анестезии, интубацией трахеи и травматичным этапом операции, на фоне премедикации с применением дексмететомидина, что, несомненно, повышает эффективность лечения.

Показатели КОС и газов артериальной крови на исследуемых этапах в группах достоверно не различались и не превышали границ физиологической нормы. В обеих группах во время анестезии и операции не происходило статистически значимых изменений показателей газообмена и pH; средние значения pCO<sub>2</sub> в конце операции в первой (40,2 ± 0,7 мм рт. ст.) и второй (39,5 ± 0,5 мм рт. ст.) группах несколько превышали исходные и соответствовали нормокапнии (см. табл. 1, 2).

Следует отметить и тот факт, что глюкокортикоидный стресс-ответ на операционную травму был более выраженным у пациентов первой группы, где отмечена статистически значимая активация стрессреализующих механизмов на травматичном этапе операции и по ее окончании по сравнению

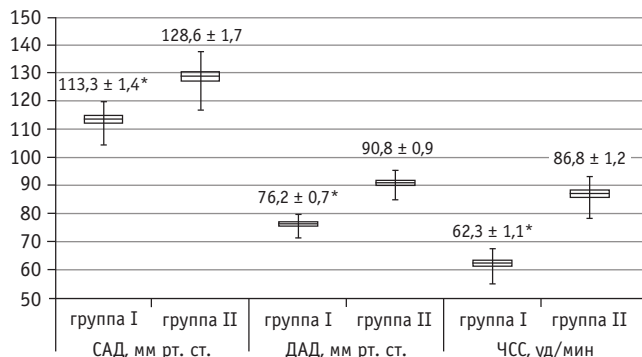
с исходным уровнем ( $p < 0,05$ ) с нормализацией через 10 минут после завершения оперативного вмешательства.

Динамика уровня глюкозы сыворотки крови исследована у пациентов обеих групп и отражена в *таблицах 1, 2*. Среди пациентов не было больных сахарным диабетом. Во избежание искажения результатов раствор глюкозы для инфузии во время анестезии и операции не вводили, в основном применяли изотонические растворы кристаллоидов. На всех этапах наблюдения и у всех пациентов уровень глюкозы находился в пределах физиологической нормы.

Перед проведением премедикации уровень кортизола у пациентов первой группы не выходил за пределы физиологической нормы, составляя в среднем  $264,0 \pm 10,2$  нмоль/л (норма: 240–748 нмоль/л) (*табл. 3*). На травматичном этапе операции концентрация кортизола достоверно ( $p < 0,05$ ) увеличивалась, но к концу оперативного вмешательства уменьшалась, при этом средний уровень кортизола на фоне действия операционной травмы был вдвое ниже верхней границы физиологической нормы. У пациентов второй группы во время операции происходила в среднем не имевшая статистической значимости активация глюкокортикоидной функции надпочечников с достоверным ( $p < 0,05$ ) ростом концентрации кортизола на травматичном этапе операции и ее снижением к концу оперативного вмешательства (см. *табл. 3*).

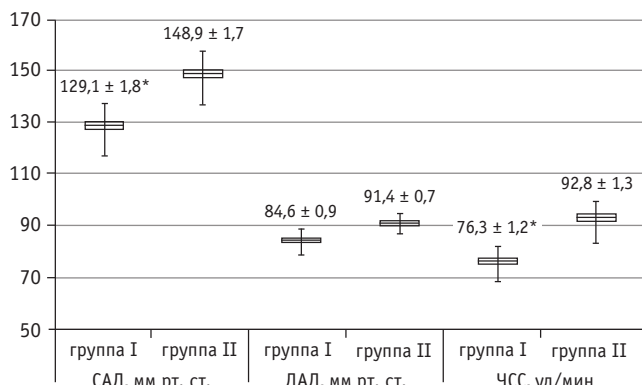
**Рис. 1. Показатели периферической гемодинамики пациентов первой и второй групп после премедикации.**

\*  $P < 0,05$



**Рис. 2. Показатели периферической гемодинамики пациентов первой и второй групп на этапе индукции анестезии и интубации трахеи.**

\*  $P < 0,05$



Высокое качество анестезиологической защиты подтверждается поддержанием уровней гликемии и кортизола у пациентов обеих групп в пределах «стресс-нормы»: рост уровня кортизола не превышал 37,1% в первой и 19,1% во второй группе и глюкозы — 21,3% и 7,5% соответственно.

Степень активации кортизола у пациентов первой группы может быть расценена как весьма умеренная, поскольку уровень гормона не только не превышал, но и во всех случаях был ниже верхнего предела физиологической нормы. Кроме того, отмеченный во время операции рост уровня кортизола свидетельствовал о сохранении у исследуемых пациентов способности коры надпочечников к повышению функциональной активности в условиях возросшей нагрузки на организм.

Выявлены статистически значимые различия между группами по времени пробуждения пациентов. Время, необходимое для полного пробуждения, в первой группе составило  $4,1 \pm 1,1$  минуты, а во второй —  $12,2 \pm 1,2$  минуты ( $p < 0,05$ ). В первой группе время от окончания операции до экстубации трахеи оказалось почти втрое меньше, чем во второй:  $6,3 \pm 2,8$  против  $17,2 \pm 1,7$  минуты ( $p < 0,05$ ).

Тошнота и рвота в ближайшем послеоперационном периоде достоверно чаще регистрировались во второй группе ( $p < 0,05$ ). Кроме того, в первой группе, по сравнению со второй, отмечено статистически значимое снижение частоты возникновения ознобов и мышечной дрожи ( $p < 0,05$ ) (*табл. 4*).

Отсутствие осложнений в ходе операции у пациентов первой группы позволяет сделать заключение о достаточной адекватности использования дексметомидина в качестве основного компонента премедикации.

Исследованные основные показатели периферической гемодинамики, показатели КОС, газового состава крови,  $SpO_2$  артериальной крови свидетельствуют о том, что в основной группе, при включении в протокол премедикации дексметомидина, общая анестезия протекала благоприятно,

**Таблица 3**

**Динамика уровней кортизола у пациентов первой и второй групп на этапах анестезии и операции, нмоль/л**

Этапы измерения	Группа I	Группа II
До премедикации	$264,0 \pm 10,2$	$287,3 \pm 9,2$
На травматичном этапе операции	$527,3 \pm 19,6^*, **$	$384,2 \pm 16,3^*$
В конце операции	$362,0 \pm 12,8$	$342,2 \pm 14,2$

\*  $P < 0,05$  при сравнении с показателем до премедикации.

\*\*  $P < 0,05$  при сравнении со второй группой.

**Таблица 4**

**Частота развития осложнений в ближайшем послеоперационном периоде в первой и второй группах, n (%)**

Осложнения	Группа I (n = 32)	Группа II (n = 38)
Тошнота, рвота	1 (2,6)*	12 (37,5)
Озноб, мышечная дрожь	2 (5,3)*	15 (46,9)

\*  $P < 0,05$  при сравнении со второй группой.

это подтверждается уменьшением числа осложнений в периоперационном периоде. Можно констатировать, что наиболее физиологичная, адекватная антиноцицептивная защита больных во время операции и в послеоперационном периоде достигалась у пациентов первой группы, где основным компонентом премедикации был дексмететомидин.

## Выводы

1. Проведенное клиническое исследование показывает возможность применения дексмететомидина в премедикации перед плановыми хирургическими вмешательствами в качестве седативного компонента. Это обеспечивает стабильность гемодинамического профиля, показателей КОС и газового состава крови, адекватный стресспротективный эффект в сравнении с использованием у второй группы традиционных компонентов премедикации.

2. У пациентов первой группы имело место незначительное повышение физиологических значений маркеров стресса. Рост уровня кортизола от исходных значений

не превышал 37,1%, глюкозы — 21,3%. Степень такой активации расценена как весьма умеренная, поскольку уровни этих показателей во всех случаях оставались ниже верхнего предела физиологической нормы.

3. Премедикация с применением дексмететомидина обеспечивает быстрое пробуждение, уменьшает количество постнаркозных осложнений (частота тошноты и рвоты у пациентов первой группы — 2,6% против 37,5% во второй группе; ознобов и мышечной дрожи — 5,3% против 46,9%).

4. Применение дексмететомидина в премедикации позволяет улучшить качество общей анестезии при плановых лапароскопических хирургических вмешательствах.


## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Премедикация инфузией дексмететомидина не влияет на стабильность гемодинамики и газообмена, обладает хорошим стресспротективным эффектом и обеспечивает более быстрое пробуждение, чем традиционная премедикация диазепамом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Заболотских И. Б., Малышев Ю. П. На пути к индивидуальной премедикации. Петрозаводск: ИнтелТек; 2006: 80 с. [Zabolotskih I. B., Malyshev Ju. P. On the way to personalized premedication. Petrozavodsk: IntelTek; 2006: 80 (in Russian)].
2. Finley G. A., Stewart S. H., Buffett-Jerrott S., Wright K. D., Millington D. High levels of impulsivity may contraindicate midazolam premedication in children. *Can. J. Anesth.* 2006; 53 (1): 73–8.
3. Pekcan M., Celebioglu B., Demir B., Saricaoglu F., Hascelik G., Yukselen M. A. et al. The effect of premedication on preoperative anxiety. *Middle East J. Anaesthesiol.* 2005; 18 (2): 421–33.
4. Китиашвили И. З., Власов А. С., Парфенов Л. Л., Миньковецкий В. Д., Закляков К. К. Влияние различных методов анестезии на эндокринно-метаболическое звено хирургического стресс-ответа при гистерэктомии. *Регионар. анестезия и лечение острой боли.* 2010; 4 (3): 18–26. [Kitiashvili I. Z., Vlasov A. S., Parfenov L. L., Min'kovetskii V. D., Saklakov K. K. Effect of different methods of anesthesia on the endocrine-metabolic link of the surgical stress response by cystectomy. *Regional anesthesia and treatment of acute pain.* 2010; 4 (3): 18–26 (in Russian)].
5. Баланин В. В., Горобец Е. С. Первый опыт безопиоидной анестезии/анальгезии и седации на основе дексмететомидина при онкологических операциях на голове и шее у больных с «трудными» дыхательными путями. *Вестн. анестезиологии и реаниматологии.* 2013; 5: 9–12. [Balanin V. V., Gorobets E. S. The first experience nonopioid anesthesia/analgesia and sedation with dexmedetomidine-based oncological operations on the head and neck in patients with 'difficult' airways. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii.* 2013; 5: 9–12 (in Russian)].
6. Гурьянов В. А., Чурадзе Б. Т., Севалкин С. А., Волков П. А., Волкова Ю. Н. Перспективы использования дексмететомидина с позиции концепции "fast track surgery". *Вестн. анестезиологии и реаниматологии.* 2014; 4: 51–8. [Guryanov V. A., Churadze B. T., Sevalkin S. A., Volkov P. A., Volkova Yu. N. Prospects for the use of dexmedetomidine from the perspective of the concept of

"fast track surgery". *Vestnik anesteziologii i reanimatologii.* 2014; 4: 51–8 (in Russian)].

7. Huupponen E., Maksimov A., Lapinlampi P., Särkelä M., Saastamoinen A., Snipir A. et al. Electroencephalogram spindle activity during dexmedetomidine sedation and physiological sleep. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2008; 52 (2): 289–94.
8. Nelson L. E., Lu J., Guo T., Saper C. B., Franks N. P., Maze M. The alpha2-adrenoceptor agonist dexmedetomidine converges on an endogenous sleep-promoting pathway to exert its sedative effects. *Anesthesiology.* 2003; 98 (2): 428–36.
9. Jakob S. M., Ruokonen E., Grounds R. M., Sarapohja T., Garratt C., Pocock S. J. et al.; Dexmedetomidine for Long-Term Sedation Investigators. Dexmedetomidine vs midazolam or propofol for sedation during prolonged mechanical ventilation: two randomized controlled trials. *JAMA.* 2012; 307 (11): 1151–60.
10. Ruokonen E., Parviainen I., Jakob S. M., Nunes S., Kaukonen M., Shepherd S. T. et al.; "Dexmedetomidine for Continuous Sedation" Investigators. Dexmedetomidine versus propofol/midazolam for long-term sedation during mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2009; 35 (2): 282–90.
11. Ebert T., Maze M. Dexmedetomidine: another arrow for the clinician's quiver. *Anesthesiology.* 2004; 101 (3): 568–70.
12. Shehabi Y., Ruettimann U., Adamson H., Innes R., Ickeringill M. Dexmedetomidine infusion for more than 24 hours in critically ill patients: sedative and cardiovascular effects. *Intensive Care Med.* 2004; 30 (12): 2188–96.
13. Talke P., Richardson C. A., Scheinin M., Fisher D. M. Postoperative pharmacokinetics and sympatholytic effects of dexmedetomidine. *Anesth. Analg.* 1997; 85 (5): 1136–42.
14. Ebert T. J., Hall J. E., Barney J. A., Uhrich T. D., Colinto M. D. The effects of increasing plasma concentrations of dexmedetomidine in humans. *Anesthesiology.* 2000; 93 (2): 382–94.
15. Venn R. M., Karol M. D., Grounds R. M. Pharmacokinetics of dexmedetomidine infusions for sedation of postoperative patients requiring intensive care. *Br. J. Anaesth.* 2002; 88 (5): 669–75. 

Библиографическая ссылка:

Китиашвили И. З., Киреев В. Ю., Китиашвили Д. И. Клинико-лабораторная оценка эффективности дексмететомидина в премедикации // Доктор.Ру. № 6 (135). С. 26–30.

Citation format for this article:

Kitiashvili I. Z., Kireev V. Yu., Kitiashvili D. I. Clinical and Laboratory Evaluation of the Efficacy of Premedication with Dexmedetomidine. *Doctor.Ru.* 2017; 6(135): 26–30.

# SMART-технологии в анестезиологии и интенсивной терапии

И. Н. Пасечник<sup>1</sup>, Е. И. Скобелев<sup>1</sup>, А. А. Мещеряков<sup>1,2</sup>, Н. И. Тикко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента РФ, г. Москва

<sup>2</sup> Клиническая больница Управления делами Президента РФ, г. Москва

**Цель статьи:** анализ применения SMART-технологий в отделениях анестезиологии и интенсивной терапии.

**Основные положения.** В настоящее время повышение качества оказания врачебной помощи немислимо без использования медицинских информационных систем, которые подразумевают применение SMART-технологий. В буквальном переводе SMART означает «умная цель». В отделениях реанимации наиболее востребованы SMART-насосы для инфузионной терапии и нутритивной поддержки. Компьютерная программа с обширной библиотекой лекарственных препаратов позволяет уменьшить количество ошибок при проведении фармакотерапии, одновременно снижается нагрузка на медицинский персонал.

**Заключение.** Использование SMART-приборов, обладающих постоянно обновляемыми библиотеками лекарственных средств, позволяет значительно уменьшить количество ошибок при проведении фармакотерапии, снизить нагрузку на персонал лечебных учреждений, сократить затраты на лечение.

**Ключевые слова:** SMART-технологии, безопасность больного.

## Smart Technologies in Anesthesiology and Intensive Care Medicine

I. N. Pasechnik<sup>1</sup>, E. I. Skobelev<sup>1</sup>, A. A. Meshcheryakov<sup>1,2</sup>, N. I. Tikko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Central State Medical Academy under the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow

<sup>2</sup> Clinical Hospital under the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow

**Objective of the Paper:** To analyze the uses of smart technologies in anesthesiology and intensive care units.

**Key Points:** Today medical information systems using smart technologies are indispensable for improving the quality of medical care. The greatest need in ICUs is for smart pumps for infusion therapy and nutritional support. Software with a large database of medications helps reduce the number of errors in prescribing and administering drugs, as well as easing medical staff workload.

**Conclusion:** Using smart devices that have access to constantly updated medication databases significantly helps to reduce the number of errors in prescribing and administering drugs, ease the workload of healthcare workers, and lower the cost of medical treatment.

**Keywords:** smart technologies, patient's safety.

Эффективность диагностических и лечебных мероприятий в современной медицине во многом определяется технической оснащённостью лечебных учреждений. Функционирование многопрофильных стационаров зависит от качества подготовки врачей и медсестер и от их умения работать с аппаратурой. Априори подразумевая, что профессиональная квалификация сотрудников безупречна, остановимся на второй составляющей успеха. В условиях научно-технической революции взаимодействие медицинского персонала с высокотехнологичной аппаратурой выходит на первый план. Ее широкое внедрение обусловлено необходимостью не только снизить нагрузку на персонал, но и уменьшить количество ошибок, связанных с человеческим фактором.

На современном этапе повышение качества оказания медицинской помощи немислимо без использования информационных технологий (англ. information technology — IT), которые объединяют в единое целое пациента, медицинский персонал, оборудование и лекарственные средства, оптимизируя лечебный процесс. Активное проникновение IT-технологий в клиническую медицину началось в западных странах в 90-е годы прошлого столетия. Отправной точкой

стало внедрение информатизации в сферу фармакотерапии заболеваний. Необходимость этого была связана с различными ошибками при назначении и дозировании лекарственных препаратов, в том числе вследствие отсутствия доступа к справочным материалам в режиме реального времени. При лавинообразном увеличении количества лекарственных средств, наблюдаемом в последние десятилетия, синтезе значительного числа дженериков сохранение в памяти информации обо всех особенностях назначения лекарств стало для врачей и среднего медицинского персонала практически невозможным.

Развитие доказательной медицины сопровождалось пересмотром подходов к лечению больных как терапевтического, так и хирургического профиля. Создание протоколов и рекомендаций потребовало определенной стандартизации лечебного процесса вне зависимости от сформировавшихся к тому времени лечебных традиций. Применительно к хирургическим больным остро встали вопросы проведения внутривенной анестезии по целевой концентрации препарата в крови, преемственности в лечении между отделениями, назначения антибактериальной терапии, анализа ошибок

Мещеряков Алексей Александрович — к. м. н., ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «ЦГМА» УД Президента РФ; заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии ФГБУ «Клиническая больница» УД Президента РФ. 107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д. 45. E-mail: doctor-mescher@yandex.ru

Пасечник Игорь Николаевич — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «ЦГМА» УД Президента РФ. 121359, г. Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1а. E-mail: pasigor@yandex.ru

Скобелев Евгений Иванович — к. м. н., доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «ЦГМА» УД Президента РФ. 121359, г. Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1а. E-mail: scobelev@hotmail.com

Тикко Николай Игоревич — клинический ординатор кафедры анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «ЦГМА» УД Президента РФ. 121359, г. Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1а. E-mail: tikko\_icu@mail.ru

и осложнений в режиме реального времени и ретроспективно с целью повышения качества работы [1–3].

Сегодня в большинстве лечебных учреждений IT-технологии представлены в виде информационных систем. Так называемые системы верхнего уровня (медицинские информационные системы — МИС) объединяют административную, финансовую и клиническую информацию из всех подразделений медицинского учреждения. Причем информационные подсистемы, содержащие данные по кадровым вопросам, финансам и бухгалтерскому учету, и даже программные решения для аптеки принципиально не отличаются от таковых в других отраслях. Административные подсистемы содержат первичную информацию об основных структурных подразделениях или финансовые данные и используются для облегчения менеджмента в сфере здравоохранения: управления персоналом, поставок медикаментов и оборудования, учета материалов, биллинга, формирования различных отчетов и т. д. Вместе с тем подсистемы, содержащие медицинскую информацию, имеют свою специфику. В качестве примера можно привести систему архивирования и передачи медицинских изображений (англ. Picture Archiving and Communication Systems — PACS), широко применяемую в лучевой диагностике [4].

Помимо подразделений лучевой диагностики и лабораторной службы, МИС особенно востребованы в отделениях анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии. Это связано с целым рядом обстоятельств: тяжестью состояния больных, необходимостью мониторинга жизненно важных функций и их коррекции, обширной фармакологической базой и наличием большого количества медицинских приборов с возможностью интеграции в МИС.

Для обозначения подсистем МИС, применяемых в отделениях анестезиологии и реаниматологии, используют такие термины, как Patient Data Management System (PDMS), Intensive Care Information System (ICIS), Critical Care Information System (CCIS), Perioperative Information Management System (PIMS) и др. [1].

В сознании большинства врачей PDMS ассоциируется с одним элементом системы — ведением электронных историй болезни. Электронная история болезни представляет собой достаточно простую программу, связанную с лечебно-диагностическим процессом. Такой вариант ведения медицинской документации востребован в учреждениях здравоохранения, его внедрение не требует от медицинского персонала каких-либо специальных знаний, кроме умения пользоваться компьютером и текстовым редактором. При этом созданием компьютерных сетей и интеграцией различных подразделений стационара занимаются IT-специалисты.

Однако современные PDMS включают множество функций, которые направлены на решение большого числа задач (нельзя с уверенностью утверждать, что они используются в большинстве стационаров). В РФ наиболее известной PDMS является продукция компании Philips, которая несколько лет назад проводила образовательные семинары и презентации, посвященные своей интеллектуальной информационной системе IntelliSpace Critical Care and Anesthesia (ICCA), предназначенной для информатизации отделений реанимации, интенсивной терапии и операционных [1].

С помощью PDMS возможны ведение электронной истории болезни, обмен информацией с другими системами, автоматическая запись данных с прикроватных мониторов и устройств, предоставление доступа к профильным веб-ресурсам, клиническим рекомендациям и справочным

материалам, предварительная обработка данных для статистики и научных исследований, настраивание тревог и предупреждений при отклонении от заданных параметров, регистрация информации, поступающей со SMART-приборов. Использование PDMS подразумевает широкое внедрение в стационарах SMART-устройств. Закономерен вопрос: что же это за устройства или, точнее, технологии?

Слово smart переводится с английского как «умный». Однако акроним SMART означает «умная цель» и объединяет заглавные буквы английских слов, определяющих, какой должна быть настоящая цель: specific (конкретность), measurable (измеримость), attainable (достижимость), relevant (релевантность), time-bounded (определенность во времени). Таким образом, аббревиатура содержит в себе пять критериев, которым должна соответствовать правильно поставленная цель. Вместе с тем под SMART-технологиями в настоящий момент подразумевают не только постановку цели, но и ее реализацию, а также контроль конечного результата. То есть в медицинских приборах (чаще всего это шприцевой или волюметрический насос) задается целевой показатель, например объем лекарственного средства, который необходимо ввести в вену (кроме того, должна быть задана скорость введения). Это самый простой случай. Возможна также реализация программы, когда объем и скорость вводимого вещества заранее не известны и зависят от состояния пациента. В этой ситуации определяется ориентировочный параметр (ряд параметров), который можно оценить с помощью дополнительного прибора, и все это интегрируется в единое целое на основе PDMS. Таким образом, речь идет о SMART-приборах. В чем состоит польза таких приборов? Попробуем разобраться.

В клиниках Западной Европы и США инфузионные насосы появились около 40 лет назад для управления скоростью/объемом инфузии. Первоначально они применялись для проведения нутритивной поддержки и введения кардиальных препаратов [5]. Однако с течением времени простые инфузионные насосы эволюционировали в сложные системы с множественными функциями, обеспечивающими безопасность больного. Термин SMART-насос был предложен ISMP (англ. Institute for Safe Medication Practices — Институт безопасной клинической практики, или Институт безопасных методов лечения, США) [6]. Для обозначения таких приборов в литературе иногда используют термин «интеллектуальные устройства для инфузии». SMART-насос подразумевает наличие компьютерной программы для уменьшения числа ошибок, связанных с введением лекарственных средств, и библиотеки лекарств [5]. Библиотека лекарств, как правило, настраивается с учетом фармакопеи каждой отдельной страны, более того, она может быть адаптирована к нуждам конкретного стационара или отделения.

Использование SMART-приборов для инфузионной терапии, введения различных лекарственных средств и препаратов как энтерального, так и парентерального питания стало рутинной процедурой. SMART-технологии нашли применение на всех этапах периоперационного периода: при антибиотикопрофилактике, проведении анестезии по целевой концентрации, интенсивной терапии в послеоперационном периоде. Внедрение SMART-технологий позволяет не только снизить нагрузку на персонал и уменьшить число осложнений, как отмечено выше, но и оптимизировать стоимость лечения [7].

При назначении лекарственных препаратов всегда существует вероятность ошибки (неправильного расчета дозы, скорости введения или объема растворителя, неучета



противопоказаний и др.), т. е. присутствует пресловутый «человеческий фактор». В США ведется статистика ошибочного применения лекарств, которое стало причиной болезни, травмы и смерти. Так, в работе К. С. Nanji и соавт. проведен анализ 3671 случая назначения медикаментов хирургическим больным в периоперационном периоде. Ошибки в назначении лекарств и их побочные действия были выявлены в 193 случаях (5,3%; 95%-ный ДИ: 4,5–6,0), в том числе в 3 случаях (2%) осложнения носили жизнеугрожающий характер [2]. В России, к сожалению, централизованного учета таких инцидентов нет, но низкая популярность систем электронных данных и специализированных решений для автоматизации труда, а главное, нехватка квалифицированного персонала, характерная для нашей страны, не позволяют надеяться на позитивную ситуацию в отечественных лечебных учреждениях. Наиболее тяжелые последствия неправильного (ошибочного) введения лекарственных средств наблюдаются при внутривенном доступе, что связано с быстрым достижением высоких концентраций при таком виде назначения препаратов.

В настоящий момент внутривенное введение препаратов или введение смесей для энтерального и парентерального питания можно осуществлять с помощью систем, где назначаемое вещество поступает в организм больного под действием силы тяжести. Однако добиться нужной скорости доставки активной субстанции при этом проблематично. Кроме того, чередования болюсного и постоянного режимов введения можно достичь только при непосредственном участии персонала. Поэтому в отделениях анестезиологии и интенсивной терапии повсеместно используют инфузионные помпы — как шприцевые, так и волюметрические. Простейшие модели таких помп нашли применение также в обычных отделениях хирургического и терапевтического профиля.

Однако использование простых инфузионных помп не гарантирует отсутствия ошибок. В рутинной практике, свойственной большинству отделений, назначения расписываются (пусть даже в электронной форме) врачом, а их выполнение возложено на средний медицинский персонал. Именно на этом этапе мы часто наблюдаем фрагментацию лечебного процесса. Назначения лекарственных средств могут быть сделаны врачом как в миллилитрах, так и в миллиграммах, при этом сестре перед введением препарата больному приходится переводить одни единицы измерения в другие. Кроме того, не стоит забывать, что при таком подходе назначается ампула лекарственного средства (предположим, объемом 10 мл) больному весом как 50 кг, так и 100 кг. Причем консультация медицинской сестры с врачом не всегда возможна, так как последний может быть на операции, вызове или занят административной работой. Кроме описанной ситуации, не исключено изменение состояния больного: повышение/снижение АД, уровня электролитов в крови и т. д. Решение в таких случаях приходится принимать медицинской сестре, и оно не всегда бывает оптимальным. Возможны также ошибки при вводе цифровых показателей, связанные с усталостью и невнимательностью персонала. Предотвратить подобные нежелательные явления и призваны современные SMART-инфузионные помпы. В их программном обеспечении заложены страховочные механизмы, позволяющие снизить вероятность ошибки [7].

В качестве примера можно привести линейку шприцевых и волюметрических насосов Agilia компании «Фрезениус Каби» (Германия). Использование этих устройств предусматривает установку библиотеки лекарственных препаратов,

где для каждого препарата может сохраняться ряд параметров: название, мягкие пределы скорости инфузии (за них можно выйти, но насос сделает предупреждение), жесткие пределы (за них выйти нельзя), допустимые режимы инфузии, ее скорость по умолчанию. При программировании инфузии медсестра выбирает нужный препарат из списка и насос сразу устанавливает необходимые параметры: режим введения, единицы дозы, скорость по умолчанию, параметры болюса и ряд других. Медсестре остается только подкорректировать при необходимости значения скорости инфузии и веса пациента. При этом насос не позволит установить запредельные параметры, которые могли бы привести к осложнениям. Использование библиотек лекарственных препаратов значительно повышает безопасность фармакотерапии и снижает нагрузку на медицинский персонал, так как существенно ускоряет программирование инфузии. В процессе эксплуатации библиотеки лекарств требуется обновлять.

Широкое внедрение SMART-насосов в зарубежных клиниках отражает востребованность данной технологии. Так, в США в 2012 г., согласно данным опросов, 77% стационаров использовали SMART-насосы, причем среди крупных клиник (более 600 коек) внедрение этой технологии достигло 96,2%. В период с 2005 по 2012 г. частота использования SMART-насосов в США увеличилась вдвое [8].

Процесс внедрения SMART-насосов в клиническую практику сопряжен с определенными трудностями. На начальных этапах приверженность медицинских сестер новым технологиям невелика — требуются перестройка работы сестринского персонала и, что очень важно, проведение тренингов по работе с новой аппаратурой. На практических занятиях необходимо обучить слушателей правилам пользования оборудованием, ознакомить с режимом тревог и принципами технического обслуживания [9]. В части клиник внедрение SMART-насосов предусматривало специальные образовательные программы [3].

В большинстве стационаров внедрение SMART-насосов позволяло существенно сократить число случаев неправильного назначения лекарственных средств. Прежде всего уменьшилось количество ошибок, связанных с выбором дозы и скорости введения препарата, в том числе с набором лишних нолей, постановкой запятой не в том месте. Благодаря установке жестких ограничений предотвращалось назначение потенциально опасной дозы лекарственного средства [10]. Сообщается о случаях предупреждения с помощью SMART-насосов потенциально фатальных осложнений: предотвращения введения увеличенной в 100 раз дозы норадреналина, в 13 раз — дозы гепарина и т. д. [11].

Использование SMART-насосов приводило к снижению частоты выявляемых ошибок назначения препаратов на 73% [12]. При дополнительном использовании матричного кода (QR-кода) количество устраненных ошибок увеличилось до 79% [13].

Отчеты, получаемые с помощью программного обеспечения SMART-насосов, являются важным источником объективных данных о предотвращенных («перехваченных») потенциальных ошибках, которые в дальнейшем могут быть использованы для повышения квалификации персонала. «Перехваченные» ошибки, в отличие от случившихся, часто скрываются, что не позволяет составить представление о реальном положении дел в отделении.

Часть ошибок не может быть предотвращена с помощью SMART-аппаратуры. К ним относятся несанкционированное

назначение препарата, неверная идентификация пациента, ошибки, связанные с неправильным написанием названий на инфузионных системах [14]. Вместе с тем при сканировании QR-кода возможно предотвратить ошибку идентификации пациента [13]. Кроме того, уменьшение числа ошибок при использовании SMART-насосов наблюдается с возрастом лояльности (приверженности) персонала новым технологиям [15].

Широкое внедрение SMART-технологий в клиническую практику, безусловно, позволит снизить трудозатраты медицинского персонала и сосредоточиться на лечении и уходе за пациентами, что неизменно сопровождается повышением эффективности оказания медицинской помощи. Так, например, сведения с инфузионных помп передаются в программу электронной истории болезни, заполняя ее в автоматическом режиме, тем самым значительно экономится время врачей.

Однако сводить использование SMART-приборов только к проведению фармакотерапии и предотвращению ошибок персонала было бы неправильно. На наш взгляд, более значимой является интеграция SMART-приборов в PDMS. Фиксация основных параметров фармакотерапии параллельно с основными показателями жизнедеятельности пациентов позволяет в режиме реального времени оценивать результаты лечения и при необходимости осуществлять коррекцию назначений. К примеру, сведения о проводимой антибиотикотерапии в PDMS совмещаются с данными о температуре тела пациента, уровнях лейкоцитов, прокальцитонина и других маркеров воспаления, что позволяет врачу оценить эффективность лечения инфекционных осложнений. Аналогичным образом можно связать данные о характере инфузионной терапии, назначении прессорных аминов с показателями гемодинамики и уровнем оксигенации.

Кроме того, PDMS и SMART-технологии позволяют ретроспективно оценивать качество лечения, реальный расход препаратов, взаимодействие персонала и точность соблюдения рекомендаций [9, 13, 16]. В конечном счете, помимо повышения качества оказываемой помощи, достигается значимый экономический эффект, обуславливаемый как эффективностью терапии, так сокращением расхода медикаментов.

Высока востребованность SMART-технологий при проведении научных исследований. Они позволяют стандар-

тизировать фармакотерапию и соотносить ее с изменениями изучаемых параметров в режиме реального времени. Имплементация же SMART-приборов в PDMS дополнительно автоматизирует процесс исследования, сводя на нет влияние субъективных составляющих.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность внедрения медицинской информационной подсистемы Patient Data Management System (PDMS) и SMART-приборов доказана в многочисленных клинических исследованиях. В целом у пациентов хирургического профиля и реанимационных больных снижается количество нежелательных явлений, связанных с фармакотерапией, что в конечном счете повышает безопасность лечения. Внесение в программное обеспечение информации о дозировании лекарственных средств, протоколов и стандартов ведения пациентов сопровождается улучшением результатов терапии. Подтверждением этого тезиса являются данные о прямой взаимосвязи между ростом внедрения информационных технологий (ИТ) в стационарах и уменьшением количества осложнений в периоперационном периоде у хирургических больных, причем как во время проведения анестезии, так и после операции. По результатам многоцентрового исследования, при применении ИТ достоверно реже регистрировались случаи нозокомиальных инфекций, кровотечений, тромбозомболических осложнений и т. д. [17].

При анализе отношения персонала к внедрению ИТ в целом определено позитивное восприятие нововведений. Сообщается, что PDMS и SMART-технологии повышают удовлетворенность медицинских сотрудников своей работой и снижают риск возникновения синдрома «выгорания» [18].

Современные SMART-приборы характеризуются удобным, интуитивно понятным интерфейсом, позволяющим быстро программировать параметры инфузии, и обширными библиотеками лекарственных средств. В результате их применения значительно уменьшается количество ошибок при проведении фармакотерапии и снижается нагрузка на персонал лечебных учреждений. Все это позволяет оптимизировать лечение больных, находящихся как в блоках реанимации и интенсивной терапии, так в профильных отделениях, и в конечном счете снизить материальные затраты на пребывание пациентов в клинике.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов Л. В. Роль современных информационных систем в повышении эффективности работы оперблока и ОРИТ. Докт. дисс. 2015; 15–16 (116–117): 27–31. [Gerasimov L. V. Rol' sovremennykh informatsionnykh sistem v povyshenii effektivnosti raboty operbloka i ORIT. Doktor.Ru. 2015; 15–16 (116–117): 27–31. (in Russian)]
2. Nanji K. C., Patel A., Shaikh S., Seger D. L., Bates D. W. Evaluation of Perioperative Medication Errors and Adverse Drug Events. *Anesthesiology*. 2016; 124 (1): 25–34.
3. Pang R. K. Y., Kong D. C. M., de Clifford J. M., Lam S. S., Leung B. K. Smart infusion pumps reduce intravenous medication administration errors at an Australian teaching hospital. *J. Pharm. Pract. Res.* 2011; 41 (3): 192–5.
4. Каперусов С. Ю. PACS — система архивирования и передачи изображения в лучевой диагностике. *Радиология — практика*. 2007; 3: 69–73. [Kaperusov S. Yu. PACS — sistema arkhivirovaniya i peredachi izobrazheniya v luchevoi diagnostike. Radiologiya — praktika. 2007; 3: 69–73. (in Russian)]
5. Snodgrass R. D. Smart pump technology. *Biomed. Instrum. Technol.* 2005; 39 (6): 444–6.
6. Institute for Safe Medication Practices. "Smart" infusion pumps join CPOE and bar coding as important ways to prevent medication

errors. URL: <http://www.ismp.org/Newsletters/acutecare/articles/20020207.asp> (дата обращения — 12.01.2016).

7. Murdoch L. J., Cameron V. L. Smart infusion technology: a minimum safety standard for intensive care? *Br. J. Nurs.* 2008; 17 (10): 630–6.
8. Pedersen C. A., Schneider P. J., Scheckelhoff D. J. ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: monitoring and patient education — 2012. *Am. J. Health Syst. Pharm.* 2013; 70 (9): 787–803.
9. Williams C. K., Maddox R. R. Implementation of an i.v. medication safety system. *Am. J. Health Syst. Pharm.* 2005; 62 (5): 530–6.
10. Tran M., Ciarkowski S., Wagner D., Stevenson J. G. A case study on the safety impact of implementing smart patient-controlled analgesic pumps at a tertiary care academic medical center. *Jt. Comm. J. Qual. Patient Saf.* 2012; 38 (3): 112–9.
11. Fields M., Peterman J. Intravenous medication safety system averts high-risk medication errors and provides actionable data. *Nurs. Adm. Q.* 2005; 29 (1): 78–87.
12. Larsen G. Y., Parker H. B., Cash J., O'Connell M., Grant M. C. Standard drug concentrations and smart-pump technology reduce continuous-medication-infusion errors in pediatric patients. *Pediatrics*. 2005; 116 (1): e21–5.

13. Trbovich P. L., Pinkney S., Cafazzo J. A., Easty A. C. The impact of traditional and smart pump infusion technology on nurse medication administration performance in a simulated inpatient unit. *Qual. Saf. Health Care.* 2010; 19 (5): 430–4.
14. Ohashi K., Dykes P., McIntosh K., Buckley E., Wien M., Bates D. W. Evaluation of intravenous medication errors with smart infusion pumps in an academic medical center. *AMIA Annu. Symp. Proc.* 2013; 2013: 1089–98.
15. Manrique-Rodríguez S., Sánchez-Galindo A. C., López-Herce J., Calleja-Hernández M. Á., Martínez-Martínez F., Iglesias-Peinado I. et al. Impact of implementing smart infusion pumps in a pediatric intensive care unit. *Am. J. Health Syst. Pharm.* 2013; 70 (21): 1897–906.
16. Kastrup M., Balzer F., Volk T., Spies C. Analysis of event logs from syringe pumps: a retrospective pilot study to assess possible effects of syringe pumps on safety in a university hospital critical care unit in Germany. *Drug Saf.* 2012; 35 (7): 563–74.
17. Menachemi N., Saunders C., Chukmaitov A., Matthews M. C., Brooks R. G. Hospital adoption of information technologies and improved patient safety: a study of 98 hospitals in Florida. *J. Healthc. Manag.* 2007; 52 (6): 398–409; discussion 410.
18. Ehteshami A., Sadoughi F., Ahmadi M., Kashefi P. Intensive care information system impacts. *Acta Inform. Med.* 2013; 21 (3): 185–91. ■

---

Библиографическая ссылка:

Пасечник И. Н., Скобелев Е. И., Мещеряков А. А., Тикко Н. И. SMART-технологии в анестезиологии и интенсивной терапии // Доктор.Ру. 2017. № 6 (135). С. 31–35.

Citation format for this article:

Pasechnik I. N., Skobelev E. I., Meshcheryakov A. A., Tikko N. I. Smart Technologies in Anesthesiology and Intensive Care Medicine. *Doctor.Ru.* 2017; 6(135): 31–35.



# Анестезиологическое обеспечение артроскопических операций на плечевом суставе: проблемы и перспективы

С. В. Крылов<sup>1, 2</sup>, И. Н. Пасечник<sup>2</sup>, К. Ю. Уколов<sup>1</sup>, Д. О. Тимченко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Центральная научно-исследовательская институт травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова Минздрава России, г. Москва

<sup>2</sup> Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента РФ, г. Москва

**Цель обзора:** изложение современных представлений по проблеме анестезиологического обеспечения артроскопических операций на плечевом суставе.

**Основные положения.** В настоящее время для лечения травматических повреждений связочного аппарата плечевого сустава в основном проводятся артроскопические оперативные вмешательства. Последние дают хорошие результаты, но ассоциируются с сильной послеоперационной болью.

Перспективным направлением периоперационного обезболивания при артроскопических операциях на плечевом суставе во всем мире считается регионарная анестезия. (Описаны подмышечный, надключичный, подключичный и межлестничные доступы к плечевому сплетению, а также различные варианты блокады при каждом из них.) Высокую эффективность контроля боли при данных операциях продемонстрировала межлестничная блокада. Высказывается мнение, что ее оптимально сочетать с общей анестезией, однако эта позиция еще нуждается в изучении.

**Заключение.** Уточнение представлений о методах анестезиологического ведения пациентов при артроскопических операциях на плечевом суставе позволит повысить эффективность обезболивания и удовлетворенность пациентов анестезией, сократить количество осложнений и обеспечить раннюю реабилитацию больных.

**Ключевые слова:** артроскопия, регионарная анестезия, межлестничная блокада, послеоперационное обезболивание.



## Anesthetic Management of Shoulder Arthroscopy: Problems and Prospects

S. V. Krylov<sup>1, 2</sup>, I. N. Pasechnik<sup>2</sup>, K. Yu. Ukolov<sup>1</sup>, D. O. Timchenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> N. N. Priorov Central Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Russian Ministry of Health, Moscow

<sup>2</sup> Central State Medical Academy under the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow

**Objective of the Review:** To describe state-of-the-art anesthetic management of shoulder arthroscopy.

**Key Points:** Today arthroscopic surgical procedures are the main treatment for traumatic injuries to the shoulder ligaments. These interventions provide good outcomes, but are associated with severe postoperative pain.

Regional anesthesia is viewed around the world as a promising approach to perioperative pain management in patients undergoing shoulder arthroscopy. (This review describes the axillary, supraclavicular, infraclavicular, and interscalene approaches to the brachial plexus and different block types used in each of these approaches.) Interscalene block provides a high level of pain control in patients undergoing this surgery. It has been suggested that a combination of interscalene block and general anesthesia could be an optimal strategy, but this approach requires further evaluation.

**Conclusion:** A more detailed evaluation of approaches to anesthetic management of shoulder arthroscopy will improve the efficacy of pain treatment and patient satisfaction with anesthesia, reduce the rate of complications, and contribute to early rehabilitation.

**Keywords:** arthroscopy, regional anesthesia, interscalene block, postoperative anesthesia.

Травматическое повреждение плечевого сустава является серьезной медико-социальной проблемой во всем мире. По данным обзора, представленного ВОЗ, поражения опорно-двигательного аппарата по распространенности занимают второе место после заболеваний сердечно-сосудистой системы. Рассмотренные в обзоре эпидемиологические исследования показали, что повреждения плечевого сустава служат одной из наиболее частых причин потери трудоспособности, а также инвалидизации населения как в нашей стране, так и во всем мире [1].

Доля травматических вывихов в плечевом суставе, по данным разных авторов, составляет от 38,8% до 73,3% от всех

вывихов и 3% от всех травм опорно-двигательного аппарата [2, 3]. Травматический вывих плеча является распространенной травмой у молодого и активного населения [4]. Привычный вывих плеча чаще встречается у лиц мужского пола в возрасте 15–25 лет, прежде всего у спортсменов и военнослужащих [4]. В России ежегодно обращаются за медицинской помощью около 21–24 тысяч пациентов с первичным вывихом плеча и приблизительно 12 тысяч с повторными вывихами плеча [2].

Из всех суставов человеческого тела плечевой сустав — самый подвижный и наименее стабильный. Особенности строения обуславливают высокий риск его травматизации,

Крылов Сергей Валерьевич — врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации ФГБУ «ЦИТО им. Н. Н. Приорова» Минздрава России; ассистент кафедры анестезиологии и реанимации ФГБУ ДПО «ЦГМА» УД Президента РФ. 127299, г. Москва, ул. Приорова, д. 10. E-mail: doc087@inbox.ru

Пасечник Игорь Николаевич — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «ЦГМА» УД Президента РФ. 121359, г. Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1а. E-mail: pasigor@yandex.ru

Тимченко Дмитрий Олегович — к. м. н., врач травматолог-ортопед отделения спортивной и балетной травмы ФГБУ «ЦИТО им. Н. Н. Приорова» Минздрава России. 127299, г. Москва, ул. Приорова, д. 10. E-mail: doc087@inbox.ru

Уколов Константин Юрьевич — к. м. н., заведующий отделением анестезиологии и реанимации ФГБУ «ЦИТО им. Н. Н. Приорова» Минздрава России. 127299, г. Москва, ул. Приорова, д. 10. E-mail: doc087@inbox.ru

при этом нарушение функции плечевого сустава оказывает влияние на всю конечность и нередко приводит к потере трудоспособности и снижению качества жизни пациента [5].

Возвращение пациентов, имеющих хроническую нестабильность плечевого сустава, к активной физической и трудовой деятельности является крайне значимой социальной и медицинской задачей [2].

В связи с тем что консервативное лечение привычного вывиха плеча в 31,2% случаев заканчивается рецидивом вывиха, а в категории молодых, физически активных пациентов доля таких случаев увеличивается до 70–100%, на сегодняшний день признано, что лечение данного патологического состояния может быть только хирургическим [6].

Появление артроскопии сыграло основную роль в понимании этиопатогенеза, развитии диагностики и лечения нестабильности плечевого сустава. Первоначально артроскопию использовали исключительно с диагностической целью, в последующем технология артроскопической диагностики в комплексе с дальнейшей эндоскопической реконструкцией получила широкое распространение в мировой ортопедической практике [7].

По данным зарубежных авторов, первичное артроскопическое лечение молодых и физически активных пациентов в ранние сроки после впервые перенесенного вывиха в плечевом суставе является абсолютно обоснованным и имеет хорошие отдаленные результаты [8]. Эффективность первичного артроскопического лечения существенно превышает таковую при консервативном воздействии [7].

В настоящее время артроскопическая хирургия является методом выбора при лечении посттравматической нестабильности плечевого сустава. Стабилизация плечевого сустава с применением артроскопического оборудования при привычных вывихах плеча позволяет восстановить стабильность плечевого сустава и в полном объеме сохранить функции конечности при минимальном травматизме оперативного вмешательства и низком проценте рецидивов [9].

Артроскопические операции характеризуются рядом преимуществ перед операциями открытым доступом: меньшей травматизацией, оптимальной визуализацией, меньшим послеоперационным дискомфортом и лучшим косметическим эффектом [10].

В последние годы количество артроскопических операций существенно увеличилось [11]. На сегодняшний день артроскопия плечевого сустава является одной из наиболее распространенных ортопедических процедур, ежегодно во всем мире выполняется около 1,4 млн артроскопических вмешательств на плечевом суставе [12].

## АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АРТРОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ НА ПЛЕЧЕВОМ СУСТАВЕ

В современной системе здравоохранения делается все больший акцент на предоставлении безопасной, ориентированной на пациента медицинской помощи с применением наиболее эффективных и экономически целесообразных методов диагностики и лечения [13].

Однако наряду с очевидными преимуществами артроскопической техники выполнения операций на плечевом суставе ее применение ассоциируется с тяжелой послеоперационной болью [14, 15]. На протяжении первых 24–48 часов после проведения артроскопической операции на плечевом суставе пациент испытывает боль, эквивалентную таковой при открытых операциях [12, 16]. Она характеризу-

ется выраженной интенсивностью и высокой потребностью в обезболивании. Согласно данным литературы [15], жалобы на сильную боль после артроскопических вмешательств на плечевом суставе предъявляют от 30% до 70% пациентов. Боль не только вызывает дискомфорт у больного, но и не позволяет проводить реабилитацию, обуславливает увеличение сроков госпитализации.

### Роль регионарной анестезии в артроскопической хирургии плеча

Основными целями анестезиологического обеспечения во время оперативного вмешательства являются максимально возможная защита пациента от хирургической агрессии с минимальным влиянием на гомеостаз, создание оптимальных условий для работы оперирующих хирургов [17].

В травматологии и хирургии преимущества регионарной анестезии имеют особое значение как на этапе проведения операции, так и в послеоперационном периоде. Многочисленными исследованиями доказано, что применение регионарной анестезии способствует уменьшению интраоперационной кровопотери, снижению частоты тромбозов глубоких вен, а также тромбозов легочной артерии [3].

Работа с пациентами, имеющими травматическое повреждение плеча, требует от анестезиолога тщательной предоперационной оценки, осторожного интраоперационного ведения, а также надлежащего применения регионарных методов анестезии для обеспечения адекватного динамического обезбоживания в раннем послеоперационном периоде.

Технические аспекты регионарной анестезии при операциях на верхних конечностях изучены достаточно хорошо. В настоящее время описаны четыре доступа к плечевому сплетению: подмышечный, надключичный, подключичный и межлестничные [18]; наряду с этим в литературе даются описания различных вариантов блокады при каждом из этих доступов.

Межлестничная блокада плечевого сплетения продемонстрировала высокую эффективность контроля боли в артроскопической хирургии плеча [19]. Данный метод анестезиологического пособия является наиболее распространенным способом послеоперационного обезбоживания в европейских странах, при этом специалисты отмечают высокий уровень удовлетворенности пациентов анестезией [12].

В литературе представлено большое количество исследований, посвященных изучению эффективности межлестничной блокады плечевого сплетения в сравнении с другими методами анестезии. Так, в работе M. S. Hughes и соавт. показано, что применение межлестничной блокады при проведении артроскопических вмешательств на плечевом суставе приводит к достоверному снижению уровня боли и сокращению потребности в дополнительных анальгетиках по сравнению с таковыми при других регионарных методах анестезии и общем наркозе [12].

В работе H.-Y. Lee и соавт. у пациентов, которым с целью обезбоживания проводилась межлестничная блокада плечевого сплетения, отмечался более стабильный гемодинамический профиль, чем у пациентов, получавших плацебо [20].

Продленная межлестничная блокада плечевого сплетения с перинеуральной установкой катетера с местным анестетиком становится все более популярной для контроля послеоперационной боли при хирургических операциях на плечевом суставе. Данный метод продлевает послеоперационное обезбоживание, позволяет отказаться от использования опиоидных анальгетиков и, следовательно, способствует

уменьшению нежелательных побочных эффектов, связанных с приемом данных препаратов, при этом пациенты могут свободно передвигаться [14].

Для осуществления продленной межлестничной блокады используются инфузионные насосы, обеспечивающие доставку анестетика через постоянный катетер к плечевому сплетению. Пациентов выписывают домой вместе с помпой и катетером, тем самым продлевая обезболивание на период от 48 до 72 часов после операции [21]. Минимальные осложнения, эффективность и удовлетворенность пациентов делают продленную межлестничную блокаду многообещающим видом анестезии [22]. По сравнению с другими методами обезболивания, при ее проведении наблюдаются незначительный процент осложнений и низкая потребность в опиоидных анальгетиках. Считается, что непрерывная межлестничная блокада имеет преимущества перед однократным введением анестетика, заключающиеся в лучшем контроле послеоперационной боли и меньшей необходимости в применении опиоидных анальгетиков, однако эти представления остаются спорными [23].

### **Анестетики, применяемые для проведения регионарных блокад**

Местные анестетики широко используются для проведения регионарной анестезии как в моноварианте, так и в сочетании с общей анестезией. Они играют важную роль в управлении острой и хронической болью [24].

На сегодняшний день наиболее распространено применение низких концентраций левобупивакаина и ропивакаина [24]. Для проведения межлестничной блокады используют раствор ропивакаина в различных концентрациях [25]. В настоящее время проводится множество исследований по изучению эффективности местных анестетиков при осуществлении проводниковой анестезии. Ведется поиск оптимальных концентраций и объемов — достаточных для эффективной анестезии и в то же время не вызывающих осложнений.

В исследовании А. М. Vader и соавт. показано, что свойства ропивакаина отличаются от свойств других местных анестетиков. Авторы полагают, что ропивакаин блокирует преимущественно чувствительные нервные волокна, слабо воздействуя на моторные волокна, и высказывают предположение, что именно это является причиной возникновения блокады диафрагмального нерва [26].

Таким образом, расширение спектра местных анестетиков позволяет значительно повысить эффективность проводниковой анестезии. Однако вопросы, касающиеся выбора оптимальных концентраций и объемов анестетиков, а также комбинации анестетиков разной продолжительности действия, остаются нерешенными, что требует проведения дальнейших исследований в этой области.

### **Осложнения регионарной анестезии**

Регионарная анестезия признана одним из самых безопасных видов анестезии. Согласно данным литературы, в структуре смертельных исходов, обусловленных ею, 3,9% приходится на передозировку местных анестетиков и 3,9% — на их побочные эффекты [27].

Осложнения регионарной анестезии могут возникать по двум причинам: в результате токсического действия местных анестетиков и адъювантов и вследствие технических ошибок, допущенных анестезиологом [21]. Среди осложнений, связанных с токсическим действием анестетиков и адъюван-

тов, встречаются передозировка анестетика, его внутрисосудистое введение, повышенная чувствительность к местным анестетикам и адъювантам (вплоть до развития анафилактического шока), интоксикация адреналином и развитие метгемоглобинемии. К категории осложнений, связанных с техническими ошибками, относятся механическое повреждение сосудов и нервной ткани, ошибочное введение раствора местного анестетика в субарахноидальное пространство, блокада диафрагмального или возвратного нерва, развитие местной реакции и инфекционные осложнения [21].

Системная токсичность местных анестетиков является редким, но смертельно опасным осложнением регионарной анестезии. При этом токсические осложнения, особенно при применении препаратов с высокой мощностью действия, отличаются толерантностью к реанимационным мероприятиям [28].

Поскольку все местные анестетики обладают серьезными, в том числе смертельно опасными, побочными эффектами, применяя данные препараты в клинической практике, специалисты должны придерживаться принципа минимализма, при этом для каждой конкретной блокады необходимо использовать наименьшую концентрацию и наименьший объем местного анестетика [6].

При блокаде межлестничным доступом возможны также осложнения, обусловленные близостью анатомически важных структур шеи. Эпидуральное распространение раствора местного анестетика может привести к развитию двусторонней эпидуральной блокады шейных и верхнегрудных сегментов с появлением сенсорной и моторной блокады противоположной верхней конечности, артериальной гипотонии, брадикардии, одышки [7].

Известным побочным эффектом межлестничной блокады является вторичная блокада диафрагмального нерва с развитием ипсилатерального пареза купола диафрагмы. Это осложнение межлестничной блокады плечевого сплетения отмечается довольно часто, а по мнению некоторых авторов, развивается в 100% случаев. Как правило, оно хорошо переносится, однако у ряда пациентов, имеющих легочную патологию, может развиваться дыхательная недостаточность [29].

Нередким осложнением межлестничной блокады плечевого сплетения является синдром Горнера, развитие которого связано с блокадой звездчатого узла и шейного симпатического ствола. По данным литературы, данное осложнение наблюдается у 30–50% пациентов [29].

В дополнение к системным осложнениям возможно развитие травмы периферических нервов.

Таким образом, хотя межлестничная блокада плечевого сплетения признана наиболее безопасным методом анестезии, при ее проведении возможно развитие различного рода осложнений. Поэтому приоритетными задачами ученых на сегодняшний день являются совершенствование данной методики, поиск оптимальной концентрации и объема вводимого анестетика.

### **Ультразвуковое сопровождение регионарных блокад плечевого сплетения**

Нервные структуры верхней конечности являются поверхностными, что создает идеальные условия для проведения регионарной анестезии. В последние годы, благодаря появлению ультразвукового сопровождения, анестезиологи получили возможность проводить регионарные блокады под непосредственным визуальным контролем:

ультразвуковая локация обеспечивает прямую визуализацию иглы, нейроваскулярных структур и непосредственное наблюдение за проведением манипуляции. Применение ультразвукового сопровождения при проведении блокад плечевого сплетения обеспечило более точную доставку препарата, а следовательно, и лучший анальгетический эффект, существенно расширив возможности анестезиологии [30].

Исследования, описанные в обзоре М. J. Nadeau и соавт. [30], свидетельствуют о том, что ультразвуковое руководство при проведении межлестничной блокады плечевого сплетения позволяет достичь большей успешности процедуры, уменьшить количество пункций, а также сократить время выполнения блокады по сравнению со стимуляцией нерва. При этом ультразвуковая визуализация приобретает особую ценность в случаях выполнения блокады у тучных пациентов, когда не представляется возможным использовать поверхностные ориентиры.

По данным Р. Marhofer и соавт., объем местного анестетика при применении ультразвукового сопровождения может быть уменьшен без ущерба для скорости развития и качества блокады, проблема снижения продолжительности действия анестезии при этом решается путем установки перинеурального катетера [31].

Благодаря появлению ультразвукового сопровождения проводниковой анестезии частота ее осложнений в настоящее время значительно снизилась, однако вероятность успеха до сих пор не достигает 100%, а возможность развития серьезных осложнений полностью не исключена.

#### Сочетанные методы анестезии

При операциях на верхних конечностях используется достаточно широкий спектр анестезиологических методов — от местного обезболивания до общей анестезии.

Традиционно хирургические операции на плечевом суставе выполнялись под общим наркозом с инфильтрацией местным анестетиком и парентеральным введением опиоидных анальгетиков для обеспечения раннего послеоперационного обезболивания [12]. Выраженный болевой синдром, связанный с артроскопическим лечением связочного аппарата плечевого сустава, часто требует применения больших доз опиоидных анальгетиков. Данные препараты широко применяются и считаются «золотым стандартом» послеоперационного обезболивания в ортопедической хирургии [25].

Поскольку в настоящее время артроскопические операции на плечевом суставе в мировых клиниках выполняются в амбулаторных условиях, то регионарная анестезия, которая способствует уменьшению выраженности послеоперационного болевого синдрома, а также тошноты и рвоты и имеет небольшое количество осложнений, потенциально способна уменьшить потребность в госпитализации, сократить число нежелательных медицинских осложнений, связанных с хирургическим вмешательством, и в целом снизить расходы на здравоохранение [12].

По данным ряда авторов, незначительные хирургические вмешательства на плечевом суставе могут осуществляться под одной регионарной анестезией, а для более серьезных вмешательств необходимо сочетание регионарной анестезии с общей [32]. Это положительно влияет на психологическое состояние пациента, обеспокоенного близостью хирургических инструментов к лицу и голове [14].

В повседневной практике зарубежных клиник межлестничную блокаду плечевого сплетения часто объединяют

с общей анестезией, чтобы использовать преимущества обоих методов. По мнению специалистов, сочетание межлестничной блокады плечевого сплетения с общей анестезией имеет преимущества перед общей анестезией в моноварианте [14, 33].

В различных исследованиях сообщается, что такое сочетание способствует уменьшению количества как опиоидных анальгетиков (например, суфентанила, который применяется для индукции анестезии, что доказано в работе L. J. Lehmann и соавт. [34]), так и ингаляционного анестетика (о чем сообщают, в частности, L. Ozturk и соавт. [35]), а следовательно, снижению частоты таких побочных явлений общего наркоза, как тошнота и рвота. Ученые отмечают, что хотя время, необходимое для выполнения блокады, увеличивается, зато происходит повышение общей эффективности анестезии, а также снижаются общие затраты. Кроме того, сочетание регионарной анестезии с общим наркозом способствует более быстрому восстановлению, уменьшению количества когнитивных нарушений, а также повышению удовлетворенности пациентов [34].

В работе Н. Janssen и соавт. изучалось влияние общей анестезии, проводниковой анестезии и сочетания этих методов на кровяное давление, ЧСС и частоту неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у пациентов, перенесших артроскопические хирургические операции на плечевом суставе. Авторы отмечают, что регионарная анестезия может безопасно использоваться в сочетании с общей анестезией при операции на плече, при этом частота клинически значимой гипотензии и рефлекторных событий Бецоляда — Яриша не увеличивается [33].

Таким образом, сочетание проводниковой анестезии с общим наркозом в артроскопической хирургии плечевого сустава является перспективным направлением анестезиологии, способным обеспечить эффективную и безопасную анестезию и анальгезию как на этапе выполнения оперативного вмешательства, так и в послеоперационном периоде.

#### ВАРИАНТЫ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ ПОСЛЕ АРТРОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Для того чтобы свести к минимуму развитие послеоперационных осложнений, сократить длительность пребывания в стационаре и в конечном счете улучшить контроль боли в раннем послеоперационном периоде, используются и изучаются различные методы послеоперационного обезболивания при оперативных вмешательствах на верхней конечности: обычное пероральное и парентеральное обезбоживание; анальгезия, контролируемая пациентом; внутрисуставное обезбоживание с непрерывной инфузией или без нее; разные варианты регионарной анестезии [25].

#### Роль опиоидных анальгетиков в современной анестезиологии

Несомненно, опиоидные анальгетики обладают максимальным анальгезирующим действием, но их применение строго ограничено в связи с наличием серьезных побочных эффектов. Общие неблагоприятные явления, связанные с опиатами, включают тошноту, рвоту, зуд, запор, непроходимость кишечника, задержку мочи [25]. Иногда наблюдаются более серьезные побочные эффекты, включая гипоксию, угнетение дыхания, гипотензию, спутанность сознания. Зачастую эти осложнения являются причинами

увеличения сроков пребывания в стационаре, что повышает стоимость лечения пациентов.

Вследствие наличия у данных препаратов нежелательных побочных эффектов и вероятности злоупотребления ими учеными всего мира прилагаются большие усилия, направленные на поиск альтернативных вариантов послеоперационного обезболивания [36].

### **Анальгезия, контролируемая пациентом, при артроскопических операциях на плечевом суставе**

Анальгезия, контролируемая пациентом, весьма популярна, ее рассматривают в качестве альтернативы традиционному назначению анальгетиков «при болях» или их плановому введению. Многочисленные исследования продемонстрировали безопасность и эффективность данного метода обезболивания. По сравнению с рутинным парентеральным введением опиоидных анальгетиков анальгезия, контролируемая пациентом, обеспечивает более выраженный болеутоляющий эффект, менее выраженное седативное действие, снижение временных затрат медицинского персонала и сокращение сроков госпитализации. Пациент уверен, что в любой момент сможет самостоятельно купировать боль, и этот психологический фактор имеет немаловажное значение для обеспечения эффективности метода [37].

Тем не менее обезболивание с применением опиоидных анальгетиков при оперативных вмешательствах на плечевом суставе обычно сопровождается развитием побочных эффектов. Чаще всего наблюдаются тошнота, рвота, зуд, нарушение сна и запор. Это обусловило поиск щадящих методов применения опиоидов, в том числе предложена непрерывная межлестничная блокада плечевого сплетения [38]. Однако в настоящее время появляются сообщения о неудовлетворенности качеством этого метода обезболивания как в плановой, так и в экстренной хирургии [37].

### **Применение криотерапии в послеоперационном периоде после артроскопических операций**

Для контроля боли и борьбы с отеком в артроскопической хирургии используется также криотерапия. В ряде исследований показано, что она способствует снижению выраженности боли и отеков, уменьшению количества применяемых опиоидов, улучшению самочувствия и сна у пациентов после артроскопических операций на плечевом суставе [39]. В основе холодовой терапии лежит уменьшение температуры в плечевом и субакромиальном пространствах, что приводит к снижению активности протеолитических ферментов, в результате которого предотвращаются разрушение хряща и возникновение боли. По данным литературы, метод дает положительные результаты уже в первый день после оперативного вмешательства. Широкое применение криотерапии в артроскопической хирургии плеча сдерживается политикой страховых компаний, часто не покрывающих расходы на ее проведение. Кроме того, в настоящее время отсутствуют крупные рандомизированные исследования, которые доказывали бы эффективность и безопасность данного вида обезболивания [25].

### **Внутриуставное введение анестетиков**

Обезболивание с помощью однократной инъекции или непрерывного вливания местных анестетиков в полость сустава или субакромиальную область оказалось малоэффективным, что доказано в исследовании К. Т. Vjørnholdt

и соавт. [40]. Кроме того, на фоне применения систем для непрерывной подачи местных анестетиков отмечено повышение частоты развития хондролита, что также способствовало отказу от данного метода обезболивания в артроскопической хирургии плечевого сустава [41].

### **Мультиmodalная анестезия**

Мультиmodalная анестезия заключается в использовании нескольких терапевтических вмешательств для достижения оптимального контроля боли. Принцип мультиmodalной анестезии состоит в рациональном использовании нескольких классов анальгетиков, имеющих аддитивный или синергический эффект, — таким образом снижаются суммарные дозы отдельных лекарственных средств, обеспечивается лучший контроль боли при сопутствующем уменьшении числа осложнений, связанных с приемом опиоидных анальгетиков. Сообщается, что использование протоколов мультиmodalной анестезии способно привести к значительному сокращению прямых медицинских затрат в ортопедии [42].

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Анализ современной литературы показал, что на сегодняшний день большинством специалистов хирургическое лечение травматических повреждений плечевого сустава при помощи артроскопической техники признано оптимальным. Это связано с неудовлетворительными результатами консервативного лечения данной категории больных, а также травматичностью, риском большого количества осложнений и проблемами с реабилитацией пациентов при открытых операциях.

Несмотря на достижения в области артроскопической хирургии плеча, вопросы контроля послеоперационной боли остаются нерешенными. До сих пор серьезной проблемой в данной области является выбор анестезиологического пособия как на этапе проведения вмешательства, так и в послеоперационном периоде. Между тем выраженность болевого синдрома при артроскопических операциях на плечевом суставе сопоставима с болью после открытых операций, что требует особого подхода при определении способа обезболивания.

С целью решения данной проблемы предложены различные варианты обезболивания и их комбинации. Общая анестезия сопряжена с риском развития серьезных осложнений. Контролируемая пациентом анальгезия недостаточно эффективна, кроме того, применение опиоидных анальгетиков сопряжено с большим количеством побочных эффектов и риском развития зависимости. Все больше специалистов отдадут предпочтение регионарной анестезии, и прежде всего межлестничной блокаде. Появление ультразвукового сопровождения этой манипуляции позволило значительно повысить ее эффективность и, что немаловажно, снизить дозы анестетиков. Использование межлестничной блокады плечевого сплетения у пациентов, подвергшихся артроскопическим операциям на плечевом суставе, приводит к значительному снижению выраженности послеоперационной боли и уменьшению потребности в дополнительных средствах обезболивания. Общая частота осложнений данной процедуры невысока. Межлестничная блокада плечевого сплетения превосходит другие виды анестезии по экономической эффективности. Применение продленной межлестничной блокады плечевого сплетения в артроскопической хирургии плеча является перспективным направлением анестезиологии.




На сегодняшний день ведущие специалисты считают оптимальным анестезиологическим пособием при проведении артроскопических операций на плечевом суставе сочетание межлестничной блокады с общей анестезией, однако исследований, посвященных изучению эффективности названной комбинации, в отечественной литературе

практически нет, а мнения зарубежных авторов зачастую носят противоречивый характер. Поэтому необходимы дальнейшие исследования, которые позволят оптимизировать данный вид анестезии, повысить эффективность процедуры и удовлетворенность пациентов, уменьшить количество осложнений и затраты на лечение больных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акимкина А. М., Знаменский И. А., Гончаров Е. Н., Чибисов С. М., Лисаченко И. В., Юматова Е. А. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике повреждений плечевого сустава при острой травме. *Радиология*. 2010; 2: 16–7. [Akimkina A. M., Znamensky I. A., Goncharov E. N., Chibisov S. M., Lisachenko I. V., Yumatova E. A. Possibilities of magnetic resonance imaging in the diagnosis of injuries of the shoulder joint in acute trauma. *Radiology*. 2010; 2: 16–7. (in Russian)]
2. Васильев В. Ю., Монастырев В. В. Хирургическое лечение рецидивирующей нестабильности плечевого сустава. *Бюл. Восточ.-Сиб. науч. центра СО ПАМН. 2008; 4: 104–5.* [Vasiliev V. Y., Monastirev V. V. Surgical treatment of recurrent instability of the shoulder joint. *Bul. East-Sib. Sci. Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2008; 4: 104–5. (in Russian)]
3. Длянсин Н. Г., Норкин А. И., Грамма С. А. Современные методы лечения привычного вывиха плеча (обзор литературы). *Саратов. науч.-мед. журн.* 2010; 6 (3): 687–92. [Dliasin N. G., Norkin A. I., Gramma S. A. Modern methods of treatment of habitual dislocation of the shoulder (review of literature). *Saratov. naud.-med. journal*. 2010; 6 (3): 687–92. (in Russian)]
4. Sedeek S. M., Bin Abd Razak H. R., Ee G. W., Tan A. H. First-time anterior shoulder dislocations: should they be arthroscopically stabilised? *Singapore Med. J.* 2014; 55 (10): 511–5; quiz 516.
5. Karels C. H., Bierma-Zeinstra S. M., Verhagen A. P., Koes B. W., Burdorf A. Sickness absence in patients with arm, neck and shoulder complaints presenting in physical therapy practice: 6 months follow-up. *Man. Ther.* 2010; 15 (5): 476–81.
6. Сухин Ю. В., Логай В. А. Разработка компьютерно-навигационной системы для лечения привычного вывиха плеча. *Учен. записки Петрозаводского гос. ун-та.* 2015; 147 (2): 35–8. [Sukhin Y. V., Logai V. A. Development of computer-navigation system for the treatment of habitual dislocation of the shoulder. *Scientist. notes Petrozavodsk State University*. 2015; 147 (2): 35–8. (in Russian)]
7. Прохоренко В. М., Филиппенко П. В., Фоменко С. М. Современные аспекты диагностики и хирургического лечения передней посттравматической нестабильности плечевого сустава. *Бюл. сиб. мед.* 2015; 14 (6): 103–14. [Prokhorenko V. M., Filippenko P. V., Fomenko S. M. Modern aspects of diagnosis and surgical treatment of anterior posttraumatic instability of the shoulder joint. *Bul. Sib. honey*. 2015; 14 (6): 103–14. (in Russian)]
8. Tingart M., Balthis H., Bouillon B., Tiling T. Therapy of traumatic anterior shoulder dislocation: current status of therapy in Germany. Are there scientifically verified therapy concepts? *Chirurg.* 2001; 72 (6): 677–83.
9. Карасев Е. А., Карасев Т. Ю. Артроскопическая стабилизация плечевого сустава при привычном вывихе плеча. *Гений ортопедии.* 2014; 1: 5–8. [Karasev E. A., Karasev T. Y. Arthroscopic stabilization of the shoulder joint with a habitual dislocation of the shoulder. *The genius of orthopedics*. 2014; 1: 5–8. (in Russian)]
10. Oh C. H., Oh J. H., Kim S. H., Cho J. H., Yoon J. P., Kim J. Y. Effectiveness of subacromial anti-adhesive agent injection after arthroscopic rotator cuff repair: prospective randomized comparison study. *Clin. Orthop. Surg.* 2011; 3 (1): 55–61.
11. Iyengar J. J., Samagh S. P., Schairer W., Singh G., Valone F. H. 3<sup>rd</sup>, Feeley B. T. Current trends in rotator cuff repair: surgical technique, setting, and cost. *Arthroscopy*. 2014; 30 (3): 284–8.
12. Hughes M. S., Matava M. J., Wright R. W., Brophy R. H., Smith M. V. Interscalene brachial plexus block for arthroscopic shoulder surgery: a systematic review. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2013; 95 (14): 1318–24.
13. Земцов Н. В., Османов Э. М. К вопросу о физической реабилитации юных спортсменов, занимающихся спортивной гимнастикой, при травмах плеча. *Вестн. ТГУ.* 2015; 20 (6): 1718–9. [Zemtsov N. V., Osmanov E. M. On the issue of physical rehabilitation of young athletes engaged in gymnastics, with shoulder injuries. *Vestn. TGU*. 2015; 20 (6): 1718–9. (in Russian)]
14. Beecroft C. L., Coventry D. M. Anaesthesia for shoulder surgery. *Contin. Educ. Anaesth. Crit. Care Pain.* 2008; 8 (6): 193–8.
15. Cho C. H., Song K. S., Min B. W., Jung G. H., Lee Y. K., Shin H. K. Efficacy of interscalene block combined with multimodal pain control for postoperative analgesia after rotator cuff repair. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2015; 23 (2): 542–7.
16. Fredrickson M. J., Ball C. M., Dalgleish A. J. Analgesic effectiveness of a continuous versus single-injection interscalene block for minor arthroscopic shoulder surgery. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2010; 35 (1): 28–33.
17. Брухнов А. В., Кохан З. В., Печерский В. Г., Марочков А. В. Регионарные блокады минимальными дозами местного анестетика при хирургических вмешательствах на ключице. *Регионар. анестезия и лечение острой боли.* 2014; VIII (4): 22–6. [Bruhnov A. V., Kokhan Z. V., Pechersky V. G., Marochkov A. V. Regional blockades with minimal doses of local anesthetic during surgical interventions on the collarbone. *Region. anesthesia and treatment of acute pain*. 2014; VIII (4): 22–6. (in Russian)]
18. Sehmbi H., Madjdpour C., Shah U. J., Chin K. J. Ultrasound guided distal peripheral nerve block of the upper limb: A technical review. *J. Anaesthesiol. Clin. Pharmacol.* 2015; 31 (3): 296–307.
19. Singh S., Goyal R., Upadhyay K. K., Sethi N., Sharma R. M., Sharma A. An evaluation of brachial plexus block using a nerve stimulator versus ultrasound guidance: a randomized controlled trial. *J. Anaesthesiol. Clin. Pharmacol.* 2015; 31 (3): 370–4.
20. Lee H.-Y., Kim S. H., So K. Y., Kim D. J. Effects of interscalene brachial plexus block to intra-operative hemodynamics and postoperative pain for arthroscopic shoulder surgery. *Korean J. Anesthesiol.* 2012; 62 (1): 30–4.
21. Visoiu M., Joy L. N., Grudziak J. S., Chelly J. E. The effectiveness of ambulatory continuous peripheral nerve blocks for postoperative pain management in children and adolescents. *Paediatr. Anaesth.* 2014; 24 (11): 1141–8.
22. Salviz E. A., Xu D., Frulla A., Kwofie K., Shastri U., Chen J. et al. Continuous interscalene block in patients having outpatient rotator cuff repair surgery: a prospective randomized trial. *Anesth. Analg.* 2013; 117 (6): 1485–92.
23. Hadzic A., Gadsden J., Shariat A. N. Local and nerve block techniques for analgesia after shoulder surgery. *Anaesthesia*. 2010; 65 (6): 547–8.
24. Lirk P., Picardi S., Hollmann M. W. Local anaesthetics: 10 essentials. *Eur. J. Anaesthesiol.* 2014; 31 (11): 575–85.
25. Uquillas C. A., Capogna B. M., Rossy W. H., Mahure S. A., Rokito A. S. Postoperative pain control after arthroscopic rotator cuff repair. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2016; 25 (7): 1204–13.
26. Bader A. M., Datta S., Flanagan H., Covino B. G. Comparison of bupivacaine- and ropivacaine-induced conduction blockade in the isolated rabbit vagus nerve. *Anesth. Analg.* 1989; 68 (6): 724–7.
27. Тарабрин О. А. Осложнения периферических невралических блокад. *Регионар. анестезия и лечение острой боли.* 2013; 7 (1): 6–17. [Tarabrin O. A. Complications of peripheral neural blockades. *Region. anesthesia and treatment of acute pain*. 2013; 7 (1): 6–17. (in Russian)]
28. Корячкин В. А. Нейроаксиальные блокады. СПб.: ЭЛБИ-СПб; 2013: 544 с. [Koryachkin V. A. Neuroaxial blockades. St. Petersburg: ELBI-SPb; 2013: 544 p. (in Russian)]
29. Wong A. K., Keeney L. G., Chen L., Williams R., Liu J., Elkassabany N. M. Effect of Local Anesthetic Concentration (0.2% vs 0.1% Ropivacaine) on Pulmonary Function, and Analgesia After Ultrasound-Guided Interscalene Brachial Plexus Block: A Randomized Controlled Study. *Pain Med.* 2016; 17 (12): 2397–403.

30. Nadeau M. J., Lévesque S., Dion N. Ultrasound-guided regional anesthesia for upper limb surgery. *Can. J. Anaesth.* 2013; 60 (3): 304–20.
31. Marhofer P., Chan V. W. Ultrasound-guided regional anesthesia: current concepts and future trends. *Anesth. Analg.* 2007; 104 (5): 1265–9.
32. Maga J. M., Cooper L., Gebhard R. E. Outpatient regional anesthesia for upper extremity surgery update (2005 to present) distal to shoulder. *Int. Anesthesiol. Clin.* 2012; 50 (1): 47–55.
33. Janssen H., Stosch R., Pöschl R., Büttner B., Bauer M., Hinz J. M. et al. Blood pressure response to combined general anaesthesia/ interscalene brachial plexus block for outpatient shoulder arthroscopy. *BMC Anesthesiol.* 2014; 14: 50.
34. Lehmann L. J., Loosen G., Weiss C., Schmittner M. D. Interscalene plexus block versus general anaesthesia for shoulder surgery: a randomized controlled study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2015; 25 (2): 255–61.
35. Ozturk L., Kesimci E., Albayrak T., Kanbak O. Bispectral index-guided general anesthesia in combination with interscalene block reduces desflurane consumption in arthroscopic shoulder surgery: a clinical comparison of bupivacaine versus levobupivacaine. *BMC Anesthesiol.* 2015; 15 (1): 1–7.
36. Levin P. The Opioid Epidemic: Impact on Orthopaedic Surgery. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2015; 23 (9): e36–7.
37. Еремина С. В., Морозов Д. В., Струк Ю. В., Гончарова Е. Г. Объективизация потребности в опиоидных анальгетиках при помощи метода контролируемой пациентом анальгезии у пациентов ортопедического профиля. *Вестн. эксперим. и клин. хирургии.* 2010; 3 (2): 146–8. [Eremina S. V., Morozov D. V., Struk Y. V., Goncharova E. G. Objectivization of the need for opioid analgesics using the method of patient-controlled analgesia in orthopedic patients. *Vestn. experiment. and a wedge. surgery.* 2010; 3 (2): 146–8. (in Russian)]
38. Oh J. H., Kim W. S., Kim J. Y., Gong H. S., Rhee K. Y. Continuous intralesional infusion combined with interscalene block was effective for postoperative analgesia after arthroscopic shoulder surgery. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2007; 16 (3): 295–9.
39. Kraeutler M. J., Reynolds K. A., Long C., McCarty E. C. Compressive cryotherapy versus ice — a prospective, randomized study on postoperative pain in patients undergoing arthroscopic rotator cuff repair or subacromial decompression. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2015; 24 (6): 854–9.
40. Bjørnholdt K. T., Jensen J. M., Bendtsen T. F., Søballe K., Nikolajsen L. Local infiltration analgesia versus continuous interscalene brachial plexus block for shoulder replacement pain: a randomized clinical trial. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2015; 25 (8): 1245–52.
41. Matsen F. A. 3<sup>rd</sup>, Papadonikolakis A. Published evidence demonstrating the causation of glenohumeral chondrolysis by postoperative infusion of local anesthetic via a pain pump. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2013; 95 (12): 1126–34.
42. Parvizi J., Bloomfield M. R. Multimodal pain management in orthopedics: implications for joint arthroplasty surgery. *Orthopedics.* 2013; 36 (2 Suppl.): 7–14. 

Библиографическая ссылка:

Крылов С. В., Пасечник И. Н., Уколов К. Ю., Тимченко Д. О. Анестезиологическое обеспечение артроскопических операций на плечевом суставе: проблемы и перспективы // Доктор.Ру. 2017. № 6 (135). С. 36–42.

Citation format for this article:

Krylov S. V., Pasechnik I. N., Ukolov K. Yu., Timchenko D. O. Anesthetic Management of Shoulder Arthroscopy: Problems and Prospects. *Doctor.Ru.* 2017; 6(135): 36–42.



# Современные подходы к оптимизации хирургического лечения рака толстого кишечника

Ю. В. Иванов<sup>1, 2</sup>, Д. Н. Панченков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России, г. Москва

<sup>2</sup> Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова Минздрава России

**Цель исследования:** оценка эффективности применения протокола ускоренного восстановления после хирургических операций (ERAS) у пациентов с хирургическим вмешательством по поводу рака толстого кишечника.

**Дизайн:** простое сравнительное проспективное исследование.

**Материалы и методы.** С 2010 по 2016 г. в хирургическом отделении ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России были пролечены 98 пациентов с колоректальным раком. Больным выполнялись радикальные хирургические операции: у 37 из них использовали протокол ERAS (основная группа), у 61 — традиционный подход (группа сравнения). Изучали длительность операции, объем интраоперационной кровопотери, количество интра- и послеоперационных осложнений, выраженность болевого синдрома, сроки появления перистальтики кишечника и первого самостоятельного стула после операции, сроки начала активизации пациентов, длительность периода госпитализации.

**Результаты.** Использование протокола ERAS позволило достоверно уменьшить объем интраоперационной кровопотери, количество послеоперационных осложнений и выраженность болевого синдрома, ускорить восстановление перистальтики кишечника и появление самостоятельного стула, быстрее начать активизацию пациентов и сократить период госпитализации (во всех случаях  $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Внедрение в клиническую практику лечения больных колоректальным раком программы ERAS имеет положительные медицинские последствия и важно в социально-экономическом аспекте.

**Ключевые слова:** рак толстого кишечника, программа ускоренного восстановления после хирургических операций, минимально инвазивные операции, мультидисциплинарный подход.



## Current Approaches to Optimizing Surgical Treatment of Colorectal Cancer

Yu. V. Ivanov<sup>1, 2</sup>, D. N. Panchenkov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal Clinical Research Center for Specialized Medical Care and Medical Technologies, Russian Federal Medical Biological Agency, Moscow

<sup>2</sup> A. I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry

**Study Objective:** To assess the effectiveness of an enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol in patients undergoing surgery for colorectal cancer.

**Study Design:** This was a single comparative prospective study.

**Materials and Methods:** Ninety-eight patients with colorectal cancer were treated at the Department of Surgery of the *Federal Clinical Research Center for Specialized Medical Care and Medical Technologies* (a Federal Government-Funded Institution) of the Russian Federal Medical Biological Agency between 2010 and 2016. Patients underwent radical surgery. Thirty-seven patients (main group) were treated using an ERAS protocol, and sixty-one patients (comparison group) were treated using a conventional approach. The following parameters were studied: duration of surgery, intraoperative blood loss, number of intra- and postoperative complications, intensity of pain, time until return of bowel peristalsis, time to passing the first stool after surgery, time to first ambulation, and length of hospital stay.

**Study Results:** Use of the ERAS protocol significantly reduced intraoperative blood loss, the number of postoperative complications, and pain intensity, and shortened the time until return of bowel peristalsis, time to passing the first stool, time to first ambulation, and length of hospital stay ( $p < 0.05$  for all comparisons).

**Conclusion:** Implementation of ERAS protocols for colorectal patients in clinical settings results in positive medical outcomes and has an important social and economic impact.

**Keywords:** colorectal cancer, enhanced recovery after surgery, minimally invasive surgery, multidisciplinary approach.

*Наиболее сложной задачей в улучшении качества хирургической помощи являются не новые открытия, а внедрение уже имеющихся данных в практику.*

Д. Урбач, Н. Бакстер (1994)

В последние годы, характеризующиеся непрерывными процессами модернизации и реформирования отрасли здравоохранения, происходят сокращение и оптимизация коечного фонда, в том числе хирургических и онкологических коек. Одновременно с этим наблюдается

увеличение численности онкологических больных, нуждающихся в госпитализации и хирургическом лечении, что затрудняет своевременное оказание специализированной медицинской помощи. Загруженность онкологических стационаров, отсутствие должной диспансеризации и,

Иванов Юрий Викторович — д. м. н., профессор, заведующий отделением хирургии ФГБУ ФНКЦ ФМБА России; профессор кафедры эндоскопической хирургии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А. И. Евдокимова Минздрава России. 115682, г. Москва, Ореховый бул., д. 28. E-mail: ivanovkb83@yandex.ru

Панченков Дмитрий Николаевич — д. м. н., профессор, заведующий лабораторией минимально инвазивной хирургии, профессор кафедры эндоскопической хирургии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А. И. Евдокимова Минздрава России. 127473, г. Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1. E-mail: dnpanchenkov@mail.ru

как следствие, позднее обращение к специалистам, а также постепенное старение населения являются основными факторами, негативно влияющими на результаты лечения пациентов с онкологическими заболеваниями.

В связи с этим остро стоит вопрос об интенсификации не только диагностического, но и лечебного процесса у данной категории больных, о сокращении сроков лечения, быстрой реабилитации. В настоящее время в мире широкое распространение получил мультимодальный подход к профилактике послеоперационных осложнений в различных областях хирургии и онкологии. Одной из методик, способных улучшить результаты лечения при одновременном сокращении расходов, является ускоренное восстановление после хирургических операций (англ. Enhanced Recovery After Surgery — ERAS), или «быстрый путь» (англ. Fast Track) [1]. Основными целями ERAS являются максимальное снижение частоты и выраженности последствий операционной травмы, борьба с негативными явлениями послеоперационного периода, сокращение числа осложнений, уменьшение сроков госпитализации и реабилитации пациентов [2]. Эту методику в 1997 г. выдвинул датский анестезиолог Henrik Kehlet [3]. Концепция ERAS была впервые предложена и получила наибольшее распространение в колоректальной хирургии, что привело к публикации в 2009 г. первого консенсуса по ее применению в данной области [4].

Актуальность проблемы рака толстого кишечника обусловлена высокими показателями частоты развития (третье место в общей структуре онкозаболеваемости) и летальности (пятое место среди онкологических болезней) [5]. Рак толстого кишечника может возникнуть в любом возрасте, однако чаще всего его обнаруживают в старших возрастных группах (у лиц 60–69 лет и 70–79 лет — 28% и 18% соответственно). Это заболевание вдвое чаще поражает мужчин, чем женщин, а наиболее распространенными локализациями опухоли являются сигмовидная (25–30%) и прямая кишка (до 40%) [6]. В современной литературе приведено достаточно много доказательств эффективности программы ERAS в плановом хирургическом лечении рака толстого кишечника, в том числе у больных пожилого и старческого возраста [7, 8].

Применение программы ERAS признано безопасным и эффективным, но небольшое количество опубликованных исследований пока не позволяет считать ее стандартом лечения рака толстого кишечника [4]. Наши наблюдения показывают, что перенос подходов зарубежных коллег к лечению рака толстого кишечника в рамках технологии ERAS на модель отечественного здравоохранения без соответствующего опыта организации мультимодального протокола является преждевременным и нецелесообразным.

В России наиболее важными моментами с точки зрения оптимизации хирургического лечения рака толстого кишечника стали создание междисциплинарного научно-хирургического общества «ФАСТ ТРАК» при Российском обществе хирургов и принятие на XIX съезде Общества эндоскопических хирургов России (Москва, 16–18 февраля 2016 г.) клинических рекомендаций по внедрению программы ускоренного выздоровления пациентов после плановых хирургических вмешательств на ободочной кишке. Однако наиболее рациональная и эффективная тактика хирургического лечения пациентов с раком толстого кишечника пока четко не определена.

**Целью** настоящей работы явилась оценка эффективности применения протокола ERAS у пациентов с хирургическим вмешательством по поводу рака толстого кишечника.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В хирургическом отделении Федерального научно-клинического центра специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России (далее — ФГБУ ФНКЦ ФМБА России) с 2010 по 2016 г. в плановом порядке оперированы 98 пациентов с колоректальным раком. Всем этим пациентам в зависимости от локализации опухоли (слепая, сигмовидная кишка, восходящий отдел ободочной кишки) выполнены радикальные операции: правосторонняя гемиколэктомия или резекция сигмовидной кишки с наложением первичного межкишечного анастомоза.

Для объективного анализа результатов хирургического лечения все больные с учетом возраста, пола, локализации и стадии онкологического заболевания, сопутствующих заболеваний, протокола ведения были распределены на две группы: *основную* (n = 37) и *группу сравнения* (n = 61).

**Критериями включения** в исследование явились: возраст от 30 до 80 лет; локализации опухоли — слепая, восходящая ободочная или сигмовидная кишка; стадии заболевания от T2N0M0 до T3N2M0; не более двух превалирующих интеркуррентных заболеваний; выполнение операции традиционным открытым способом (лапаротомия) или лапароскопическим доступом без выведения колостом.

**Критериями исключения** из исследования были: несоответствие возрастным параметрам (моложе 30 и старше 80) и стадиям заболевания (T1 и T4, M1); другая локализация опухоли; более двух превалирующих интеркуррентных заболеваний; наложение превентивной колостомы или обструктивный объем операции; выполнение сочетанных, комбинированных операций; IV класс физического статуса по шкале ASA.

Основные параметры характеристики пациентов представлены в *таблице 1*.

В *основной группе* использовали адаптированный к условиям и возможностям ФГБУ ФНКЦ ФМБА России протокол ERAS, включавший в себя три этапа.

Дооперационный этап:

- 1) подробное информирование пациента об особенностях лечения;
- 2) отказ от механической очистки кишечника;
- 3) применение пробиотиков (хилак форте; бифидобактерии лонгум + энтерококкус фэциум; бифидобактерии бифидум) и прокинетики (итоприд) в течение 3–5 дней до операции;
- 4) отказ от предоперационного голодания с разрешением употреблять углеводные смеси для энтерального питания и высококалорийные жидкости до позднего вечера накануне операции;
- 5) профилактика венозных тромбоэмболических осложнений (адекватный режим регидратации, эластическая компрессия нижних конечностей, введение эноксапарина натрия по 40 мг за 12 часов до операции);
- 6) антибактериальная профилактика путем проведения селективной деконтаминации с включением пероральной формы препаратов в день, предшествующий операции, и внутривенное введение разовой дозы цефалоспоринов III поколения за 30 минут до разреза.

Операционный этап:

- 1) выполнение операции лапароскопическим способом (правосторонняя гемиколэктомия или резекция сигмовидной кишки с лимфодиссекцией в стандартном объеме — D2) и формирование межкишечных анастомозов механическим швом;

Общая характеристика пациентов исследованных групп

Параметры		Основная группа (n = 37)	Группа сравнения (n = 61)
Средний возраст, лет		65,4 ± 6,1	68,3 ± 6,4
Пол, n (%)	мужской	22 (59,5)	38 (62,3)
	женский	15 (40,5)	23 (37,7)
Стадия заболевания, n (%)	T2N0M0	8 (21,6)	14 (22,9)
	T2N1M0	15 (40,5)	26 (42,6)
	T2N2M0	3 (8,1)	4 (6,6)
	T3N0M0	5 (13,6)	7 (11,5)
	T3N1M0	4 (10,8)	7 (11,5)
	T3N2M0	2 (5,4)	3 (4,9)
Превалирующие интеркуррентные заболевания, n (%)	заболевания сердечно-сосудистой системы	11 (29,7)	24 (39,3)
	заболевания дыхательной системы	9 (24,3)	14 (23,0)
	заболевания мочевыделительной системы	5 (13,5)	9 (14,8)
	заболевания эндокринной системы	7 (18,9)	11 (18,0)
	заболевания центральной нервной системы	4 (10,8)	6 (9,8)
Риск по шкале ASA, n (%)	I	7 (18,9)	10 (16,4)
	II	24 (64,9)	39 (63,9)
	III	6 (16,2)	12 (19,7)
Вид операции, n (%)	правосторонняя гемиколэктомия	24 (64,9)	38 (62,3)
	резекция сигмовидной кишки	13 (35,1)	23 (37,7)

## Примечания.

1. ASA — American Society of Anesthesiologists (Американское общество анестезиологов).

2. По всем представленным параметрам различия между группами не имеют статистической значимости:  $p > 0,05$ .

2) удаление назогастрального зонда перед экстубацией пациента;

3) ограничительный режим инфузии жидкости — до 5 мл/кг/ч;

4) инфузия подогретых растворов, применение согревающих одеял с целью недопущения интраоперационной гипотермии;

5) отказ от рутинного дренирования брюшной полости.

Послеоперационный период:

1) подача насыщенного кислорода в течение 2 часов после операции;

2) начало приема больными жидкости через рот в конце первых суток после операции, изокалорических энтеральных смесей — через 36 часов;

3) прекращение инфузионной терапии через 2 суток после операции;

4) использование для обезболивания эпидурального катетера, инъекций кеторолака по требованию, отказ от наркотических препаратов;

5) раннее удаление центрального венозного, уретрального катетера;

6) ранняя активизация пациентов (сидячее положение к концу первых суток после операции, палатный режим — со вторых суток);

7) активное использование физиотерапии, ЛФК.

В группе сравнения больным под эндотрахеальным наркозом была выполнена открытая операция: лапаротомия, правосторонняя гемиколэктомия или резекция сигмовидной кишки с лимфодиссекцией в стандартном объеме (D2), что зависело от локализации опухоли. Все операции были

завершены наложением первичного анастомоза с помощью ручного или механического шва. Дренирование брюшной полости осуществляли одним дренажом на срок от 1 до 3 суток после операции. Зонд в желудке для декомпрессии оставляли после операции на одни сутки. Питание и начало активизации больных проводили с третьих суток после операции, на фоне инфузионной терапии. При выраженном болевом синдроме, помимо ненаркотических анальгетических средств, применяли инъекции наркотических препаратов (тримеперидин, морфин). Антибиотикотерапия включала в себя внутримышечное введение цефалоспоринов III поколения на протяжении 5 суток после операции. Профилактика венозных тромбозмобических осложнений не отличалась от таковой в основной группе.

В процессе исследования анализировали длительность операции, объем интраоперационной кровопотери, количество интра- и послеоперационных осложнений, выраженность болевого синдрома, сроки появления перистальтики кишечника и первого самостоятельного стула после операции, сроки начала активизации пациентов, длительность периода госпитализации.

Для оценки результатов исследования использовали интегрированную систему для комплексного статистического анализа и обработки данных в среде Windows (STATISTICA 6.1, StatSoft Inc., США). С целью выявления статистически значимых различий между средними величинами показателей независимых выборок применяли как параметрический критерий Стьюдента, так и непараметрический критерий Манна — Уитни. Корреляционный анализ проводили с использованием коэффициента

корреляции Пирсона. Критический уровень значимости принимали равным 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Летальных исходов среди пациентов обеих групп не было. Основные результаты проведенного исследования представлены в *таблице 2*.

Как видно из *таблицы 2*, по длительности операции и количеству интраоперационных осложнений статистически значимых различий между пациентами основной группы и группы сравнения не наблюдалось. Это свидетельствует о хорошей отработке обоих вариантов выполнения оперативного вмешательства и надежности хирургической техники исполнения операций. В то же время объем кровопотери у пациентов основной группы, оперированных лапароскопическим способом, был достоверно меньше, чем при открытом оперативном вмешательстве, что можно объяснить большей прецизионностью лапароскопического способа, лучшей визуализацией и увеличением операционного поля при лапароскопии.

К послеоперационным осложнениям были отнесены осложнения, возникшие в период госпитализации пациентов после операции. В основной группе больных наблюдали всего два общих послеоперационных осложнения: тахикардию и сердечную недостаточность, потребовавшую назначения бета-блокаторов, и нозокомиальную нижнедолевую пневмонию, купированную антибактериальной терапией. В группе сравнения отмечены шесть послеоперационных осложнений, из них три общих: послеоперационная пневмония, мерцательная аритмия, тромбоз глубоких вен голени, которые потребовали консервативного лечения. Из местных осложнений наблюдались острая тонкокишечная спаечная непроходимость (для устранения применены

релапаротомия, разделение спаек, назоинтестинальная интубация на пятые сутки после операции), нагноение операционной раны и острый послеоперационный панкреатит, купированный медикаментозной терапией.

Выраженность болевого синдрома у пациентов основной группы была достоверно ниже, чем в группе сравнения. Мы связываем это с выполнением лапароскопических операций и использованием интраоперационно и в послеоперационном периоде пролонгированной эпидуральной анестезии. Снижение болевого синдрома напрямую влияло на начало активизации больных в послеоперационном периоде: пациентов присаживали уже в день операции с постепенным расширением режима до палатного к концу вторых суток после оперативного вмешательства.

В связи с отказом от механической подготовки кишечника к операции, а также ранним пероральным приемом жидкости и ранним приемом изокалорических смесей (к концу первых суток и через 36 часов после операции соответственно) у больных основной группы в более ранние сроки восстанавливалась перистальтика кишечника и возникал самостоятельный стул.

Благодаря тому что указанные особенности течения ближайшего послеоперационного периода в основной группе позволили быстрее начать активизацию пациентов, существенно снизилась продолжительность госпитализации: с  $11,2 \pm 1,9$  до  $6,2 \pm 0,8$  суток. При принятии решения о выписке пациента из стационара ориентировались на следующие условия: незначительная боль, купируемая применением пероральных анальгетиков; возможность приема твердой пищи; самостоятельный стул; отсутствие необходимости во внутривенном введении жидкости; возможность самостоятельного передвижения и самообслуживания, а также психологическая готовность пациента к выписке.

Таблица 2

### Результаты лечения пациентов исследованных групп

Критерии	Основная группа (n = 37)	Группа сравнения (n = 61)
Длительность операции (m ± n), мин.	154,6 ± 21,8	122,4 ± 18,7
Объем кровопотери (m ± n), мл	74,8 ± 10,2*	166,9 ± 32,4
Количество интраоперационных осложнений, n (%)	1 (2,7)	2 (3,3)
Количество послеоперационных осложнений, n (%)	2 (5,4)*	6 (9,8)
Выраженность болевого синдрома по 10-балльной шкале	4,7*	7,2
Восстановление перистальтики кишечника (m ± n), ч	4,2 ± 0,7*	10,3 ± 2,1
Первый самостоятельный стул (m ± n), ч	41,6 ± 5,8*	64,7 ± 10,4
Начало активизации пациента (m ± n), ч	7,8 ± 1,2*	20,7 ± 3,6
Период госпитализации (m ± n), сут.	6,2 ± 0,8*	11,2 ± 1,9

\* Различия с группой сравнения статистически значимы:  $p < 0,05$ .

## ОБСУЖДЕНИЕ

Медицина во многом консервативна, что вполне оправданно. Новые методы диагностики и лечения перед использованием в широкой клинической практике проходят длительные испытания. Со временем к ним привыкают, их не подвергают сомнению и длительное время не оспаривают. Так возникают постулаты, отказаться от которых непросто, и это является особенностью не только хирургии, так как новое всегда непривычно.

Поскольку большинство канонов в хирургии (оперативная техника, методы обезболивания, принципы предоперационной подготовки и послеоперационного ведения пациентов) сформировались еще в «доантибиотиковую» эру, то внедрение новых, минимально инвазивных, хирургических технологий в условиях современных медико-экономических и медико-социальных подходов в медицине потребовало решительного пересмотра сложившихся представлений. Этот период совпал с повсеместным внедрением принципов доказательной медицины в рамках Кокрейновского сотрудничества (Cochrane Collaboration, 1988–2013, Великобритания). Проведенные в 1990–2010 гг. многоцентровые мировые двойные слепые исследования по проверке методов подготовки пациентов к операциям, ставших незыблемыми стереотипами, выявили их неэффективность [6, 9]. Например, длительная предоперационная подготовка кишечника, обязательное применение назогастрального зонда и послеоперационных дренажей, длительный постельный режим, этапные диеты после операции при проведении

многих хирургических вмешательств оказались бесполезными, а в ряде случаев — вредными [10–12].

Индивидуальный подбор методов анестезии и минимально инвазивных способов оперативного лечения, оптимальный контроль болевого синдрома и начала активного послеоперационного восстановления (раннее пероральное питание и мобилизация) значительно уменьшают выраженность стрессовых реакций организма и степень дисфункции органов и систем, статистически значимо сокращают время, необходимое для полного восстановления пациента [13, 14].

Авторская концепция ERAS основана на сочетании тщательно интегрированных в мультимодальную реабилитационную стратегию научно обоснованных принципов пред-, интра-, послеоперационного ведения больных, базирующихся на современных минимально инвазивных хирургических технологиях и принципах ранней реабилитации пациентов [3, 15].

Подавляющее большинство пунктов программы ERAS имеют высокую степень достоверности с позиций доказательной медицины [2] (табл. 3).

Полученные нами результаты подтверждают данные других авторов об эффективности применения мультимодальной программы ERAS у больных, оперируемых по поводу рака толстого кишечника [10]. В нашем исследовании средняя частота воспроизводимости компонентов протокола ERAS составила 84% (от 62% до 100%). Одним из нерешенных вопросов применения протокола ERAS является недостаточно эффективный контроль за режимом гидратации, что в основном обусловлено техническими сложностями его выполнения и может приводить к возникновению динамической кишечной непроходимости. На наш взгляд, проблематично сокращение послеоперационного периода до срока менее 6 дней без обеспечения необходимых условий: пролонгированной эпидуральной анестезии, лапароскопической хирургии, патронажа квалифицированным медицинским персоналом на дому после выписки из стационара.

Новая концепция обезболивания в протоколе ERAS требует помимо общего наркоза применять эпидуральную

анестезию. Этот метод позволяет пациентам быстрее проснуться после операции, дает возможность снизить дозировку сильных болеутоляющих средств, которые, кроме выраженной усталости, вызывают снижение активности кишечника, а также тошноту и рвоту. Применение эпидуральной анестезии сопровождается улучшением функций легких, снижением нагрузки на сердечно-сосудистую систему, меньшей выраженностью пареза кишечника [13].

В рамках доказательной медицины установлено, что дооперационное голодание существенно снижает резервы гликогена в печени и вызывает послеоперационную устойчивость к инсулину. Результатом этого является уменьшение восстановительных ресурсов организма [16].

Минимально инвазивная хирургия подразумевает снижение боли и сокращение сроков пребывания в стационаре по сравнению с таковыми при открытых методиках. Оптимизированная инфузионная терапия во время операции предполагает предупреждение интраоперационной гиповолемии и чрезмерной инфузии кристаллоидов, которые могут привести к отекам мягких тканей тела, ухудшению оксигенации тканей.

Ускоренная мобилизация предполагает раннюю способность к передвижению (по крайней мере 6 часов вне кровати на следующий день после операции). Постельный режим усугубляет потерю мышечной массы и слабость, ухудшает легочные функции, предрасполагает к венозному застою и тромбозам, а также способствует послеоперационному образованию спаек [17].

В основе раннего кормления пациентов после операции лежат результаты современных исследований, показавших, что кишечник функционирует круглосуточно, при любом состоянии организма; при исчезновении из кишечника основного субстрата его работы он парализуется и не выполняет свою функцию, что способствует развитию динамической кишечной непроходимости [18].

Результаты зарубежных исследователей по внедрению программы ERAS при плановых операциях в колоректальной

Таблица 3

## Степень достоверности эффективности компонентов ERAS (по данным [2])

Методика	Эффект методики	Уровень доказательности
Отказ от механической очистки толстого кишечника	предотвращение бактериальной транслокации и поддержание нормального состава кишечной флоры	1A — мультицентровое рандомизированное исследование
Энтеральное питание углеводными смесями за 4 часа до операции	предотвращение развития инсулинорезистентности	2A — систематический анализ когортных исследований
Эпидуральная анестезия	симпатическая блокада без нарушения парасимпатической иннервации кишечника	1B — рандомизированное исследование
Уменьшение инфузий коллоидных и кристаллоидных растворов	предотвращение отека стенки кишечника	2B — когортное исследование
Минимально инвазивные операции	уменьшение объема хирургической травмы	1A — мультицентровое рандомизированное исследование
Предотвращение гипотермии	снижение выраженности стрессорных реакций организма	1B — рандомизированное исследование
Отказ от использования или раннее удаление назогастрального зонда	снижение частоты осложнений со стороны дыхательной системы	1A — мультицентровое рандомизированное исследование
Раннее энтеральное питание	предупреждение тошноты и рвоты, стимуляция кишечника	2A — систематический анализ когортных исследований
Ранняя активизация пациента	улучшение сердечно-легочной деятельности, стимуляция кишечника	1B — рандомизированное исследование

хирургии показали и экономическую обоснованность такого подхода. Так, в США уменьшение количества внутривенных инфузий, снижение частоты осложнений и сокращение длительности госпитализации позволили уменьшить стоимость лечения одного пациента примерно на 5700 долларов, по сравнению с аналогичным показателем в группе пациентов, прореченных до внедрения этой программы. С точки зрения экономики здравоохранения уменьшение частоты осложнений и длительности госпитализации при применении программы ERAS сопровождается значительно меньшей стоимостью лечения, чем при использовании стандартного подхода.

Следует отметить, что трудности распространения программы ERAS аналогичны таковым при внедрении в повседневную практику клинических рекомендаций во всех областях медицины. Они связаны с плохой осведомленностью о результатах доказательной медицины, неприятием их или недостаточной уверенностью в возможности применения принципов Fast Track в конкретной клинике.

## Выводы

1. Применение системы ERAS у пациентов с колоректальным раком оправданно, обоснованно и эффективно.
2. Использование программы ERAS при хирургическом лечении больных раком толстого кишечника позволяет достоверно улучшить результаты лечения, сократить сроки

## ЛИТЕРАТУРА

1. Berberat P. O., Ingold H., Gulbinas A., Kleeff J., Müller M. W., Gutt C. et al. Fast track — different implications in pancreatic surgery. *J. Gastrointest. Surg.* 2007; 11 (7): 880–7.
2. Wilmore D. W., Kehlet H. Management of patients in fast track surgery. *BMJ.* 2001; 322 (7284): 473–6.
3. Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. *Br. J. Anaesth.* 1997; 78 (5): 606–17.
4. Rahbari N. N., Knebel P., Diener M. K., Seidlmayer C., Ridwelski K., Stöltzing H. et al. Current practice of abdominal wall closure in elective surgery — Is there any consensus? *BMC Surg.* 2009; 9: 8. DOI: 10.1186/1471-2482-9-8.
5. Reza M. M., Blasco J. A., Andradas E., Cantero R., Mayol J. Systematic review of laparoscopic versus open surgery for colorectal cancer. *Br. J. Surg.* 2006; 93 (8): 921–8.
6. Abraham N. S., Byrne C. M., Young J. M., Solomon M. J. Meta-analysis of non-randomized comparative studies of the short-term outcomes of laparoscopic resection for colorectal cancer. *ANZ. J. Surg.* 2007; 77 (7): 508–16.
7. Poon J. T., Fan J. K., Lo O. S., Law W. L. Enhanced recovery program in laparoscopic colectomy for cancer. *Int. J. Colorectal. Dis.* 2011; 26 (1): 71–7.
8. Lindgren P. G., Nordgren S. R., Oresland T., Hultén L. Midline or transverse abdominal incision for right-sided colon cancer—a randomized trial. *Colorectal Dis.* 2001; 3 (1): 46–50.
9. Cheatham M. L., Chapman W. C., Key S. P., Sawyers J. L. A meta-analysis of selective versus routine nasogastric decompression after elective laparotomy. *Ann. Surg.* 1995; 221 (5): 469–76.

госпитализации, ускорить период реабилитации при одновременном сокращении финансовых расходов.


3. При условии осуществления определенных организационных мер и освоения основных принципов мультидисциплинарного подхода к решению данной проблемы, применение программы ERAS у больных колоректальным раком может быть рекомендовано и внедрено в широкую клиническую практику хирургических и онкологических стационаров.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программа быстрого восстановления после хирургических операций (ERAS) базируется на патофизиологических принципах, основным из которых является принцип редукции стрессорного ответа организма на хирургическую травму.

Внедрение в клиническую практику методики ERAS не только имеет положительные медицинские последствия (улучшение ближайших и отдаленных результатов лечения), но и важно в социально-экономическом аспекте.

В настоящий момент практически ни у кого не вызывает сомнений необходимость широкого внедрения методики Fast Track в клиническую практику. На наш взгляд, единственным препятствием к этому является чрезмерный консерватизм — сохраняющееся нежелание врачей отходить от традиций и менять установившиеся подходы к лечению.

10. Grigoras I. Fast-track surgery — a new concept — the perioperative anesthetic management // *J. Chirurgie.* 2007; 3 (2): 89–91.
11. Jakobsen D. H., Sonne E., Basse L., Bisgaard T., Kehlet H. Convalescence after colonic resection with fast-track versus conventional care // *Scand. J. Surg.* 2004; 93 (1): 24–8.
12. Nelson R., Tse B., Edwards S. Systematic review of prophylactic nasogastric decompression after abdominal operations. *Br. J. Surg.* 2005; 92 (6): 673–80.
13. Liu S. S., Carpenter R. L., Mackey D. C., Thirlby R. C., Rupp S. M., Shine T. S. et al. Effects of perioperative analgesic technique on rate of recovery after colon surgery. *Anesthesiology.* 1995; 83 (4): 757–65.
14. Yuan C. S., Israel R. J. Methylnaltrexone, a novel peripheral opioid receptor antagonist for the treatment of opioid side effects. *Expert Opin. Investig. Drugs.* 2006; 15 (5): 541–52.
15. Bucher P., Gervaz P., Soravia C., Mermillod B., Erne M., Morel P. Randomized clinical trial of mechanical bowel preparation versus no preparation before elective left-sided colorectal surgery. *Br. J. Surg.* 2005; 92 (4): 409–14.
16. Garth A. K., Newsome C. M., Simmance N., Crowe T. C. Nutritional status, nutrition practices and post-operative complications in patients with gastrointestinal cancer. *J. Hum. Nutr. Diet.* 2010; 23 (4): 393–401.
17. Rosenberg J. Late postoperative hypoxaemia. Mechanisms and clinical implications. *Dan. Med. Bull.* 1995; 42 (1): 40–6.
18. Ng W. Q., Neill J. Evidence for early oral feeding of patients after elective open colorectal surgery: a literature review. *J. Clin. Nurs.* 2006; 15 (6): 696–709. 

Библиографическая ссылка:

Иванов Ю. В., Панченков Д. Н. Современные подходы к оптимизации хирургического лечения рака толстого кишечника // *Доктор.Ру.* 2017. № 6 (135). С. 44–49.

Citation format for this article:

Ivanov Yu. V., Panchenkov D. N. Current Approaches to Optimizing Surgical Treatment of Colorectal Cancer. *Doctor.Ru.* 2017; 6(135): 44–49.





# Сравнение эффектов ингаляционной и внутривенной анестезии при трансвагинальной пункции яичников

И. Л. Ушаков<sup>1</sup>, В. И. Потиевская<sup>2</sup>, А. А. Попов<sup>3</sup>, Е. А. Логинова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Клиника «Москворечье», г. Москва

<sup>2</sup> Национальный медицинский исследовательский радиологический центр Минздрава России, г. Москва

<sup>3</sup> Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии

**Цель исследования:** изучить особенности ингаляционного и внутривенного методов анестезии при трансвагинальной пункции яичников.

**Дизайн:** проспективное рандомизированное исследование.

**Материалы и методы.** Пациенток репродуктивного возраста, которым выполнялась трансвагинальная пункция яичников (n = 80), рандомизировали на две группы: в первой группе (n = 40) проводили ингаляционную анестезию севофлураном, во второй (n = 40) — внутривенную анестезию пропофолом.

Интраоперационно регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС), сатурацию, частоту дыхания, систолическое (САД) и диастолическое артериальное давление, среднее артериальное давление (СрАД). Для объективного контроля пробуждения после анестезии и безопасного перевода пациентки в палату применяли модифицированную 10-балльную шкалу Альдрета.

**Результаты.** Клинически выраженных различий между группами на этапах анестезии не обнаружено. На этапе пробуждения средние показатели ЧСС, САД и СрАД в первой группе были статистически значимо выше, чем во второй (p < 0,002, p < 0,0004 и p < 0,001 соответственно). Время начала восстановления сознания при разных методах анестезии не различалось, однако достижение 10 баллов по шкале Альдрета в первой группе происходило достоверно быстрее, чем во второй: 6,1 ± 0,1 против 7,4 ± 0,1 минуты (p = 0,04).

**Заключение.** Более высокие показатели САД, СрАД и ЧСС на этапе пробуждения в группе севофлурана определяли заметно более быстрое восстановление после анестезии и сопровождалось ускоренным достижением 10 баллов по шкале Альдрета.

**Ключевые слова:** севофлуран, быстрая ингаляционная индукция, вспомогательные репродуктивные технологии, трансвагинальная пункция яичников.



# A Comparison of the Effects of Inhalation and Intravenous Anesthesia for Transvaginal Ovarian Puncture

I. L. Ushakov<sup>1</sup>, V. I. Potievskaya<sup>2</sup>, A. A. Popov<sup>3</sup>, E. A. Loginova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Moskvorechie Clinic, Moscow

<sup>2</sup> National Medical Research Center for Radiology, Russian Ministry of Health, Moscow

<sup>3</sup> Moscow Regional Research Institute of Obstetrics and Gynecology

**Study Objective:** To evaluate the specific features of inhalation and intravenous anesthesia for transvaginal ovarian puncture.

**Study Design:** This was a prospective randomized study.

**Materials and Methods:** Patients of reproductive age undergoing transvaginal ovarian puncture (n = 80) were randomized into two groups. Group I patients (n = 40) received inhalation anesthesia with sevoflurane, and Group II patients (n = 40) were given intravenous anesthesia with propofol.

Intraoperative monitoring included measurement of heart rate (HR), oxygen saturation, respiratory rate (RR), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), and mean blood pressure (MBP). Modified Aldrete Scoring (with a scale of 0–10) was used for objective monitoring of emergence from anesthesia and ensuring safe transfer to a ward.

**Study Results:** No clinical differences were observed between the groups in any phase of anesthesia. During the emergence phase, mean HR, SBP and MBP in Group I were higher to a statistically significant degree than in Group II (p < 0.002, p < 0.0004, and p < 0.001, respectively). The time to first signs of regaining consciousness was the same with both methods of anesthesia, but an Aldrete score of 10 was achieved significantly earlier in Group I than in Group II: 6.1 ± 0.1 vs. 7.4 ± 0.1 min (p = 0.04).

**Conclusion:** In the sevoflurane group, SBP, MBP, and HR were higher during emergence, which provided significantly faster recovery from anesthesia and was associated with earlier achievement of an Aldrete score of 10.

**Keywords:** sevoflurane, rapid inhalation induction, assisted reproductive technologies, transvaginal ovarian puncture.

Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) заняли прочное место в медицине, являясь инструментом решения демографических проблем. Цикл экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) состоит из нескольких этапов: подготовки, стимуляции яичников, пункции фолликулов, эмбрионального этапа и переноса эмбрионов [1].

Анестезия — важный компонент сопровождения процедуры ЭКО, так как она обеспечивает седацию и обезболивание на самом травматичном этапе — при трансвагинальной пункции яичников (ТПЯ). При этом возможны различные методы достижения результата: посредством только седации или седации в сочетании с анальгезией при сохранении

Логинова Екатерина Александровна — аспирант отделения эндоскопической хирургии ГБУЗ МО МОНИИАГ. 101000, г. Москва, ул. Покровка, д. 22а. E-mail: katerina.lg0@gmail.com

Попов Александр Анатольевич — д. м. н., профессор, руководитель отделения эндоскопической хирургии ГБУЗ МО МОНИИАГ. 101000, г. Москва, ул. Покровка, д. 22а. E-mail: guzmoniiag@gmail.com

Потиевская Вера Исааковна — д. м. н., главный научный сотрудник ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. 125284, г. Москва, 2-й Боткинский пр-д, д. 3. E-mail: vera.pot@mail.ru

Ушаков Игорь Леонидович — врач анестезиолог-реаниматолог клиники «Москворечье». 115409, г. Москва, ул. Москворечье, д. 16. E-mail: igorus68@gmail.com

сознания, общей анестезии, регионарной анестезии (спинальной, эпидуральной или парацервикального блока), местной анестезии, альтернативных методов (например, акупунктуры) и т. д. [2].

В течение последних двух десятилетий ингаляционные анестетики все шире распространяются в различных областях анестезиологии и интенсивной терапии [3]. Весьма привлекательными качествами этих средств являются быстрое начало действия, хорошая управляемость анестезией и возможность контролировать доставку анестетика тканям, используя такие параметры, как минимальная альвеолярная концентрация (МАК) и концентрация анестетика в конце выдоха [4]. Может применяться метод быстрой ингаляционной индукции (БИИ) с максимальной концентрацией анестетика (англ. *vital capacity rapid inhalation induction*), который был внедрен еще в 90-х годах прошлого века [5, 6].

Ингаляционные анестетики получили применение и при обеспечении хирургических манипуляций в сфере репродуктивных технологий [7]. Однако необходимо отметить, что все известные работы по сравнению ингаляционной и внутривенной анестезии в клинике ВРТ были выполнены за рубежом [8–11]. Представленное проспективное исследование — первая российская работа такого рода.

**Цель исследования:** изучить особенности ингаляционного и внутривенного методов анестезии, применяемых для трансвагинальной пункции яичников.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на базе клиники «Москворечье» (г. Москва) и включало 80 пациенток репродуктивного

возраста, которым выполнялась ТПЯ под контролем ультразвука. Пациентки были рандомизированы на две группы.

*Первую группу* составили 40 женщин, получавших ингаляционную анестезию севофлураном методом БИИ. Индукция проводилась с использованием лицевой маски и реверсивного дыхательного контура наркозного аппарата с поглотителем углекислого газа (абсорбент  $\text{CO}_2$ ). Пациентка по команде делала глубокий вдох и выдох при потоке кислорода, который подавался со скоростью 6 л/мин в условиях заполненного контура, содержавшего максимальную концентрацию севофлурана (7–8%). Оперативное вмешательство начинали по истечении 2-й минуты индукции анестезии. В зависимости от продолжительности ТПЯ и при отсутствии реакции на хирургическую стимуляцию снижали скорость потока кислорода до 2 л/мин и регулировали подававшуюся концентрацию анестетика.

Во *вторую группу* были включены 40 женщин, которым была проведена внутривенная анестезия пропофолом по методу последовательной внутривенной индукции (ПВВИ). Метод ПВВИ заключался во введении болюса пропофола из расчета 2–3 мг/кг до достижения глубокого уровня седации и отсутствия двигательной реакции на прокол первого фолликула. В случае наличия двигательной реакции на хирургическую манипуляцию при применении этого вида анестезии вводились дополнительные болюсы.

Пациентки, включенные в исследование, соответствовали возрастному диапазону от 20 до 43 лет. Средний возраст женщин в первой группе составил  $33,8 \pm 0,64$  года, во второй —  $32,1 \pm 0,76$  года. По данному показателю группы статистически значимо не различались ( $p = 0,1$ ). ИМТ в группе ингаляционной анестезии был равен

22,7 ± 0,54 кг/м<sup>2</sup>, в группе внутривенной анестезии — 22,3 ± 0,49 кг/м<sup>2</sup> (p = 0,6).

По среднему количеству пунктируемых фолликулов группы также были сходны: 10,8 ± 0,95 шт. в первой группе и 13,8 ± 1,49 шт. во второй (p = 0,08). По классификации операционно-анестезиологического риска Московского научного общества анестезиологов и реаниматологов у всех пациенток была констатирована умеренная степень риска (2 балла).

В исследовании учитывали продолжительность каждого этапа анестезии. Время этапов индукции и пробуждения зависело от выбранного метода анестезиологического обеспечения. Длительность этапа поддержания анестезии была обусловлена продолжительностью манипуляции — ТПЯ.

Интраоперационный мониторинг включал регистрацию ЧСС, сатурации (SpO<sub>2</sub>), частоты дыхания (ЧД), показателей систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления (измерявшихся неинвазивным методом), а также среднего артериального давления (СрАД). На протяжении всего времени подачи газонаркотической смеси проводили непрерывный контроль показателей газоанализа на вдохе и выдохе: концентрации O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> (методом капнометрии), — а также концентрации севофлурана и значения его МАК. В числе показателей восстановления после анестезии определяли интервал времени от прекращения подачи анестетика до начала пробуждения (речевого ответа на словесные команды, открывания глаз).

Для объективного контроля пробуждения после анестезии и безопасного перевода пациентки в палату применяли модифицированную балльную шкалу Альдрета (табл. 1) [12]. В шкалу включены пять критериев: сознание, дыхание, SpO<sub>2</sub>, кровообращение и двигательная активность. Каждый признак оценивается в диапазоне от 0 до 2 баллов, таким образом, максимальная оценка по шкале составляет 10 баллов. При достижении суммы баллов, равной 10, пациентку переводили в палату. Если сумма баллов

составляла 9 и менее, продолжали наблюдение в операционной до достижения 10 баллов с регистрацией соответствующего времени.

Эффективность программы ЭКО оценивали через 3 недели после переноса эмбрионов по данным УЗИ (наличию плодного яйца в полости матки).

Группы сравнивали между собой методом случай-контроль. Статистическую обработку проводили с помощью программного пакета Statistica. Общие данные представляли в виде X ± m (среднее значение ± стандартное отклонение) и анализировали с использованием непарного теста Стьюдента (t-критерий) и критерия Пирсона (χ<sup>2</sup>). Различия считали статистически значимыми при p < 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Проанализированы данные, полученные на трех этапах анестезии (индукции, поддержания, пробуждения) и в восстановительном периоде в двух группах.

Временной интервал *индукции анестезии* в группе ингаляционной анестезии севофлураном статистически значимо превышал таковой в группе внутривенной анестезии пропофолом: 2,1 ± 0,06 и 1,2 ± 0,07 минуты соответственно (p < 0,001).

В группе ПВВИ время внутривенной индукции составило 1,2 ± 0,07 минуты при средней индукционной дозе пропофола 138,2 ± 3,80 мг. В 39 из 40 случаев для достижения нужного клинического эффекта потребовались дополнительные болюсы пропофола, дополнительная доза пропофола равнялась в среднем 87,9 ± 7,98 мг. Общая доза пропофола у 40 пациенток составила 224,0 ± 8,62 мг.

В группе ингаляционной анестезии индукция проводилась с концентрацией севофлурана на вдохе 7,5 ± 0,06% в течение 2,1 ± 0,06 минуты до достижения целевой концентрации на выдохе 4,9 ± 0,13% и МАК 2,3 ± 0,06%.

Увеличение ЧД было отмечено в обеих группах. При ингаляционной анестезии на этапе индукции ЧД составила 23,2 ± 1,05/мин, при внутривенной анестезии —

Таблица 1

Шкала Альдрета [12]

Оцениваемые клинические признаки	Баллы	Описание
Дыхание	2	способен глубоко дышать и откашливаться
	1	одышка, ограничение дыхания, требует помощи
	0	апноэ
Сатурация кислорода (SpO <sub>2</sub> )	2	SpO <sub>2</sub> > 92% при дыхании воздухом
	1	нуждается в ингаляции кислорода для поддержания SpO <sub>2</sub> > 90%
	0	SpO <sub>2</sub> < 90% даже с ингаляцией кислорода
Сознание	2	полное пробуждение (бодрствует, контактен, ориентирован)
	1	просыпается, но вновь легко засыпает
	0	не реагирует на внешние стимулы
Кровообращение (артериальное давление)	2	АД — ±20% от значений до анестезии
	1	АД — ± 20–49% от значений до анестезии
	0	АД — ± 50% от значений до анестезии
Активность (движения)	2	активные движения во всех четырех конечностях по команде или по своей воле
	1	активные движения только в двух конечностях по команде или по своей воле
	0	движения в конечностях по команде или по своей воле отсутствуют

Примечание. АД — артериальное давление.

19,5 ± 0,66/мин (p = 0,003). SpO<sub>2</sub> на момент окончания индукции при разных методах анестезии не различалась: в первой группе — 98,3 ± 0,14%, во второй — 98,3 ± 0,15% (p = 0,9). Парциальное давление CO<sub>2</sub> на выдохе после индукции севофлураном составило 22,1 ± 0,75 мм рт. ст., после внутривенного введения пропофола — 25,1 ± 0,76 мм рт. ст. (p = 0,007).

На этапе *поддержания анестезии* проведение процедуры ТПЯ в первой группе заняло 4,3 ± 0,30 минуты, во второй группе для этого потребовались 5,2 ± 0,50 минуты (p = 0,1). Показатели гемодинамики, регистрировавшиеся на момент окончания пункции яичников, характеризовали ответную реакцию организма на хирургическое вмешательство. ЧСС в первой группе (БИИ) составила 76,4 ± 2,29 уд/мин, во второй группе (ПВВИ) — 74,3 ± 1,44 уд/мин (p = 0,4). САД в анализируемых группах статистически значимых различий не имело: при анестезии севофлураном — 105,0 ± 2,25 мм рт. ст., пропофолом — 106,6 ± 2,46 мм рт. ст. (p = 0,6). ДАД в группе ингаляционной анестезии было достоверно ниже, чем в группе внутривенной анестезии: 62,3 ± 1,56 и 68,3 ± 1,75 мм рт. ст. соответственно (p = 0,01). Важно, что не было обнаружено статистически значимых различий между значениями СрАД: в первой группе этот показатель составил 77,0 ± 1,79 мм рт. ст., во второй — 80,3 ± 1,89 мм рт. ст. (p = 0,2).

Выявлены особенности на этапе *пробуждения* после применения севофлурана и пропофола. Средние показатели ЧСС, САД и СрАД на этом этапе в группе севофлурана были статистически значимо выше, чем в группе, в которой использовался пропофол (табл. 2).

Время начала восстановления сознания в виде ответа на словесные команды после анестезии в группах не различалось: 6,2 ± 0,2 и 6,1 ± 0,4 минуты при использовании севофлурана и пропофола соответственно (p = 0,8). Однако среднее время достижения 10 баллов по шкале Альдрета в первой группе было достоверно меньше: 6,1 ± 0,1 минуты против 7,4 ± 0,1 минуты во второй группе (p = 0,04).

Оценка по балльной системе через 6 минут после анестезии в исследуемых группах была различной. В группе севофлурана всем 40 пациенткам (100%) был присвоен максимальный балл по каждому из пяти критериев шкалы Альдрета (рис.). В группе пропофола период пробуждения длился дольше. При анализе в группе ПВВИ только у 24 (60,0%) пациенток на момент пробуждения было установлено соответствие критериям безопасного перевода в палату (p < 0,001 при сравнении с первой группой); у 14 (35,0%) пациенток суммарный показатель шкалы Альдрета составил 9 баллов и у 2 (5,0%) — 8 баллов (см. рис.).

Таким образом, введение в практику балльной оценки параметров по шкале Альдрета позволяет объективно сравнить время полного восстановления при применении двух методов анестезии.

Частота наступления клинической беременности у пациенток двух групп не различалась: в группе ингаляционной анестезии севофлураном беременность наступила у 16 из 39 (41,0%) женщин, в группе пропофола — у 14 из 37 (37,8%) (p = 0,7). Не удалось включить данные о результатах ЭКО у 1 женщины (2,5%) группы севофлурана и у 3 (7,5%) женщин группы пропофола.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании изучения клинических особенностей двух видов анестезии получены достоверные различия по ряду мониторируемых показателей.

Показано, что индукция анестезии до утраты сознания и отсутствия реакции на внешние раздражители при использовании пропофола достигается быстрее. При этом, несмотря на короткое время проведения трансвагинальной пункции яичников (ТПЯ), у 39 из 40 пациенток второй группы потребовалось дополнительное введение пропофола.

Во время пункции яичников статистически значимых различий по уровням среднего артериального давления

Рис. Распределение баллов по шкале Альдрета на этапе пробуждения и начала восстановления после анестезии в исследуемых группах.

\* P < 0,001 при сравнении с первой группой

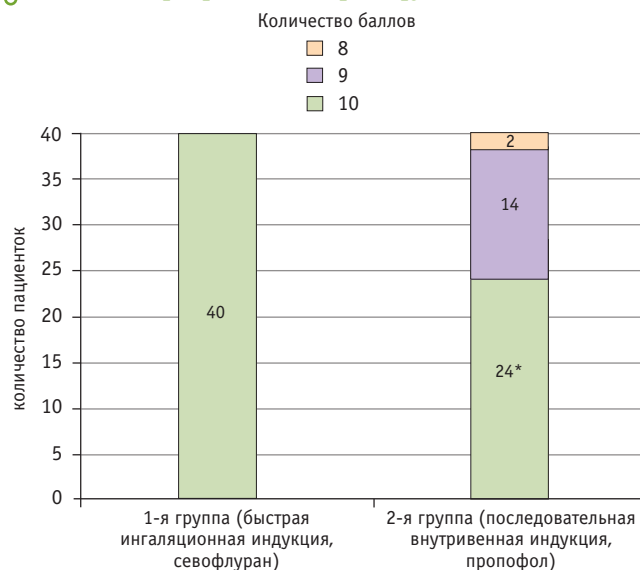


Таблица 2

### Показатели гемодинамики на этапе пробуждения (X ± m)

Сравниваемые признаки	Группа 1 (БИИ, n = 40)	Группа 2 (ПВВИ, n = 40)	P для t-критерия
ЧСС, уд/мин	87,5 ± 1,96	80,3 ± 1,29	<b>0,002</b>
САД, мм рт. ст.	117,3 ± 1,67	107,7 ± 2,01	<b>0,0004</b>
ДАД, мм рт. ст.	74,4 ± 1,30	70,4 ± 1,82	0,07
СрАД, мм рт. ст.	89,8 ± 1,32	82,4 ± 1,82	<b>0,001</b>

Примечание. БИИ — быстрая ингаляционная индукция; ПВВИ — последовательная внутривенная индукция; САД, ДАД и СрАД — систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление соответственно; ЧСС — частота сердечных сокращений.


и частоты сердечных сокращений (ЧСС) между группами ингаляционной и внутривенной анестезии не выявлено, у пациенток обеих групп мониторимые гемодинамические показатели оставались в пределах нормативных значений.

На этапе пробуждения ЧСС после быстрой ингаляционной индукции была статистически значимо выше, чем после последовательной внутривенной индукции. Восстановление после анестезии быстрее происходило в группе ингаляционной анестезии, что выразилось в уменьшении времени, необходимого для достижения 10 баллов по шкале Альдрета ( $6,1 \pm 0,1$  минуты в первой группе и  $7,4 \pm 0,1$  минуты во второй,  $p = 0,04$ ).

Различий в результатах циклов экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) не установлено. Наступление клинической беременности в исследуемых группах достоверно не различалось.

Таким образом, внутривенная анестезия пропофолом и ингаляционная анестезия севофлураном при проведении ТПЯ в клинике вспомогательных репродуктивных технологий имеют определенные особенности, связанные со скоростью индукции и восстановления после наркоза, а также с влиянием на артериальное давление и ЧСС. Оба варианта анестезии безопасны и могут применяться для анестезиологического обеспечения инвазивных процедур при ЭКО.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Яковенко Е. М., Яковенко С. А. Экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО) и другие методы преодоления бесплодия. М.: Altravita-ivf.ru; 2016: 280 с. [Yakovenko E. M., Yakovenko S. A. Ekstrakorporal'noe oplodotvorenie (EKO) i drugie metody preodoleniya besplodiya. M.: Altravita-ivf.ru; 2016. 280 s. (in Russian)]
2. Matsota P., Kaminioti E., Kostopanagiotou G. Anesthesia Related Toxic Effects on In Vitro. Fertilization Outcome: Burden of Proof. *BioMed Res. Int.* 2015; 2015: 475362. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/475362> (дата обращения — 15.05.2017).
3. Лихванцев В. В., Борисов К. Ю., Габитов М. В., Гребенчиков О. А., Кичин В. В., Козлова Е. М. и др.; Лихванцев В. В., ред. Ингаляционная индукция и поддержание анестезии. М.: МИА; 2013: 320 с. [Likhvantsev V. V., Borisov K. Yu., Gabitov M. V., Grebenchikov O. A., Kichin V. V., Kozlova E. M. i dr.; Likhvantsev V. V., red. Ingalyatsionnaya induksiya i podderzhanie anestezi. M.: MIA; 2013. 320 s. (in Russian)]
4. Kennedy R. R. Effect-site estimation of volatile anaesthetic agents: Beyond MAC fractions as a target for anaesthesia delivery. *Trends in Anaesthesia and Critical Care.* 2013; 3 (4): 211–5.
5. Yurino M., Kimura H. Efficient inspired concentration of sevoflurane for vital capacity rapid inhalation induction (VCRIT) technique. *J. Clin. Anesth.* 1995; 7 (3): 228–31.
6. Philip B. K., Lombard L. L., Philip J. H. Vital capacity induction with sevoflurane in adult surgical patients. *J. Clin. Anesth.* 1996; 8 (5): 426.
7. Петрова М. В., Потиевская В. И., Ушаков И. Л. Анестезиологическое обеспечение в клинике вспомогательных репродуктивных технологий. Доктор.Ру. 2014; 8 (96). Ч. 1: 39–41. [Petrova M. V., Potievskaya V. I., Ushakov I. L. Anesteziologicheskoe obespechenie v klinike vspomogatel'nykh reproduktivnykh tekhnologii. Doktor.Ru. 2014; 8 (96). Ch. 1: 39–41. (in Russian)]
8. Van den Berg A. A., Chitty D. A., Jones R. D., Sohel M. S., Shahen A. Intravenous or inhaled induction of anesthesia in adults? An audit of preoperative patient preferences. *Anesth. Analg.* 2005; 100 (5): 1422–4.
9. Shimamoto H., Terui K., Yokota K. et al. Volatile induction and maintenance anesthesia (VIMA) using sevoflurane for transvaginal oocyte retrieval: comparison with propofol based anesthesia on recovery profile and reproductive outcome. *Anesthesiology.* 2004; 101: A1188.
10. Terui K. Evidence-based anesthesiology for ART. *J. Mamm. Ova Res.* 2005; 22 (1): 20–3.
11. Murthy T., Gupta P., Sharma R. K. Anaesthetic Issues in In-vitro Fertilisation. *Med. J. Armed. Forces India.* 2008; 64 (2): 119–22.
12. Aldrete J. A. The post-anesthesia recovery score revisited. *J. Clin. Anesth.* 1995; 7 (1): 89–91. 

Библиографическая ссылка:

Ушаков И. Л., Потиевская В. И., Попов А. А., Логинова Е. А. Сравнение эффектов ингаляционной и внутривенной анестезии при трансвагинальной пункции яичников // Доктор.Ру. 2017. № 6 (135). С. 50–54.

Citation format for this article:

Ushakov I. L., Potievskaya V. I., Popov A. A., Loginova E. A. A Comparison of the Effects of Inhalation and Intravenous Anesthesia for Transvaginal Ovarian Puncture. *Doctor.Ru.* 2017; 6(135): 50–54.



# Современные представления о механизмах действия ксенона на организм человека

В. И. Потиевская<sup>1</sup>, Ф. М. Шветский<sup>2</sup>, С. В. Кузнецов<sup>1</sup>, С. В. Потапов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский радиологический центр Минздрава России, г. Москва

<sup>2</sup> Городская клиническая больница № 51 Департамента здравоохранения города Москвы

<sup>3</sup> ООО «АКЕЛА-Н», Московская область, г. Химки

**Цель обзора:** анализ современных экспериментальных работ, посвященных изучению анестетических, анальгетических и протекторных свойств ксенона.

**Основные положения.** Несмотря на достаточно большое количество экспериментальных и клинических работ, механизмы действия ксенона на организм человека исследованы недостаточно. Изученные материалы свидетельствуют о безопасности и эффективности ксеноновой анестезии. Показано, что благодаря прекодиционирующему эффекту этот благородный газ может быть использован для подготовки к оперативному вмешательству или в качестве лечебного воздействия при различных патологических состояниях. Отсутствие токсических и мутагенных последствий позволяет сделать ксеноновую ингаляцию методом выбора в детской анестезиологии, в акушерстве и сфере репродуктивной медицины. Дальнейшее исследование антистрессорного, антиоксидантного, нейро-, рено- и кардиопротективного действия ксенона даст возможность расширить показания к его использованию в различных сферах медицинской деятельности.

**Заключение.** Обзор литературных данных позволяет сделать вывод о разнообразных возможностях применения ксенона в медицине, не ограничивающихся наркотическим и анальгетическим эффектами.

**Ключевые слова:** ксенон, механизмы действия, анальгезия, анестезия, нейропротекция, кардиопротекция.

## The Current Understanding of How Xenon Acts in the Human Body

V. I. Potievskaya<sup>1</sup>, F. M. Shvetzkiy<sup>2</sup>, S. V. Kuznetsov<sup>1</sup>, S. V. Potapov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> National Medical Research Center for Radiology, Russian Ministry of Health, Moscow

<sup>2</sup> City Clinical Hospital No.51, Moscow City Department of Health

<sup>3</sup> OOO Akela-N, Moscow Region, Khimki

**Objective of the Review:** To analyze recent experimental studies of the anesthetic, analgesic, and protective effects of xenon.

**Key Points:** Despite a great number of experimental and clinical studies, the mechanisms of action of xenon in the human body are not well understood. The materials studied show that xenon anesthesia is safe and effective. Because it induces preconditioning, this inert gas can be used to prepare a patient for surgery or to treat various disorders. The absence of toxic and mutagenic effects makes xenon inhalation the method of choice in pediatric anesthesiology, obstetrics, and reproductive medicine. Further investigations of the anti-stress, antioxidant, neuroprotective, renoprotective, and cardioprotective effects of xenon will make it possible to expand the indications for its use in various medical areas.

**Conclusion:** Review of published reports suggests that there are various ways to use xenon in medicine, not limited to those based on its narcotic and analgesic effects.

**Keywords:** xenon, mechanisms of action, analgesia, anesthesia, neuroprotection, cardioprotection.

Инертный газ ксенон (Xe) входит в фармакопейные списки многих стран, где он определен как средство для анальгезии и наркоза. Интерес к Xe носит волнообразный характер [1]. Если в середине XX века были приняты первые попытки изучения ксеноновой анестезии, но широкого применения эта методика не нашла, то 90-е годы прошлого столетия ознаменовались рядом новых работ, посвященных как изучению механизмов действия Xe, так и его использованию в анестезиологии, и было получено разрешение на медицинское применение Xe в России и в ряде европейских стран [2]. Внедрение системы рециклинга сделало ксеноновую анестезию более доступной [3, 4], но до сих пор относительная дороговизна Xe затрудняет повсеместное распространение этого уникального анестетика, близкого по своим свойствам к идеальному. Однако идет

XXI век и не за горами 2030 год, когда согласно Киотскому протоколу человечество должно будет отказаться от применения практически всех веществ, содержащих атомы фтора, хлора или углерода, а следовательно, и всех ингаляционных анестетиков, за исключением Xe — благородного газа, содержащегося в обычном атмосферном воздухе.

Несмотря на наличие достаточно большого количества экспериментальных и клинических работ, в том числе двух рандомизированных мультицентровых контролируемых исследований по проведению ксеноновой анестезии [5], механизмы действия Xe на организм человека изучены недостаточно. Клинические эффекты ксеноновых наркозов настолько хороши, что в ряде случаев практическое использование Xe опережает экспериментальное обоснование свойств этого вещества, и многие теории его воздействия

Кузнецов Станислав Владимирович — младший научный сотрудник ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. 125284, г. Москва, 2-й Боткинский пр-д, д. 3. E-mail: kuznetsov-mnioi@yandex.ru

Потапов Сергей Владимирович — к. т. н., заместитель директора ООО «АКЕЛА-Н». 141420, Московская область, г. Химки, мкрн Сходня, ул. Октябрьская, д. 37. E-mail: s\_potapov@list.ru

Потиевская Вера Исааковна — д. м. н., главный научный сотрудник ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. 125284, г. Москва, 2-й Боткинский пр-д, д. 3. E-mail: vera.pot@mail.ru

Шветский Филипп Михайлович — к. м. н., врач анестезиолог-реаниматолог ГБУЗ ГКБ № 51 ДЗМ. 121309, г. Москва, ул. Алябьева, д. 7/33. E-mail: shvetzkiy@mail.ru



на человеческий организм остаются пока неподтвержденными. Именно этот диссонанс вызвал наш интерес к данной проблеме и побудил провести анализ современных экспериментальных работ, посвященных изучению анестетических, анальгетических и протекторных свойств Хе.

### ИСТОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КСЕНОНА В МЕДИЦИНЕ

Изучение Хе, элемента 18-й группы таблицы Менделеева, началось в XIX веке, когда W. Ramsay открыл инертные газы. Оказалось, что он может вступать в межмолекулярные взаимодействия посредством сил Ван-дер-Ваальса, а точнее лондонских дисперсионных сил, возникающих между мгновенно поляризованным атомом и наведенным им вновь возникшим диполем. Спонтанная поляризация частиц позволяет Хе связываться с активными центрами ферментов и рецепторов, взаимодействуя с остатками аминокислот в их составе [6], поэтому, несмотря на то что Хе — инертный газ, он способен оказывать значительное влияние на биологические организмы [7].

J. Lawrence и W. F. Loomis (1946) впервые опубликовали результаты экспериментальной работы, продемонстрировавшие наркотический эффект Хе [8], в России такой же результат получил Н. В. Лазарев в эксперименте с мышонком [9]. S. Cullen и E. Gross (1951) были первыми, кто провел анестезию Хе у человека [10]. В нашей стране первый ксеноновый наркоз был выполнен профессором В. П. Смольниковым в 1962 г. [11]. История внедрения Хе в практику российской медицины от экспериментальных исследований до клинического использования блестяще изложена в нескольких монографиях профессора Н. Е. Булова и соавт. [2, 12]. Н. Е. Булов, заслуженный деятель науки, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии Российской медицинской академии непрерывного медицинского образования, стал тем ученым-энтузиастом, который сумел преодолеть трудности, обычно сопутствующие продвижению любого инновационного метода, и сделать ксеноновый наркоз неотъемлемым достижением отечественной анестезиологии. Именно в России впервые было официально разрешено медицинское применение Хе в качестве средства для наркоза.

В исследованиях Н. Е. Булова были получены важнейшие результаты, которые впоследствии позволили обосновать безопасное использование этого анестетика. Прежде всего к ним относятся данные об отсутствии у Хе токсических, мутагенных и канцерогенных свойств. В то же время, несмотря на внедрение ксеноновой анестезии в медицинскую практику, в механизмах действия Хе оставалось и остается много неизвестного.

### МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ КСЕНОНА НА ОРГАНИЗМ

В настоящее время известно, что Хе может по-разному влиять на организм человека в зависимости от его концентрации: при концентрации от 25% до 50% во вдыхаемой смеси он проявляет анальгетический, анксиолитический эффекты, а в концентрации 60–70% и выше обладает наркотическим действием и обеспечивает общую анестезию. Известны и другие, дополнительные, воздействия Хе: противовоспалительное, ноотропное, нейропротекторное, иммуностимулирующее, вазодилатирующее, антиаритмическое, кардиотоническое [12].

По мнению Н. Е. Булова [12], разнообразные неспецифические эффекты Хе можно объяснить теорией клатратных соединений. Вступая во взаимодействие с молекулами воды, Хе образует псевдокристаллическую структуру — клатрат, где образуется много пустот, свободно заполненных

различными веществами. К сожалению, это теоретическое положение до сих пор не доказано для биологических объектов, хотя теория клатратов могла бы объяснить протекторные свойства Хе и его способность нормализовать жизненно важные показатели деятельности организма (гемодинамические параметры, работу оксидантной и антиоксидантной систем, состояние ЦНС и др.).

Согласно современным представлениям, Хе, не вступая в химические реакции, временно и обратимо изменяет функции нейронов по передаче ноцицептивных и неноцицептивных стимулов. Клинические исследования показали, что уже в малой концентрации Хе влияет на синаптическую передачу, предположительно в области желатинозной субстанции и 2-й пластины Рекседа задних рогов спинного мозга [12].

Описанные процессы могут лежать в основе разнонаправленного влияния Хе на возбуждающие и тормозящие ионные каналы с лиганд- и потенциалзависимыми «воротами», определяющими, в свою очередь, функциональное состояние клеток [13].

Таким образом, современные представления о наркозе значительно отличаются от ранее существовавших теорий: общая анестезия может рассматриваться как полностью обратимое взаимодействие белка-рецептора и анестетика-лиганда [14]. Основной точкой приложения действия Хе, как и других анестетиков, является постсинаптическая мембрана [13, 15].

Значительное количество работ посвящено влиянию Хе на NMDA-рецепторы [16, 17]. Механизмы влияния этого газа на NMDA-рецепторы включают конкурентное ингибирование при взаимодействии с центрами связывания глицина и некокурентное ингибирование — более мощное, чем конкурентное. В процессе этого связывания важную роль играет взаимодействие Хе с ароматическим кольцом фенилаланина. Выявлены мутации аминокислот триптофана и тирозина, которые могут предотвращать ингибирование Хе NMDA-рецепторов [18]. В отсутствие агонистов NMDA-рецепторов Хе способствует открытию щели в лигандсвязывающем домене и сохранению ионных каналов в закрытой конформации. В минимальной альвеолярной концентрации Хе селективно подавляет (на 60%) возбуждающие постсинаптические токи, вызванные активацией NMDA-рецепторов [19]. NMDA-рецепторы являются ионотропными рецепторами, активируемыми глутаматом [20, 21]. Избыточная или постоянная активация глутаматом NMDA-рецепторов вызывает гибель нейронов в результате ишемии, например при ОНМК, вследствие повышения концентрации цитоплазматического кальция [22]. Ток кальция внутрь клетки через стимулированные NMDA-рецепторы вызывает повышение продукции оксида азота (NO) и активацию перекисного окисления липидов (ПОЛ) в составе клеточных мембран.

Повышенная продукция NO становится причиной нарушения работы митохондрий. NO и супероксид ( $O_2^-$ ) реагируют между собой с образованием значительных количеств пероксинитрита ( $ONOO^-$ ), который, в свою очередь, повреждает ДНК посредством реакций окисления [23]. В дополнение к этому повышение концентрации внутриклеточного кальция способствует активации кальпаина, активирующего p38 (проапоптотическую киназу), и агрегации белков и нуклеиновых кислот, что впоследствии приводит к развитию нарушений липидного слоя клеточных мембран и, следовательно, к гибели клетки [22].

Предполагается также, что антагонистическое взаимодействие с NMDA-рецепторами может предотвращать развитие

феномена гипералгезии [23, 24]. Анальгетическое действие Хе реализуется на спинальном, супраспинальном и кортикальном уровнях, что является чрезвычайно важным для воздействия на различные формы боли.

Помимо NMDA-рецепторов, существуют еще два типа рецепторов глутамата, которые называются также не-NMDA-рецепторами, — рецепторы  $\alpha$ -амино-3-гидрокси-5-метил-4-изоксазол-пропионата (AMPA-рецепторы) и каинатные рецепторы. В исследовании A. Plested и соавт. изучались чувствительность AMPA-рецепторов Xenopus к Хе, а также ее изменение в результате десенситизации путем введения Хе с последующим регистрированием изменений ионных токов. При введении каината как искусственного агониста рецепторов происходила десенситизация, и Хе блокировал только AMPA-рецепторы. Во второй части исследования глутамат, натуральный агонист AMPA-рецепторов, вводился вместо каината с использованием системы ультрабыстрого введения, моделирующей быстрое высвобождение значительного количества глутамата в синапсах. В этой ситуации Хе не блокировал AMPA-рецепторы вследствие отсутствия десенситизации [25].

Однако в другой экспериментальной работе [26] на кортикальных нейронах мышиных эмбрионов было показано, что десенситизация развивается и при быстром введении глутамата. На основании этих данных был сделан вывод, что блокирование AMPA- и каинатных рецепторов кортикальных нейронов также вносит свой вклад в наркотическое действие Хе.

Необходимо отметить, что влияние Хе на организм не ограничивается воздействием на возбуждающие рецепторы нервной системы. В исследовании наших коллег [27], проведенном на крысах линии Wistar, было показано, что Хе способен эффективно предупреждать негативные эффекты активации ПОЛ, вызванной вдыханием гипероксической смеси, по крайней мере двумя путями: с помощью уменьшения активности индуцированных окислительных процессов и за счет активации собственных антиоксидантных ферментов (каталазы, глутатионредуктазы и супероксиддисмутазы) в тканях печени. Кроме того, авторами были получены данные поведенческого теста в крестообразном лабиринте, указывающие на анксиолитическое действие Хе-кислородной смеси.

В работах последних лет показаны также другие механизмы действия Хе: уменьшение транскрипции активно-зависимого нейропротективного протеина, снижение уровня IL-1 $\beta$ , изменение уровней некоторых белков семейства HSP (HSP72 и HSP27), снижение продукции эндотелиального фактора роста, уменьшение содержания TNF- $\alpha$  и увеличение продукции HIF-1 $\alpha$  [28].

## НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫЕ ЭФФЕКТЫ КСЕНОНА

Уже около 20 лет известно, что ксеноновая анестезия сопровождается нейропротекторным эффектом [29].

Предположения о наличии нейропротективных свойств Хе способствовали проведению исследований эффективности его применения при остановке сердца. M. B. Fries и соавт. [30] утверждают, что на фоне ингаляций Хе после остановки сердца у свиней наблюдается снижение периваскулярного воспаления в скорлупе и хвостом ядра. J. Dingley и соавт. описали краткосрочные нейропротективные эффекты введения Хе у новорожденных крыс, подвергнутых гипоксии-ишемии [31].

Показано, что Хе снижает объем поражения головного мозга при введении до и во время ОНМК в эксперименте [32]. C. Bantel и соавт. продемонстрировали эффект нейрональ-

ного прекодиционирования Хе путем воздействия 75%-ным Хе на культуры нейронов и глиальных клеток в течение двух часов [33].

При моделировании фокальной церебральной ишемии, при которой тромб закрывает просвет кровеносного сосуда в головном мозге, с помощью окклюзии среднечеребной артерии (СМА) внутрисосудистым филаментом *in vivo* установлено, что применение Хе при окклюзии СМА у мышей снижает размер инфаркта и выраженность развивающихся при этом патологическом состоянии неврологических симптомов [34].

Проводятся исследования возможности совместного применения Хе с другими препаратами. По полученным данным, комбинация его с дексмететомидином *in vivo* снижает степень повреждения ткани головного мозга, развивающегося на фоне гипоксии. Кроме того, выявлено снижение выраженности гипоксического повреждения нервной ткани при независимом прекодиционировании комбинацией Хе и севофлурана [35].

Нейропротекторные свойства Хе позволили предположить, что его применение будет перспективно в педиатрической анестезиологической практике, поскольку этот благородный газ лишен нейротоксических эффектов, которые могут привести к повреждению развивающегося мозга, что особенно важно для детей в возрасте до трех лет [36].

## КАРДИОПРОТЕКТОРНЫЕ ЭФФЕКТЫ КСЕНОНА

В эксперименте убедительно показано, что Хе обладает прекодиционирующим действием на миокард, сопоставимым с защитными эффектами изофлурана [37], это подтверждено также клиническими исследованиями [38]. Установлено, что под влиянием Хе происходит увеличение фосфорилирования миокардиальной изоформы протеинкиназы С и р38 митогенактивируемой протеинкиназы. При прекодиционировании Хе происходит транслокация белков теплового шока (HSP27) и увеличивается полимеризация актина [37]. Ученые из США показали, что кардиопротективные эффекты Хе связаны с фосфорилированием гликогенсинтазы киназы 3 $\beta$ , защитой митохондриальных функций и ингибированием кальций-зависимого открытия митохондриальных пор [39].

N. C. Weber и соавт. обнаружили, что поздний кардиопротекторный эффект прекодиционирования Хе связан с активностью циклооксигеназы 2, так как ее ингибирование снижает эффективность защитного действия на миокард [40]. В другой экспериментальной работе прекодиционирование Хе эндотелиальных клеток пупочной вены человека предотвращало индукцию TNF- $\alpha$  и снижало транскрипционную активность ядерного фактора каппа В, который можно рассматривать как протоонкоген. В то же время Хе не влиял на индуцированную TNF- $\alpha$  экспрессию Е-селектина — гликопротеина, играющего важную роль в процессах воспаления, а именно адгезии нейтрофилов к эндотелиальной стенке [41].

Установлено, что ингаляционная смесь 70% Хе и 30% кислорода в первые 15 минут реперфузии после региональной ишемии у крыс снижает размеры инфаркта миокарда по сравнению с чистым кислородом [42]. Похожие данные были получены и в других работах. Показано, что применение Хе уменьшает размер участка некротизированного миокарда у различных животных [43].

Чрезвычайно важным фактом является благоприятное влияние ингаляций Хе на системную гемодинамику [44]. Пилотные клинические работы, посвященные применению ксеноновой анальгезии у пациентов с острым инфарктом миокарда, свидетельствуют об улучшении сократительной



функции миокарда, антиаритмическом эффекте и ускорении элиминации маркеров некроза миокарда [45, 46]. В эксперименте показано, что Xe уменьшает захват норадреналина нейрональными клетками за счет ингибирования транспорта данного медиатора. Это ингибирование может приводить к повышению концентрации норадреналина в синаптической щели и плазме крови, что, в свою очередь, защищает от развития гипотензии во время ксеноновой анестезии [47].

А. Ю. Куликов и соавт. в обзоре, посвященном эффектам Xe в отношении гемодинамики, отметили противоречивые данные о его влиянии на вегетативный баланс организма [44]. Гемодинамическая стабильность, отсутствие гипотензии при ксеноновой анестезии сопровождаются вазоконстрикцией как в большом, так и в малом круге кровообращения. Увеличение постнагрузки может приводить к различным изменениям сердечного выброса в зависимости от функционального состояния миокарда, чем можно объяснить противоречивые данные о влиянии Xe на данный показатель. Так, в работах российских авторов преимущественно указывается на повышение сердечного выброса, но есть данные зарубежных исследователей, например А. В. Roehl и соавт. [48], свидетельствующие о его умеренном снижении. В то же время не отмечается отрицательного действия Xe на функцию правого желудочка, несмотря на констрикцию легочных сосудов.

Совсем недавно в работе J. H. Baumert и соавт. были получены новые данные о воздействии Xe на функциональное состояние миокарда [49]. В экспериментальном исследовании, выполненном на свиньях, было показано, что непрерывная ингаляция Xe животным во время ишемии-реперфузии миокарда, вызванной окклюзией передней нисходящей ветви левой коронарной артерии, уменьшает диастолическую дисфункцию. При этом отмечались благоприятное влияние на процессы активного расслабления

левого желудочка и предотвращение увеличения ригидности стенок камер сердца после ишемии. Xe оказывал воздействие также на систолическую функцию сердца: несмотря на ишемию 40% массы левого желудочка, глобальная сократимость миокарда была сохранена. Последнее обстоятельство может служить обоснованием использования ксеноновых ингаляций в остром периоде инфаркта миокарда, в том числе при кардиогенном шоке. Это фактически первая работа, в которой детально проанализировано действие Xe на различные фазы сердечного цикла в сравнении с ишемическим прекодиционированием.

В некоторых экспериментальных работах получены результаты, которые могут быть положены в основу понимания ренопротективного действия Xe, менее всего изученного в настоящее время. Так, установлено, что воздействие Xe *in vivo* и *in vitro* вызывает активацию образования гипоксически индуцированного фактора HIF-1 $\alpha$  и эритропоэтина [50].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обзор литературных данных, касающихся механизмов действия ингаляционного анестетика ксенона, позволяет подтвердить разнообразие возможностей его применения в медицине, не ограничивающиеся наркотическим и анальгетическим эффектами. Отсутствие токсических и мутагенных последствий может сделать ксеноновую ингаляцию методом выбора в детской анестезиологии, в акушерстве и сфере репродуктивной медицины. Благодаря прекодиционирующему эффекту этот благородный газ может быть использован для подготовки к оперативному вмешательству или в качестве лечебного воздействия при различных патологических состояниях. Дальнейшее изучение антистрессорного, антиоксидантного, нейро-, рено- и кардиопротективного действия ксенона позволит расширить показания к его применению в различных сферах медицинской деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

- Скобелев Е. И., Пасечник И. Н., Рыбинцев В. Ю. Ингаляционная анестезия как компонент программы ускоренного восстановления после хирургических операций. *Доктор Ру*. 2015; 15–16 (116–117): 32–6. [Skobelev E. I., Pasechnik I. N., Rybin-tsev V. Yu. *Ingalyatsionnaya anesteziya kak komponent programmy uskorennoy vosstanovleniya posle khirurgicheskikh operatsii*. *Doktor Ru*. 2015; 15–16 (116–117): 32–6. (in Russian)]
- Буров Н. Е., Потапов В. Н., Макеев Г. Н. Ксенон в анестезиологии. *Клинико-экспериментальные исследования*. М.: Пульс; 2000: 356 с. [Burov N. E., Potapov V. N., Makeev G. N. *Xenon v anesteziologii*. *Kliniko-eksperimental'nye issledovaniya*. М.: Pul's; 2000. 356 s. (in Russian)]
- Буров Н. Е., Макеев Г. Н. Способ регенерации ксенона из газонаркотической смеси наркотических аппаратов и устройство для его осуществления. Патент № 2049487 от 10.12.1995 с приоритетом изобретения от 09.07.1992. URL: <http://bankpatentov.ru/node/282116> (дата обращения — 15.05.2017). [Burov N. E., Makeev G. N. *Sposob regeneratsii ksenona iz gazonarkoticheskoi smesi narkoznykh apparatov i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya*. *Patent № 2049487 ot 10.12.1995 s prioritetom izobreteniya ot 09.07.1992*. <http://bankpatentov.ru/node/282116>. (in Russian)]
- Буров Н. Е., Николаев Л. Л., Потапов В. Н., Козлов С. М., Коробов А. В., Потапов С. В. Технические, экономические и анестезиологические основы рециклинга медицинского ксенона. *Клинич. анестезиология и реаниматология*. 2008; 5 (3): 32–9. [Burov N. E., Nikolaev L. L., Potapov V. N., Kozlov S. M., Korobov A. V., Potapov S. V. *Tekhnicheskie, ekonomicheskie i anesteziologicheskie osnovy retsiklinga meditsinskogo ksenona*. *Klinich. anesteziologiya i reanimatologiya*. 2008; 5 (3): 32–9. (in Russian)]
- Morais R., Andrade L., Lourenço A., Tavares J. How xenon works: neuro and cardioprotection mechanisms. *Acta Med. Port*. 2014; 27 (2): 259–65.
- Jawad N., Rizvi M., Gu J., Adeyi O., Tao G., Maze M. et al. Neuroprotection (and lack of neuroprotection) afforded by a series of noble gases in an *in vitro* model of neuronal injury. *Neurosci. Lett*. 2009; 460 (3): 232–6.
- Winkler D. A., Thornton A., Farjot G., Katz I. The diverse biological properties of the chemically inert noble gases. *Pharmacol. Ther*. 2016; 160: 44–64.
- Lawrence J. H., Loomis W. F., Tobias C. A., Turpin F. H. Preliminary observations on the narcotic effect of xenon with a review of values for solubilities of gases in water and oils. *J. Physiol*. 1946; 105 (3): 197–204.
- Лазарев Н. В., Люблина Е. И., Мадорская Р. Я. О наркотическом действии ксенона. *Физиол. журн. СССР*. XXXIV. 1948; 34 (1): 131–4. [Lazarev N. V., Lyublina E. I., Madorskaya R. Ya. *O narkoticheskom deistvii ksenona*. *Fiziol. zhurn. SSSR*. XXXIV. 1948; 34 (1): 131–4. (in Russian)]
- Cullen S. C., Gross E. G. The anesthetic properties of xenon in animals and human beings, with additional observations on krypton. *Science*. 1951; 113 (2942): 580–2.
- Буачидзе Л. Н., Смольников В. П. Наркоз ксеноном у человека. *Вестн. АМН СССР*. 1962; 8: 22–5. [Buachidze L. N., Smol'nikov V. P. *Narkoz ksenonom u cheloveka*. *Vestn. AMN SSSR*. 1962; 8: 22–5. (in Russian)]
- Буров Н. Е., Потапов В. Н. Ксенон в медицине: очерки по истории и применению медицинского ксенона. М.: Пульс; 2012: 640 с. [Burov N. E., Potapov V. N. *Xenon v meditsine: ocherki po istorii i primeneniyu meditsinskogo ksenona*. М.: Pul's; 2012. 640 s. (in Russian)]
- Salmi E., Laitio R. M., Aalto S., Maksimow A. T., Långsjö J. W., Kais-ti K. K. et al. Xenon does not affect gamma-aminobutyric acid type A receptor binding in humans. *Anesth. Analg*. 2008; 106 (1): 129–34.
- Abraïni J. H., Marassio G., David H. N., Vallone B., Prangé T., Col-loch N. Crystallographic studies with xenon and nitrous oxide

- provide evidence for protein-dependent processes in the mechanisms of general anesthesia. *Anesthesiology*. 2014; 121 (5): 1018–27.
15. Haseneder R., Kratzer S., Kochs E., Mattusch C., Eder M., Rammes G. Xenon attenuates excitatory synaptic transmission in the rodent prefrontal cortex and spinal cord dorsal horn. *Anesthesiology*. 2009; 111 (6): 1297–307.
  16. Kunitz O., Baumert J. H., Hecker K., Coburn M., Beeker T., Zühlsdorff A. et al. Xenon does not modify mivacurium induced neuromuscular block. *Can. J. Anaesth.* 2005; 52 (9): 940–3.
  17. Liu L. T., Xu Y., Tang P. Mechanistic insights into xenon inhibition of NMDA receptors from MD simulations. *J. Phys. Chem.* 2010; 114 (27): 9010–6.
  18. Armstrong S. P., Baambo P. J., McKittrick T. J., Geldart C. H., Edge C. J., Babla R. et al. Identification of two mutations (F758W and F758Y) in the N-methyl-D-aspartate receptor glycine-binding site that selectively prevent competitive inhibition by xenon without affecting glycine binding. *Anesthesiology*. 2012; 117 (1): 38–47.
  19. Hecker K. E., Baumert J. H., Horn N., Reyle-Hahn M., Heussen N., Rossaint R. Minimum anesthetic concentration of sevoflurane with different xenon concentrations in swine. *Anesth. Analg.* 2003; 97 (5): 1364–9.
  20. Fatokun A. A., Stone T. W., Smith R. A. Adenosine receptor ligands protect against a combination of apoptotic and necrotic cell death in cerebellar granule neurons. *Exp. Brain Res.* 2008; 186 (1): 151–60.
  21. Solaroglu I., Solaroglu A., Kaptanoglu E., Dede S., Haberal A., Beskonakli E. et al. Erythropoietin prevents ischemia-reperfusion from inducing oxidative damage in fetal rat brain. *Childs Nerv. Syst.* 2003; 19 (1): 19–22.
  22. Verkhatsky A., Rodriguez J. J., Parpura V. Calcium signalling in astroglia. *Mol. Cell. Endocrinol.* 2012; 353 (1–2): 45–56.
  23. Petrenko A. B., Yamakura T., Sakimura K., Baba H. Defining the role of NMDA receptors in anesthesia: are we there yet? *Eur. J. Pharmacol.* 2014; 723: 29–37.
  24. Giacalone M., Abramo A., Giunta F., Forfori F. Xenon-related analgesia: a new target for pain treatment. *Clin. J. Pain.* 2013; 29 (7): 639–43.
  25. Plested A. J., Wildman S. S., Lieb W. R., Franks N. P. Determinants of the sensitivity of AMPA receptors to xenon. *Anesthesiology*. 2004; 100 (2): 347–58.
  26. Dinse A., Föhr K. J., Georgieff M., Beyer C., Bulling A., Weigt H. U. Xenon reduces glutamate-, AMPA-, and kainate-induced membrane currents in cortical neurons. *Br. J. Anaesth.* 2005; 94 (4): 479–85.
  27. Стряпко Н. В., Сазонтова Т. Г., Потиевская В. И., Хайруллина А. А., Вдовина И. Б., Архипенко Ю. В. и др. Адаптационный эффект многократно применения ксенона. *Общая реаниматология*. 2014; 10 (2): 50–6. [Стряпко Н. В., Сазонтова Т. Г., Потиевская В. И., Хайруллина А. А., Вдовина И. Б., Архипенко Ю. В. i dr. Adaptatsionnyi effekt mnogokratnogo primeneniya ksenona. *Obshchaya reanimatologiya*. 2014; 10 (2): 50–6. (in Russian)]
  28. Liu W., Liu Y., Chen H., Liu K., Tao H., Sun X. Xenon preconditioning: molecular mechanisms and biological effects. *Med. Gas Res.* 2013; 3 (1): 3.
  29. Franks N. P., Dickinson R., de Sousa S. L., Hall A. C., Lieb W. R. How does xenon produce anaesthesia? *Nature*. 1998; 396 (6709): 324.
  30. Fries M., Weis J., Rossaint R. Is xenon really neuroprotective after cardiac arrest? *Anesthesiology*. 2006; 104 (1): 211.
  31. Dingley J., Tooley J., Porter H., Thoresen M. Xenon provides short-term neuroprotection in neonatal rats when administered after hypoxia ischemia. *Stroke*. 2006; 37 (2): 501–6.
  32. Ma D., Hossain M., Pettet G. K., Luo Y., Lim T., Akimov S. et al. Xenon preconditioning reduces brain damage from neonatal asphyxia in rats. *J. Cereb. Blood Flow Metab.* 2006; 26 (2): 199–208.
  33. Bantel C., Maze M., Trapp S. Noble gas xenon is a novel adenosine triphosphate-sensitive potassium channel opener. *Anesthesiology*. 2010. 112 (3): 623–30.
  34. David H. N., Haewlyn B., Rouillon C., Lecoq M., Chazalviel L., Apiou G. et al. Neuroprotective effects of xenon: a therapeutic window of opportunity in rats subjected to transient cerebral ischemia. *FASEB J.* 2008; 22 (4): 1275–86.
  35. Luo Y., Ma D., Jeong E., Sanders R. D., Yu B., Hossain M. et al. Xenon and sevoflurane protect against brain injury in a neonatal asphyxia model. *Anesthesiology*. 2008; 109 (5): 782–9.
  36. Alam A., Suen K. C., Hana Z., Sanders R. D., Maze M., Ma D. Neuroprotection and neurotoxicity in the developing brain: an update on the effects of dexmedetomidine and xenon. *Neurotoxicol. Teratol.* 2017; 60: 102–16.
  37. Weber N. C., Toma O., Wolter J. I., Obal D., Müllenheim J., Preckel B. et al. The noble gas xenon induces pharmacological preconditioning in the rat heart in vivo via induction of PKC-epsilon and p38 MAPK. *Br. J. Pharmacol.* 2005; 144 (1): 123–32.
  38. Козлов И. А. Ксенон при кардиохирургических операциях. *Комплексный анализ. Вестн. интенсив. терапии*. 2007; 3: 45–53. [Kozlov I. A. Ksenon pri kardiokhirurgicheskikh operatsiyakh. *Kompleksnyi analiz. Vestn. intensiv. terapii*. 2007; 3: 45–53. (in Russian)]
  39. Mio Y., Shim Y. H., Richards E., Bosnjak Z. J., Pagel P. S., Bienengraeber M. Xenon preconditioning: the role of prosurvival signaling, mitochondrial permeability transition and bioenergetics in rats. *Anesth. Analg.* 2009; 108 (3): 858–66.
  40. Weber N. C., Frässdorf J., Ratajczak C., Grueber Y., Schlack W., Holmann M. W. et al. Xenon induces late cardiac preconditioning in vivo: a role for cyclooxygenase 2? *Anesth. Analg.* 2008; 107 (6): 1807–13.
  41. Weber N. C., Kandler J., Schlack W., Grueber Y., Frärdorf J., Preckel B. Intermittent pharmacologic pretreatment by xenon, isoflurane, nitrous oxide, and the opioid morphine prevents tumor necrosis factor alpha-induced adhesion molecule expression in human umbilical vein endothelial cells. *Anesthesiology*. 2008; 108 (2): 199–207.
  42. Preckel B., Schlack W. Editorial III: xenon — cardiovascularly inert? *Br. J. Anaesth.* 2004; 92 (6): 786–9.
  43. Baumert J. H. Xenon-based anesthesia: theory and practice. *Open Access Surgery*. 2009; 2: 5–13.
  44. Куликов А. Ю., Кулешов О. В., Лебединский К. М. Влияние анестезии ксеноном на гемодинамику: что нам известно к 2015 г.? *Анестезиология и реаниматология*. 2015; 60 (6): 71–4. [Kulikov A. Yu., Kuleshov O. V., Lebedinskii K. M. Vliyanie anestezii ksenonom na gemodinamiku: chto nam izvestno k 2015 g.? *Anesteziology i reanimatologiya*. 2015; 60 (6): 71–4. (in Russian)]
  45. Павлова П. А., Овинников Д. Н., Федоров С. Ю., Могильников С. В. Влияние ксенон-кислородных ингаляционных воздействий на сократительную способность миокарда у пациентов в остром периоде инфаркта миокарда. *Материалы конференции «Ксенон и инертные газы в медицине»*. М.: ГВКГ им. Н. Бурденко; 2012: 175. [Pavlova P. A., Ovinnikov D. N., Fedorov S. Yu., Mogil'nikov S. V. Vliyanie ksenon-kislorodnykh ingyalyatsionnykh vozdeystviy na sokratitel'nuyu sposobnost' miokarda u patsientov v ostrom periode infarkta miokarda. *Materialy konferentsii "Ksenon i inertnye gazy v meditsine"*. M.: GVKG im. N. Burdenko; 2012: 175. (in Russian)]
  46. Шебзухова Е. Х., Потиевская В. И., Молчанов И. В. Лечебный наркоз ксеноном при остром коронарном синдроме. *Вестн. интенсив. терапии*. 2014; 5: 95–8. [Shebzukhova E. Kh., Potievskaya V. I., Molchanov I. V. Lechebnyi narkoz ksenonom pri ostrom koronarnom sindrome. *Vestn. intensiv. terapii*. 2014; 5: 95–8. (in Russian)]
  47. Neukirchen M., Hipp J., Schaefer M. S., Brandenburger T., Bauer I., Winterhalter M. et al. Cardiovascular stability and unchanged muscle sympathetic activity during xenon anaesthesia: role of norepinephrine uptake inhibition. *Br. J. Anaesth.* 2012; 109 (6): 887–96.
  48. Roehl A. B., Steendijk P., Rossaint R., Bleilevens C., Goetzenich A., Hein M. Xenon is not superior to isoflurane on cardiovascular function during experimental acute pulmonary hypertension. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2012; 56 (4): 449–58.
  49. Baumert J. H., Roehl A. B., Funcke S., Hein M. Xenon protects left ventricular diastolic function during acute ischemia, less than ischemic preconditioning. *Med. Gas Res.* 2016; 6 (3): 130–7.
  50. Rizvi M., Jawad N., Li Y., Vizcaychipi M. P., Maze M., Ma D. Effect of noble gases on oxygen and glucose deprived injury in human tubular kidney cells. *Exp. Biol. Med. (Maywood)*. 2010; 235 (7): 886–91. D

## Библиографическая ссылка:

Потиевская В. И., Шветский Ф. М., Кузнецов С. В., Потапов С. В. Современные представления о механизмах действия ксенона на организм человека // *Доктор.Ру*. 2017. № 6 (135). С. 55–59.

## Citation format for this article:

Potievskaya V. I., Shvetskiy F. M., Kuznetsov S. V., Potapov S. V. The Current Understanding of How Xenon Acts in the Human Body. *Doctor.Ru*. 2017; 6(135): 55–59.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ / LIST OF ABBREVIATIONS

АД	— артериальное давление	ОНМК	— острое нарушение мозгового кровообращения
ВОЗ	— Всемирная организация здравоохранения	ОРИТ	— отделение реанимации и интенсивной терапии
ДИ	— доверительный интервал	ТЭЛА	— тромбоэмболия легочной артерии
ДНК	— дезоксирибонуклеиновая кислота	УЗИ	— ультразвуковое исследование
ЖКТ	— желудочно-кишечный тракт	ХОБЛ	— хроническая обструктивная болезнь легких
ИВЛ	— искусственная вентиляция легких	ЦНС	— центральная нервная система
ИМТ	— индекс массы тела	ЧСС	— частота сердечных сокращений
ИФА	— иммуноферментный анализ	ЭКГ	— электрокардиография, электрокардиограмма
КТ	— компьютерная томография, компьютерная томограмма	ASA	— American Society of Anesthesiologists (Американское общество анестезиологов)
ЛФК	— лечебная физическая культура	HIF	— hypoxia-inducible factor (индуцируемый гипоксией фактор)
МРТ	— магнитно-резонансная томография, магнитно-резонансная томограмма	IL	— интерлейкин
НПВС	— нестероидные противовоспалительные средства	TNF	— tumor necrosis factor (фактор некроза опухоли)



## FAST TRACK хирургия

оптимальный периоперационный период  
с позиций доказательной медицины

### Итоги семинара «FAST TRACK хирургия» в столице Башкортостана

**В** большинстве стран Западной Европы и в США плановая хирургическая помощь оказывается по канонам FAST TRACK. В России новая концепция делает первые, но достаточно уверенные шаги, в ведущих хирургических клиниках получены позитивные результаты. Ни один хирургический и анестезиолого-реанимационный форум не обходится без обсуждения этой темы. Второй региональный научно-практический семинар «FAST TRACK хирургия: оптимальный периоперационный период с позиций доказательной медицины», который состоялся 11 февраля 2017 года в Уфе, продолжает дело ознакомления региональных специалистов с новыми подходами к лечению хирургических больных.

Организаторами семинара стали Российское общество хирургов, кафедра анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, научно-практический медицинский рецензируемый журнал «Доктор.Ру» Анестезиология и реаниматология, Некоммерческое партнерство содействия развитию системы здравоохранения и медицины «РУСМЕДИКАЛ ГРУПП».

Активную поддержку мероприятию оказали министерство здравоохранения Республики Башкортостан и междисциплинарное научное хирургическое общество «ФАСТ ТРАК».

В работе семинара приняли участие более 200 врачей из Уфы и Республики Башкортостан, городов Рязани, Ставрополя, Самары, Екатеринбурга, в их числе хирурги, анестезиологи-реаниматологи, клинические фармакологи, гастроэнтерологи, а также организаторы здравоохранения, представители среднего медицинского персонала и студенты медицинских вузов.

Модераторами семинара выступили:

- Пасечник Игорь Николаевич, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ;
- Панченков Дмитрий Николаевич, д. м. н., профессор, заведующий лабораторией минимально инвазивной хирургии ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, генеральный секретарь Ассоциации гепатопанкреатобилиарных хирургов стран СНГ, лауреат Премии города Москвы в области медицины;

- Губайдуллин Ренат Рамилевич, д. м. н., заведующий отделением анестезиологии и реаниматологии ФГБУ «Клиническая больница» Управления делами Президента РФ, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ.

Семинар включал лекции и дискуссию по основным разделам программы FAST TRACK хирургии — в русскоязычной литературе это программа ускоренного выздоровления (ПУВ).

Во вводной лекции И. Н. Пасечник рассказал о развитии ПУВ за рубежом, ее основных компонентах и преимуществах внедрения в клиническую практику. Создание ПУВ было обусловлено возникновением объективных предпосылок, и прежде всего становлением доказательной медицины. Внедрение мультидисциплинарного подхода позволяет преодолеть дискретность в лечении хирургических пациентов и полноценно задействовать поликлинический этап в виде как преабилитации, так и реабилитации после выписки из стационара. Сокращение длительности госпитализации за счет уменьшения числа осложнений сопровождается снижением финансовых затрат. Использование современных лекарственных средств — ингаляционных анестетиков, мышечных релаксантов, препаратов для реверсии нейромышечного блока (сугаммадекс (Брайдан), производитель — компания MSD) — позволяет оптимизировать анестезиологическое обеспечение, а эндовидеохирургические методики приводят к уменьшению стрессовой реакции на оперативное



Президиум: Золотухин К. Н., Пасечник И. Н., Панченков Д. Н., Губайдуллин Р. Р.

вмешательство. Ранняя реабилитация позволяет пациенту скорее вернуться к обычному для него образу жизни.

В течение дня модераторы осветили тонкости организации работы лечебных учреждений в рамках ПУВ; вопросы нутритивной поддержки, периоперационной профилактики инфекционных осложнений, полноценной защиты от хирургического стресса, применения мышечных релаксантов и препаратов для реверсии нейромышечного блока.

Подробное описание получили современные кровосберегающие технологии, используемые на всех этапах периоперационного периода; акцентировалась важность коррекции анемии, которая встречается у 30% хирургических больных перед плановыми операциями.

Ключевым звеном операционного этапа ПУВ является минимизация хирургической агрессии. В обсуждении этой темы нашли отражение как аппаратный компонент, в частности использование эндовидеохирургии, роботизированных методик, так и роль исполнителей. Обсуждены вопросы подготовки кадров.

В докладе Р. Р. Губайдуллина об особенностях современной инфузионной терапии было подчеркнуто, что оптимальным подходом являются цельеориентированная инфузионная терапия на основе малоинвазивных методов контроля гемодинамики, использование сбалансированных полиэлектролитных растворов и коллоидов.

Было рассмотрено современное состояние проблемы профилактики тромботических осложнений после хирургических вмешательств. Этот компонент ПУВ особенно важен, так как он позволяет уменьшить число потенциальных жизнеугрожающих осложнений.

Лекция Д. Н. Панченкова, посвященная профилактике хирур-



Делегаты изучают новинки медицинского оборудования на выставке

гических осложнений в рамках реализации концепции FAST TRACK, продемонстрировала преимущества чек-листов для внедрения ПУВ.

Темой заключительного доклада И. Н. Пасечника стало послеоперационное обезболивание. Было отмечено, что эта проблема далека от своего решения во всем мире. По мнению ведущих специалистов, оптимальной является концепция мультимодального превентивного обезболивания с минимальным применением опиоидов. Чаще всего для профилактики и устранения болевого синдрома используются лекарственные средства из группы нестероидных противовоспалительных препаратов.

В рамках мероприятия была организована выставка фармацевтических компаний, компаний-производителей и дистрибьюторов специализированного медицинского оборудования, представители которых ознакомили врачей с новейшими разработками. Среди них были генеральный партнер семинара — компания MSD, главный партнер — компания Takeda. На выставке был представлен также научно-практический медицинский рецензируемый журнал «Доктор.Ру».

По окончании семинара все его участники получили именные сертификаты с указанием количества прослушанных лекционных часов и баллов Российского общества хирургов.

Региональные научно-практические семинары «FAST TRACK хирургия: оптимальный периоперационный период с позиций доказательной медицины» — активная площадка для обмена опытом между практикующими специалистами, дискуссий и последипломного образования врачей.

В конце 2017 года подобные мероприятия пройдут в Волгограде и Хабаровске. С планом семинаров и новостями проекта можно ознакомиться на сайте [www.fts.rusmg.ru](http://www.fts.rusmg.ru)



Все желающие могли задать лекторам вопросы в рамках дискуссии

Оргкомитет семинаров FAST TRACK  
[www.fts.rusmg.ru](http://www.fts.rusmg.ru)

