

Ингаляционная анестезия как компонент программы ускоренного восстановления после хирургических операций

Е. И. Скобелев, И. Н. Пасечник, В. Ю. Рыбинцев

Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента РФ, г. Москва

Цель обзора: обсуждение возможностей ингаляционной анестезии с позиций Fast-Track-хирургии.

Основные положения. В статье отражено изменение представлений о курации хирургических больных в периоперационном периоде, произошедшее за последние годы. Представлена новая концепция ускоренного восстановления после хирургических вмешательств. Акцент сделан на роли анестезиологического обеспечения хирургических операций, особое внимание уделено новому препарату из группы галогеносодержащих ингаляционных анестетиков — десфлурану. Подчеркивается, что физические свойства десфлурана, реализованные в клинической практике, делают его препаратом выбора в Fast-Track-хирургии.

Ключевые слова: Fast-Track-хирургия, ингаляционная анестезия, десфлуран.

Inhalation Anesthesia as Part of Enhanced-Recovery-After-Surgery Approach

E. I. Skobelev, I. N. Pasechnik, V. Yu. Rybintsev

Academic and Research Medical Center at the Department of Presidential Affairs of the Russian Federation, Moscow

Objective of the Review: To discuss the potential of inhalation anesthesia in the context of fast-track surgery.

Key Points: This paper describes the changes that have occurred over the last years in approaches to perioperative care for surgical patients. The authors outline a new concept — enhanced recovery after surgery. They emphasize the role of anesthesia given during surgery. Focused attention is given to Desflurane, a new volatile halogenated anesthetic. The authors specifically highlight that because of its physical properties that make it a success in clinical practice, Desflurane is considered the drug of choice for fast-track surgery.

Keywords: fast-track surgery, inhalation anesthesia, Desflurane.

Многие подходы в хирургии (схемы операций, оперативная техника, принципы периоперационного ведения больных) сформировались еще в доантибиотиковую эру. Однако становление доказательной медицины привело к тщательной ревизии многих положений. Мощным орудием развенчания мифов, переходивших из одного хирургического руководства в другое, стало Кокрановское сотрудничество — общество, основанное в 1992 г. и поставившее своей целью обобщение итогов рандомизированных контролируемых клинических исследований. В результате его работы было установлено, что многие методы ведения больных в периоперационном периоде неэффективны, например: голодание перед операцией, длительная предоперационная подготовка кишечника, рутинное применение назогастральных зондов и дренирование послеоперационных ран, продолжительный постельный режим. Осмысление этих положений привело к созданию концепции Fast-Track-хирургии, или программы ускоренного восстановления после хирургических вмешательств, эффективность методов которой подтверждена доказательной медициной [21]. Целью программы является раннее восстановление функций организма после хирургических вмешательств для достижения оптимальных результатов лечения на основе мультимодального подхода.

Новая концепция была предложена в 90-х годах XX века датским врачом анестезиологом-реаниматологом профессором Henrik Kehlet, который провел системный анализ патофизиологических механизмов возникновения осложнений

после плановых хирургических вмешательств. В итоге была выработана многокомпонентная система мер, направленных на снижение стрессовой реакции организма на хирургическую агрессию. Именно нивелирование последствий стресса с целью воздействия на все этапы периоперационного периода — до операции, во время и после ее проведения — для уменьшения числа осложнений и сокращения сроков пребывания пациентов на больничной койке стало краеугольным камнем этой концепции [15]. Причем на процесс восстановления больного качественное влияние может оказать появление новых методик лечения и новых лекарственных препаратов. Так, введение в практику короткодействующих седатиков (пропофол, мидазолам) и синтетических опиоидов (ремифентанил) позволило сделать анестезию более управляемой, сократить время восстановления после наркоза.

Отечественные концепции общей анестезии традиционно формировались с явным креном в пользу применения внутривенных средств (барбитураты, бензодиазепины, кетамин, пропофол и т. д.). Причинами тому были, с одной стороны, недофинансирование и консерватизм, а с другой — необходимость специального вентиляционного обустройства операционных блоков и наличия наркозно-дыхательных аппаратов с соответствующими типу ингаляционного анестетика испарителями. Ингаляционные анестетики имели малый «вес» в структуре общих анестезий. Из них чаще всего применялась закись азота (N₂O), способная потенцировать эффекты внутривенных средств.

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

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

Рыбинцев Владимир Юрьевич — 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: xxvlad66@mail.ru

В последнее время по ряду причин, в том числе экономических, возрождается интерес к ингаляционной анестезии (ИА), давно получившей в мире наибольшее распространение. Первым препаратом для ИА, зарегистрированным в России после длительного перерыва (т. е. исключая изофлуран, который используется с 80-х годов XX века), стал севофлуран (2004). По применению этого анестетика в нашей стране накоплен значительный опыт и опубликовано большое количество работ [2, 3].

В настоящий момент в России появился галогенсодержащий анестетик десфлуран (торговое наименование — Супран, производитель — компания Baxter, США). Препарат является новым для нашего отечества, но за рубежом он используется более 15 лет [19]. Десфлуран обращает на себя внимание самым низким показателем растворимости среди современных ингаляционных анестетиков. В сравнении с препаратами иных физико-химических свойств, а также изофлураном и севофлураном, десфлуран обеспечивает более короткие сроки выхода пациента из анестезии, более быстрое восстановление защитных рефлексов дыхательных путей и сознания. Эти качества могут быть особенно важны в Fast-Track-хирургии.

Фармакологическая промышленность последовательно выпускала все более безопасные и эффективные препараты для ИА: энфлуран, изофлуран (2-е поколение галогенсодержащих анестетиков), севофлуран и, наконец, десфлуран (3-е поколение). К признанным преимуществам современной ИА относят хорошую управляемость и безопасность, быстроту наступления эффекта и прекращения действия анестетика, точность дозировки на основании минимальной альвеолярной концентрации (МАК). Глубина анестезии изменяется поворотом ручки испарителя на наркозном аппарате, а воспроизводимым ориентиром глубины служит МАК.

Обсуждая ингаляционные анестетики в аспекте Fast-Track-оптимизации, нужно упомянуть о двух препаратах, позиционирование которых относительно фармакологического мейнстрима до конца не определено: старом — N₂O и новом — ксеноне. Отношение к первому анестетику за последнее десятилетие кардинально изменилось, пройдя путь от обязательного включения в большинство сбалансированных (комбинированных) анестезий до полного отказа от применения в некоторых клиниках. Это связано прежде всего с целым рядом побочных эффектов N₂O: нейротоксичностью, отрицательным влиянием на гемопоз, проэмическим эффектом, накоплением в брюшной и плевральной полостях [3]. Применение ксенона значительно ограничивается ценовым фактором. Энфлуран с его высокой степенью метаболизации замыкает тройку препаратов, не обладающих свойствами, необходимыми для Fast-Track-хирургии.

Таким образом, в последнее десятилетие на соответствие «золотому стандарту» ИА претендовали изофлуран и севофлуран, теперь в этот спор включился и десфлуран. Выбор между претендентами должен быть максимально обоснованным, базирующимся на результатах комплексного анализа фармакологических свойств.

По химическому строению десфлуран — фторсодержащий эфир, относящийся к 3-му поколению галогенсодержащих препаратов. Десфлуран структурно напоминает изофлуран (рис.), однако незначительное отличие (атом хлора заменен фтором) существенно изменяет его физические свойства, определяющие фармакокинетический профиль (табл. 1). Ключевой особенностью оказывается низкая растворимость десфлурана в крови и тканях, обеспечивающая наиболее

Рис. Химическое строение десфлурана и изофлурана



быструю, в ряду ингаляционных анестетиков, индукцию в анестезию, лабильное течение анестезии и скорый выход из нее. Низкий коэффициент распределения кровь/газ для десфлурана (0,42), почти как у N₂O, способствует скорейшей реакции организма пациента на изменение концентрации анестетика в газовой смеси. Это в значительной мере определяет выдающуюся анестетическую управляемость и применимость десфлурана в Fast-Track-хирургии.

Молекулярные механизмы действия ингаляционных анестетиков пока неизвестны. Динамичность процессов индукции и выхода из анестезии вряд ли связана со степенью ковалентного замещения в заинтересованных структурах ЦНС. В ряду теорий наркоза «липидная» теория Meyer — Overton — лишь одна из нескольких конкурирующих концепций, но именно она служит методологической основой для сравнительной оценки эффективности анестетиков с учетом их липофильности.

В соответствии с теорией Meyer — Overton МАК характеризует силу действия ингаляционного анестетика. Мощность анестетика оказывается пропорциональной его растворимости в жирах в цифровом выражении коэффициента распределения масло/газ. МАК прямолинейно зависит от значения коэффициента распределения масло/газ при 37 °С, что делает этот показатель важным критерием оценки мощности ингаляционного анестетика и глубины анестезии. Приведенные в таблице 1 общепризнанные цифры МАК для десфлурана являются усредненными и могут снижаться при гипотермии, у больных преклонного возраста и в результате медикаментозного потенцирования. Зависимость МАК десфлурана от возраста, а также эффект второго газа представлены в таблице 2.

Гипертермия, тиреотоксикоз, гипернатриемия, алкогольная и наркотическая зависимость и ряд других факторов приводят к росту МАК [14]. По этому показателю мощность десфлурана меньше мощности изофлурана и севофлурана. Такая относительно слабая анальгетическая активность десфлурана при его феноменальной управляемости легко корректируется использованием фентанила в минимальных дозах с учетом травматичности и хронологии оперативного вмешательства. Это не накладывает каких-либо ограничений на его назначение, так как применение сбалансированной (комбинированной) анестезии уже полвека считают приоритетным по отношению к моноанестезии в большинстве клинических ситуаций.

Побочные действия ингаляционных анестетиков связаны с их метаболизацией. Уровень печеночной метаболизации десфлурана ничтожно мал: он не превышает 0,02%, препарат в основном выводится из организма через легкие [14, 19]. Соответственно использование десфлурана не сопряжено с появлением признаков повреждения печени после анестезии, что подтверждается сравнительной стабильностью функциональных печеночных проб, и сопровождается наименьшим числом побочных эффектов в обсуждаемом

Некоторые физические и фармакокинетические характеристики ингаляционных анестетиков

Ингаляционный анестетик	Температура кипения при нормальном атмосферном давлении, °С	Давление газа при 20 °С, мм рт. ст.	МАК в O ₂ , %	КР		
				кровь/газ	жир/кровь	мозг/кровь
Галотан	50,2	243	0,74	2,30	60	2,0
Изофлуран	48,5	239	1,15	1,60	45	1,6
Севофлуран	58,5	157	2,05	0,69	48	1,7
Десфлуран	22,8	664	6,0	0,42	27	1,3

Примечание. КР — коэффициент нормализованного распределения ингаляционных анестетиков; МАК — минимальная альвеолярная концентрация для людей зрелого возраста при 37 °С, P_{атм.} = 760 мм рт. ст.

фармакологическом ряду. Минимальное значение метаболизации в ряду галогенсодержащих анестетиков определяет медикаментозный выбор десфлурана в Fast-Track-хирургии.

Как в случаях с изофлураном и севофлураном, распад десфлурана при контакте с натронной известью может приводить к образованию монооксида углерода, т. е. угарного газа, сопровождающемуся повышением содержания карбоксигемоглобина у некоторых пациентов. Продукция монооксида углерода прямо пропорциональна концентрации анестетика, температуре сорбента и степени его сухости, а также зависит от типа извести. Однако это больше проблема не медикаментозная, а организационная — связанная с оборудованием операционного зала и планированием графика использования и профилактики наркозно-дыхательной аппаратуры [6, 8].

Цереброваскулярные эффекты десфлурана, равно как и других ингаляционных анестетиков, формируются из двух разнонаправленных тенденций: в результате прямого дилатирующего воздействия на гладкомышечные элементы сосудистой стенки мозговой кровотока увеличивается, чему противостоит торможение процессов внутримозгового метаболизма, индуцированное тем же препаратом. Во время анестезии 1–2 МАК десфлурана и севофлурана снижается уровень церебральной утилизации глюкозы [4, 16]. Использование десфлурана в количествах 0,5–1,5 МАК при нейрохирургических операциях не влияет на величину внутричерепного давления [9]. Десфлуран и севофлуран сходны по действию на мозговой кровоток и CO₂-реактивность церебральных сосудов. Изменения мозгового кровотока и метаболизма при анестезии этими двумя препаратами в большей или меньшей степени ассоциированы и имеют позитивную направленность.

Десфлуран, как и другие галогенсодержащие анестетики, вызывает дозозависимое снижение артериального давления, в основном посредством уменьшения общего периферического сопротивления. При этом терапевтическая широта препарата обеспечивает стабильность сердечного выброса за счет хронотропной компенсаторной реакции в пределах 1–2 МАК. Поэтому увеличение ЧСС при концентрации десфлурана, превышающей 1 МАК, не должно расцениваться как признак неадекватной анестезии [23]. Снижение общего периферического сопротивления при адекватном приросте производительности сердца обеспечивает необходимый уровень доставки кислорода к тканям важнейших органов. Сравнительная оценка результатов применения внутривенных анестетиков и десфлурана у пациентов с ИБС не выявила увеличения риска развития ишемии миокарда при использовании последнего [11]. Однако способность десфлурана вызывать прирост ЧСС требует взвешенного подхода к его применению в качестве единственного препарата для вводного наркоза у больных с нарушениями коронарного кровотока.

В подавляющем большинстве клинических ситуаций практикующие врачи предпочитают проводить индукцию внутривенными препаратами. Ингаляционная индукция чаще обсуждается в литературе и на конференциях, чем применяется на практике. Даже педиатрическая концепция ингаляционной моноанестезии VIMA (Volatile Induction and Maintenance of Anesthesia) допускает возможность использования наркотических анальгетиков. В клинической медицине и Fast-Track-хирургии превалирует мнение, что индукцию анестезии удобнее осуществлять препаратами для внутривенной анестезии, а поддержание — галогенсодержащими анестетиками.

В отличие, например, от севофлурана, десфлуран практически лишен аритмогенного действия, так как он не вызывает повышения чувствительности миокарда к адреналину и не провоцирует вентрикулярных нарушений ритма, и способен предупреждать аритмогенные последствия ишемии [13]. К профилактическим эффектам десфлурана можно отнести также «эффект анестезиологического прекодиционирования», т. е. способность защищать органы и ткани от гипоксии. Важно, что кардиопротективное действие, выраженное у ингаляционных анестетиков, не наблюдается у распространенных внутривенных препаратов, например у пропофола [6]. В метаанализе данных почти 3 тысяч операций аортокоронарного шунтирования показано, что ИА десфлураном и севофлураном ассоциируется со снижением общей летальности в сравнении с результатами тотальной внутривенной анестезии и приводит

Таблица 2

Изменение минимальной альвеолярной концентрации десфлурана в зависимости от возраста и при комбинации с N₂O, %

Возраст	Минимальная альвеолярная концентрация	
	100% O ₂	60% N ₂ O + 40% O ₂
9 недель	10,0 ± 0,7	7,5 ± 0,8
2 года	9,1 ± 0,6	–
3 года	–	6,4 ± 0,4
7 лет	8,1 ± 0,6	–
25 лет	7,3 ± 0,0	4,0 ± 0,3
45 лет	6,0 ± 0,3	2,8 ± 0,6
Старше 65 лет	5,2 ± 0,6	1,7 ± 0,4

Примечание. Прочерки означают отсутствие данных.

к снижению уровня тропонина I через 6, 12 и 24 часа после операции [24].

Подобно другим ингаляционным анестетикам, десфлуран может вызывать дозозависимую респираторную депрессию: частота дыхания увеличивается при снижении дыхательного объема и чувствительности к CO_2 . Заметный запах и раздражение слизистой оболочки во время индукции анестезии могут вызвать усиленное слюноотделение, задержку дыхания, кашель и ларингоспазм, особенно у курильщиков. Однако взаимное потенцирование десфлурана и внутривенных препаратов для индукции нивелирует указанные явления.

К фармакологическим особенностям галогенсодержащих анестетиков относят их супрессирующее влияние на нейромышечную передачу. Так, миорелаксирующее действие десфлурана потенцируется наркотическими анальгетиками и, естественно, миорелаксантами, преимущественно недеполяризирующими [14]. Поэтому в период поддержания анестезии галогенсодержащими анестетиками дозы используемых релаксантов следует корригировать в соответствии с параметрами нейромышечного мониторинга.

Десфлуран не рекомендуется для индукции анестезии у новорожденных и детей до 12 лет в связи с риском развития последствий раздражения верхних дыхательных путей. После проведения индукции анестезии другими анестетиками и интубации трахеи десфлуран используют для поддержания анестезии в качестве моноанестетика или в комбинации с другими средствами для наркоза.

Основные характеристики десфлурана и особенности его действия на организм человека позволяют утверждать, что этот новый для России препарат применим в большинстве ситуаций, когда требуется защита организма больного от хирургического стресса, в том числе в рамках концепции Fast Track. Из видимых ограничений можно отметить высококонцентрационную индукцию вообще и моноиндукцию у детей в частности.

Заявленные физико-химические свойства обеспечивают управляемость наркоза десфлураном, более высокую скорость индукции и выхода из наркоза, чем у препаратов сравнения. К основным фармакологическим воздействиям галогенсодержащих анестетиков относят угнетение сознания, сердечно-сосудистой системы, дыхания, рефлекторной и двигательной активности, зависящее от концентрации анестетика. При выходе из наркоза на фоне снижения концентрации десфлурана происходит восстановление временно утраченных функций, в том числе защитных рефлексов дыхательных путей. Скорость элиминации десфлурана превосходит таковую у других галогенсодержащих анестетиков, и восстановление сознания при его использовании происходит быстрее. Однако это не всегда сопровождается одновременным восстановлением защитных рефлексов дыхательных путей [1]. В сравнительном исследовании десфлурана и севофлурана установлено, что защитные рефлексы при использовании десфлурана восстанавливаются быстрее. Были обследованы 64 пациента, рандомизированных по характеру оперативного вмешательства и длительности анестезии, составившей около 60 минут. Поддержание анестезии осуществляли десфлураном или севофлураном со средним значением $\text{MAC } 0,62$, релаксанты не применялись, больные находились на самостоятельном дыхании. Для обеспечения проходимости дыхательных путей использовали ларингеальную маску. У участников группы десфлурана сознание восстановилось через $3,4 \pm 1,9$ минуты после окончания операции, а еще через 2 минуты все пациенты смогли выпить тестовый объем

жидкости (20 мл) без признаков дисфагии и кашля. В группе, где анестезию проводили севофлураном, через 2 минуты после восстановления сознания пробу с водой выполнили лишь 45% пациентов и через 6 минут около 18% испытуемых еще не могли выпить воду ввиду дисфагии [16].

В метаанализе рандомизированных клинических исследований, проведенном F. Dexter и соавт., показано, что после операций с использованием миорелаксантов время от окончания операции до экстубации в группе десфлурана статистически значимо меньше, чем в группе севофлурана, кроме того, при применении десфлурана значимо уменьшалась вариабельность времени до экстубации, обретавшей более регламентированный характер [7]. Эти результаты свидетельствуют о большей управляемости анестезии десфлураном и прогнозируемости восстановления после наркоза, что также облегчает выбор анестетика.

Таким образом, более быстрый выход из наркоза и статистически значимо более раннее восстановление защитных рефлексов дыхательных путей, позволяющие снизить риск послеоперационных осложнений (аспирация, гиповентиляция, обструкция дыхательных путей), являются важными аспектами безопасности десфлурана, определяющими его преимущества перед другими ингаляционными анестетиками, особенно при реализации хирургической Fast-Track концепции. Десфлуран также имеет хорошие перспективы применения в амбулаторной хирургии, препарат способствует ранней активизации пациентов, что увеличивает пропускную способность операционной.

Меньшая, чем у других анестетиков, растворимость в жировой ткани (см. табл. 1) может обеспечить заметные преимущества десфлурана у больных с избыточным весом. Известно, что анестетики способны накапливаться в жировом депо, продлевая постнаркозную депрессию у тучных пациентов. Многие исследователи подтверждают преимущества десфлурана у больных с ожирением: после анестезии десфлураном при длительных операциях сознание у них восстанавливалось быстрее, чем при использовании севофлурана. После перевода в послеоперационную палату показатели восстановления по шкале Aldrete и степень насыщения крови кислородом были выше в группе десфлурана [22]. Преимущества десфлурана особенно наглядно реализуются при росте длительности анестезии. Показано, что каждый дополнительный час анестезии севофлураном приводит к увеличению времени восстановления защитных рефлексов дыхательных путей на 4,5 минуты, а при анестезии десфлураном — лишь на 16 секунд. Таким образом, анестезия десфлураном может рассматриваться как метод выбора у больных с избыточным весом [18].

Показания к выбору и использованию ингаляционных анестетиков у геронтологических больных, по нашему мнению, должны формироваться с учетом исследований по изучению частоты послеоперационной когнитивной дисфункции и методов ее профилактики. Очевидно, что заявленные фармакологические свойства десфлурана при анестезиологическом обеспечении хирургических операций у пожилых людей позволяют реализовать преимущества десфлурана перед анестетиками сравнения. Десфлуран имеет хорошие перспективы применения у больных пожилого и старческого возраста. Вопрос скорейшего послеоперационного восстановления физического и психического статуса для пожилых людей является приоритетным и напрямую связан с возможным развитием когнитивных нарушений. Относительно быстрая элиминация десфлурана способствует снижению рисков

когнитивной дисфункции. В исследовании, проведенном J. E. Heavner и соавт., время восстановления больных пожилого возраста после длительной (более 2 часов) анестезии в группе десфлурана было меньше, чем при использовании севофлурана [10]. Похожие данные получены при анализе анестезий на малых абдоминальных операциях с продолжительностью менее одного часа [12]. D. Rortgen и соавт. изучили частоту возникновения когнитивных нарушений при использовании десфлурана и севофлурана в группе больных старше 65 лет. Изменение стандартных психометрических тестов было более выраженным в группе севофлурана. Эти пациенты в послеоперационном периоде чаще отмечали нарушения памяти и скорости реакции [20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Десфлуран является ингаляционным анестетиком уже 3-го поколения галогенсодержащих препаратов. Физико-химической особенностью и главным преимуществом десфлурана является наиболее быстрое, в ряду галогенсо-

держащих анестетиков, восстановление после анестезии; причем время выхода из наркоза не зависит от длительности анестезии. Кроме того, относительно низкая липотропность позволяет использовать десфлуран у людей с избыточным весом и при этом добиваться предсказуемого окончания анестезии без учета задержки препарата в жировом депо. Постнаркозное восстановление сознания приближено по времени к быстрому появлению защитных рефлексов, что способствует уменьшению количества осложнений и повышает оборот операционного оборудования. У больных пожилого и старческого возраста показания к применению десфлурана формируют не только с учетом соматического статуса, но и с целью профилактики послеоперационной когнитивной дисфункции.

Таким образом, использование десфлурана позволяет проводить наиболее управляемую анестезию. Его свойства свидетельствуют о том, что, возможно, скоро появятся новые стандарты ингаляционной анестезии, проводимой галогенсодержащими анестетиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евдокимов Е. А., Лихванцев В. В., Замятин М. Н., Лекманов А. У. Современная ингаляционная анестезия // Мед. алфавит. Неотложная медицина. 2013. № 1. С. 5–14.
2. Лихванцев В. В. Ингаляционная индукция и поддержание анестезии. М.: МИА, 2013. 319 с.
3. Лихванцев В. В., Басов В. Е., Большедворов Р. В., Сунгуров В. А. Ингаляционная анестезия — взгляд на проблему // Анестезиология и реаниматология. 2010. № 3. С. 57–59.
4. Crawford M. W., Lerman J., Saldivia V., Carmichael F. J. Hemodynamic and organ blood flow responses to halothane and sevoflurane anesthesia during spontaneous ventilation // Anesth. Analg. 1992. Vol. 75. N 6. P. 1000–1006.
5. Davies M. W., Potter F. A. Carbon monoxide, soda lime and volatile agents // Anaesthesia. 1996. Vol. 51. N 1. P. 90.
6. De Hert S. G. Volatile anesthetics and cardiac function // Anesth. Analg. 2013. Vol. 116. N 3. P. 589–595.
7. Dexter F., Bayman E. O., Epstein R. H. Statistical modeling of average and variability of time to extubation for meta-analysis comparing desflurane to sevoflurane // Anesth. Analg. 2010. Vol. 110. N 2. P. 570–580.
8. Fang Z. X., Eger E. I. 2nd, Laster M. J., Chortkoff B. S. et al. Carbon monoxide production from degradation of desflurane, enflurane, isoflurane, halothane, and sevoflurane by soda lime and Baralyme // Anesth. Analg. 1995. Vol. 80. N 6. P. 1187–1193.
9. Fraga M., Rama-Maceiras P., Rodiño S., Aymerich H. The effects of isoflurane and desflurane on intracranial pressure, cerebral perfusion pressure, and cerebral arteriovenous oxygen content difference in normocapnic patients with supratentorial brain tumors // Anesthesiology. 2003. Vol. 98. N 5. P. 1085–1090.
10. Heavner J. E., Kaye A. D., Lin B. K., King T. Recovery of elderly patients from two or more hours of desflurane or sevoflurane anaesthesia // Br. J. Anaesth. 2003. Vol. 91. N 4. P. 502–506.
11. Helman J. D., Leung J. M., Bellows W. H., Pineda N. et al. The risk of myocardial ischemia in patients receiving desflurane versus sufentanil anesthesia for coronary artery bypass graft surgery. The S.P.I. Research Group // Anesthesiology. 1992. Vol. 77. N 1. P. 47–62.
12. Iannuzzi E., Lannuzzi M., Viola G., Cerulli A. et al. Desflurane and sevoflurane in elderly patients during general anesthesia: a double blind comparison // Minerva Anestesiol. 2005. Vol. 71. N 4. P. 147–155.
13. Imamura S., Ikeda K. Comparison of the epinephrine-induced arrhythmogenic effect of sevoflurane with isoflurane and halothane // J. Anesth. 1987. Vol. 1. N 1. P. 62–68.
14. Jakobsson J. Desflurane: a clinical update of third-generation inhaled anaesthetic // Acta Anaesthesiol. Scand. 2012. Vol. 56. N 4. P. 420–432.
15. Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation // Br. J. Anaesth. 1997. Vol. 78. N 6. P. 606–617.
16. Lenz C., Rebel A., van Ackern K., Kuschinsky W. et al. Local cerebral blood flow, local cerebral glucose utilization and flow-metabolism coupling during sevoflurane versus isoflurane in rats // Anesthesiology. 1998. Vol. 89. N 6. P. 1480–1488.
17. McKay R. E., Large M. J., Balea M. C., McKay W. R. Airway reflexes return more rapidly after desflurane anesthesia than after sevoflurane anesthesia // Anesth. Analg. 2005. Vol. 100. N 3. P. 697–700.
18. McKay R. E., Malhotra A., Cakmakkaya O. S., Hall K. T. et al. Effect of increased body mass index and anaesthetic duration on recovery of protective airway reflexes after sevoflurane vs desflurane // Br. J. Anaesth. 2010. Vol. 104. N 2. P. 175–182.
19. Patel S. S., Goa K. L. Desflurane. A review of its pharmacodynamics and pharmacokinetic properties and its efficacy in general anaesthesia // Drugs. 1995. Vol. 50. N 4. P. 742–767.
20. Rörtgen D., Kloos J., Fries M., Grottko O. et al. Comparison of early cognitive function and recovery after desflurane or sevoflurane anaesthesia in the elderly: a double-blinded randomized controlled trial // Br. J. Anaesth. 2010. Vol. 104. N 2. P. 167–174.
21. Segelman J., Nygren J. Evidence or eminence in abdominal surgery: recent improvements in perioperative care // World J. Gastroenterol. 2014. Vol. 20. N 44. P. 16615–16619.
22. Strum E. M., Szenohradzki J., Kaufman W. A., Anthonie G. J. et al. Emergence and recovery characteristics of desflurane versus sevoflurane in morbidly obese adult surgical patients: a prospective, randomized study // Anesth. Analg. 2004. Vol. 99. N 6. P. 1848–1853.
23. Weiskopf R. B., Cahalan M. K., Eger E.I. 2nd, Yasuda N. et al. Cardiovascular actions of desflurane in normocarbic volunteers // Anesth. Analg. 1991. Vol. 73. N 2. P. 143–156.
24. Yu C. H., Beattie W. S. The effects of volatile anesthetics on cardiac ischemic complications and mortality in CABG: a meta-analysis // Can. J. Anaesth. 2006. Vol. 53. N 9. P. 906–918. ■

Библиографическая ссылка:

Скобелев Е. И., Пасечник И. Н., Рыбинцев В. Ю. Ингаляционная анестезия как компонент программы ускоренного восстановления после хирургических операций // Доктор.Ру. Анестезиология и реаниматология. Медицинская реабилитация. 2015. № 15 (116) — № 16 (117). С. 32–36.