

Безопасность применения продленной седации севофлураном у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой

Д.Р. Сафиуллин^{1,2}✉, А.К. Шабанов^{1,2}, А.А. Гринь¹, Р.А. Черпаков^{1,2}, А.К. Евсеев¹, А.И. Евдокимов¹, С.С. Петриков¹, О.А. Гребенчиков²

Отделение реанимации и интенсивной терапии для нейрохирургических больных

¹ ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»

129090, Российская Федерация, Москва, Большая Сухаревская пл., д. 3

² ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии»

107031, Российская Федерация, Москва, ул. Петровка, д. 25, стр. 2

✉ Контактная информация: Сафиуллин Данила Раильевич, врач анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии для нейрохирургических больных ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ». Email: danilarnimu@yandex.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

В условиях повышенной чувствительности поврежденной ткани головного мозга к нарушению гомеостаза важно в кратчайшие сроки добиться стабилизации витальных функций организма. Учитывая избыточную афферентную импульсацию, адекватная седация и аналгезия являются неотъемлемым компонентом интенсивной терапии пациентов с черепно-мозговой травмой. Использование галогенсодержащих анестетиков сопряжено с меньшим риском возникновения осложнений, характерных для длительной седации внутривенными препаратами. На примере двух пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой была отмечена эффективность и безопасность продленной ингаляционной седации севофлураном. Данное исследование было одобрено на заседании Локального этического комитета (ЛЭК) ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии», выписка из протокола № 5/21/1 от 23 декабря 2021г., а также на заседании ЛЭК ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», заседание № 1-2022 от 11 января 2022 года.

ЦЕЛЬ

На примере клинических наблюдений продемонстрировать безопасность применения ингаляционной седации у пациентов с черепно-мозговой травмой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен анализ двух клинических наблюдений пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой. Эффективность и безопасность проводимой продленной ингаляционной седации оценивалась по таким показателям, как: внутричерепное давление, динамика среднего артериального давления и сатурации крови в луковиче яремной вены, а также общая продолжительность искусственной вентиляции легких и пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии.

Клиническое наблюдение № 1

Пациент Б., 41 год, доставлен с церебральной недостаточностью в виде угнетения сознания до умеренной комы (шкала комы Глазго — ШКГ 8 баллов) со следами повреждения мягких тканей головы. В результате обследования пациенту выставлен диагноз «Закрытая черепно-мозговая травма. Перелом костей свода и основания черепа. Ушиб головного мозга тяжелой степени. Травматическое субарахноидальное кровоизлияние, острая субдуральная гематома в левой лобно-височной области 3 см³». Учитывая размер ушибов (65 см³) и жизнеугрожающий дислокационный синдром, пациенту выполнено оперативное вмешательство: «Декомпрессивная трепанация черепа, удаление очагов ушиба. Установка вентрикулярного датчика внутричерепного давления». Раннее течение послеоперационного периода осложнилось развитием гнойно-септических осложнений, приведших к необходимости продленной седации в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии. На 3-и сутки выполнена нижняя трахеостомия. Общее время седации составило 3 суток, а длительность искусственной вентиляции легких — 10 суток. На 21-е сутки пациент был деканюлирован и переведен в профильное отделение.

Клиническое наблюдение № 2

Пациентка К., 42 года, была доставлена в стационар с угнетением уровня сознания до комы (ШКГ 6 баллов). По результатам обследования выставлен диагноз «Проникающая черепно-мозговая травма с ушибом головного мозга тяжелой степени, очагом ушиба размозжения правой височной доли, острой субдуральной гематомой правой лобно-височно-теменной области 100 см³ и переломом костей свода и основания черепа, лицевого скелета, микропневмоцефалией». Учитывая размер и локализацию гематомы, пациентке было выполнено оперативное вмешательство в объеме декомпрессивной трепанации черепа, удаления острой субдуральной гематомы, установлен датчик внутричерепного давления «*Spiegelberg*». В раннем послеоперационном периоде отмечалась выраженная нестабильность гемодинамики, связанная с сосудистой недостаточностью центрального генеза. Применение ингаляционной седации севофлураном не привело к развитию внутричерепной гипертензии и эскалации вазопрессорной терапии. Общее время использования севофлурана — 36 часов. Самостоятельное дыхание было восстановлено к 18-м суткам. Время пребывания пациентки в отделении реанимации и интенсивной терапии составило 31 койко-день.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных данных можно сделать вывод о безопасности применения ингаляционной седации у данной категории пациентов, а также об отсутствии значимого влияния севофлурана на уровень внутричерепного давления и показатели центральной гемодинамики. Однако вторичные осложнения, развившиеся у пациентов, не позволяют сделать однозначный вывод о влиянии данного метода седации на длительность искусственной вентиляции легких и пребывания в палате реанимации и интенсивной терапии. Только накопление достаточного объема клинического материала позволит выявить все преимущества и недостатки данного метода.

Ключевые слова:

ингаляционная седация, *AnaConDa*, продленная седация, черепно-мозговая травма, югулярная оксиметрия

Ссылка для цитирования

Сафиуллин Д.Р., Шабанов А.К., Гринь А.А., Черпаков Р.А., Евсеев А.К., Евдокимов А.И. и др. Безопасность применения продленной седации севофлураном у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой. *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2024;13(2):312–321. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2024-13-2-312-321>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

АД — артериальное давление
ВЧГ — внутричерепная гипертензия
ВЧД — внутричерепное давление
ИВЛ — искусственная вентиляция легких
КТ — компьютерная томография
МОД — минутный объем дыхания
ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии
САК — субарахноидальное кровоизлияние

СДГ — субдуральная гематома
СКАТ — стратегия контроля антимикробной терапии
ЦНС — центральная нервная система
ЧМТ — черепно-мозговая травма
ЧСС — частота сердечных сокращений
ШКГ — шкала комы Глазго
СРБ — С-реактивный белок
МАР — среднее артериальное давление
P/F — респираторный индекс

ВВЕДЕНИЕ

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) — одна из важнейших проблем современного здравоохранения, относящаяся к трем ведущим причинам смертности в мире [1]. Для анестезиологии и реаниматологии особую актуальность имеет вопрос интенсивной терапии пациентов с травматическими повреждениями, в том числе головного мозга [2]. В России ежегодно регистрируется около 600 000 случаев ЧМТ. В случае повреждений легкой и средней степени тяжести летальность может составлять от 1,5 до 3,5%, при тяжелых формах — 15–25%, а при крайне тяжелых и вовсе достигает 60% [3]. Высокая степень инвалидизации (около 100–150 человек на 100 000 населения) [4], а также высокая летальность преимущественно среди людей трудоспособного возраста является важной социально-экономической проблемой, требующей поиска актуальных и современных решений [5].

Зачастую течение ЧМТ осложняется развитием дыхательной недостаточности. Поврежденная ткань головного мозга крайне чувствительна к гипоксии и гиперкапнии [6], что может привести ко вторичному гипоксическому повреждению. С целью профилактики данного осложнения рекомендуется незамедлительно выполнить протезирование функции дыхания [7]. Проведение искусственной вентиляции легких (ИВЛ) подразумевает начало седативной терапии для обеспечения комфорта самого пострадавшего. Также важными моментами является сокращение использования опиоидных анальгетиков, купирование психомоторного возбуждения, снижение метаболических потребностей головного мозга и безопасное проведение процедур. Доказано, что соблюдение данных условий позволяет уменьшить влияние повреждающих факторов и улучшить исходы травматической болезни у пострадавших в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) [8].

Традиционными внутривенными седативными препаратами являются пропofол и мидазолам [9, 10], однако продолжительное их использование сопряжено с рядом проблем, которые могут отрицательно повлиять на лечение пациентов [11–13]. Способность пропofола негативно влиять на нервную ткань уже доказана с 2016 года [14], однако отсутствие четких указаний по поводу метода проведения седации в рекомендациях МЗ РФ оставляет открытым вопрос выбора препарата [15, 16]. Из современных препаратов также можно отметить дексмететомидин, применяемый для умеренной седации при широком спектре патологий [17, 18]. Тем не менее, когда речь идет о необходимости тотальной миоплегии и поддержании более глубоких уровней седации ($BIS < 60$), эффективность Дексдора значительно уступает более ранним препаратам [19]. Отдельно стоит отметить, что применение седативных препаратов для коррекции внутричерепной гипертензии (ВЧГ) является методом с весьма слабой доказательной базой, а уровень седации оказывает на показатели ВЧД большее значение, чем эффект того или иного препарата [20, 21].

С начала 2000-х годов в Европе, а позднее и в Российской Федерации, прошло сертификацию устройство для ингаляционной седации *AnaConDa* (*The Anaesthetic Conserving Device*), позволяющее комфортно и безопасно использовать ингаляционные анестетики в условиях ОРИТ [22]. Однако результаты использования галогенсодержащих препаратов в нейрореаниматологии на данном этапе не однозначны. Так, у пациентов с массивным субарахноидальным кровоизлиянием (САК) вследствие разрыва церебральной аневризмы (*Fisher IV*) на фоне продленной седации изофлураном в послеоперационном периоде не отмечалось значимого повышения ВЧД. Напротив, улучшение регионального мозгового кровотока и снижение

потребности мозга в кислороде в остром периоде благотворно влияло на течение заболевания с развитием церебрального ангиоспазма [23, 24]. В своей работе, опубликованной в 2015 году, J.C. Purucker *et al.* небезосновательно обращают внимание на сложность в интерпретации повышения ВЧД у пациентов с внутричерепными кровоизлияниями из-за наличия различных факторов, влияющих на показатели жизнедеятельности человека [25].

Отличительная особенность ингаляционных анестетиков — это реализация органопротективных свойств за счет фосфорилирования активного фермента гликоген-синтазы-киназы 3β (ГСК-3 β) [26, 27]. Исследования на экспериментальных животных доказывают снижение зоны повреждения головного мозга благодаря использованию летучих анестетиков при индуцированном церебральном повреждении [28, 29]. Безусловно, применение ингаляционных анестетиков не является полной альтернативой классическим внутривенным препаратам, однако как метод безопасной продленной седации ингаляционные анестетики безусловно заслуживают права на рассмотрение.

Клиническое наблюдение № 1

Пациент Б., 41 год. Был найден на улице в бессознательном состоянии и доставлен в стационар бригадой скорой медицинской помощи. На момент поступления обращают на себя внимание выраженная церебральная недостаточность с угнетением уровня сознания до 8 баллов по шкале комы Глазго (ШКГ), а также респираторные нарушения. С целью протекции дыхательной системы и предотвращения возможного вторичного повреждения головного мозга и аспирации пациенту была выполнена оротрахеальная интубация трахеи с переводом на ИВЛ. Проводилась комплексная интенсивная терапия, направленная на стабилизацию витальных функций организма и коррекцию нарастающей ВЧД. Несмотря на это, отмечено развитие триады Кушинга: системная гемодинамика с тенденцией к гипертензии до 170/100 мм рт.ст., частота сердечных сокращений (ЧСС) со склонностью к брадикардии от 50 до 60 в минуту, развитие тахипноэ и асинхронии с респиратором.

По результатам инструментальной диагностики, включавшей компьютерную томографию (КТ) головного мозга (рис. 1), рентгенологические и ультразвуковые исследования, выставлен диагноз: «Закрытая ЧМТ. Перелом костей свода и основания черепа. Ушиб головного мозга тяжелой степени. Травматическое субарахноидальное кровоизлияние, острая субдуральная гематома в левой лобно-височной области 3 см³ с ушибами левых лобной, теменной и височной долей (65 см³), перелом свода и основания черепа, травматический САК, острая субдуральная гематома (СДГ) в левой лобно-височной области 3 см³». При расчете интегративных шкал: SOFA — 6 баллов, APACHE II — 18 баллов (прогнозируемая летальность 25%).

Учитывая характер повреждения, пациенту с целью предотвращения развития жизнеугрожающей дислокации и отека головного мозга было выставлено показание к экстренному оперативному вмешательству в объеме декомпрессивной трепанации черепа, удаления очагов ушиба и свободной пластики твердой мозговой оболочки (рис. 2). Интраоперационно выполнена установка вентрикулярного датчика ВЧД "Spiegelberg" (ВЧД на конец операции составило 9 мм рт.ст.)

При поступлении в ОРИТ для нейрохирургических больных общее состояние пациента оценивалось как тяжелое, проводилась ИВЛ с минутной вентиляцией 8,5 л/мин,

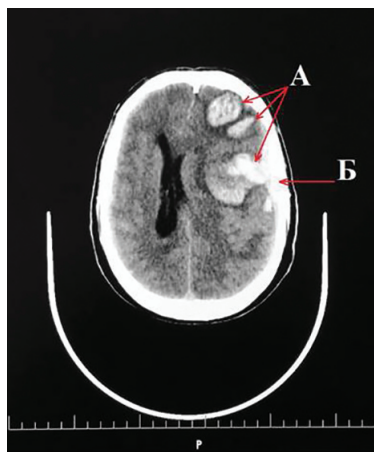


Рис. 1. Результаты компьютерной томографии головного мозга до выполнения оперативного вмешательства. А — очаги ушибов; В — острая субдуральная гематома

Fig. 1. Results of computed tomography of the brain before surgery. A — areas of contusion; B — acute subdural hematoma

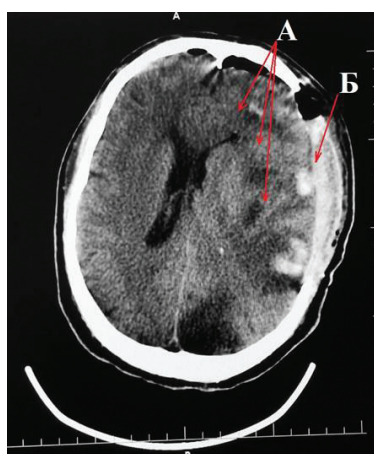


Рис. 2. Результаты компьютерной томографии головного мозга после выполнения оперативного вмешательства. А — перифокальный отек; В — геморрагическое содержимое

Fig. 2. Results of computed tomography of the brain after surgery. A — perifocal edema; B — hemorrhagic contents

FiO₂ 50 % (SpO₂ 100%). Гемодинамика с тенденцией к гипотензии, сопровождающаяся умеренной синусовой тахикардией до 100–110 в минуту. Минимальные значения артериального давления (АД) 100/50 мм рт.ст., что было расценено как дополнительный фактор риска прогрессирования отека головного мозга, ввиду чего была начата инфузия раствора норадреналина с расчетной скоростью 0,2 мкг/кг/мин. На фоне проводимой терапии отмечалась относительная стабилизация гемодинамики, а средний уровень АД достиг целевых значений 80–100 мм рт.ст.

Интраоперационная анестезия проводилась с использованием севофлурана, с внутривенным болюсным введением пропофола с целью обеспечения адекватной седации на момент транспортировки. В отделении реанимации, уже в первые часы с момента поступления, было зафиксировано выраженное повышение ВЧД (25–26 мм рт.ст.), в связи с чем была начата противоотечная терапия (15% раствор Маннитола 0,5 г/кг и умеренное углубление ингаляционной седации), а также позиционные методы коррекции. На фоне проводимых мероприятий удалось добиться стабилизации ВЧД на уровне 15–17 мм рт.ст. Использование севофлурана с концентрацией в конце

выдоха 0,8–1,3 об.% (0,4–0,6 МАК) и пробуждением каждые 4–6 часов не приводило к значимому повышению ВЧД. Учитывая действующие рекомендации [20], эффективная консервативная коррекция и стойкое снижение ВЧД ниже 20 мм рт.ст. позволила не прибегать к более агрессивным методам. Еще одним мониторируемым показателем эффективности проводимой седации был коэффициент экстракции кислорода головным мозгом. Расчет данного показателя выполнялся по формуле:

$$K = SpO_2(a) - SpO_2(v),$$

где К – коэффициент экстракции, $SpO_2(a)$ – сатурация артериальной крови, $SpO_2(v)$ – сатурация крови из луковицы яремной вены.

Нормальные значения коэффициента экстракции кислорода для головного мозга составляют 25–45% (при условии адекватной SpO_2 в луковице яремной вены). Однако важно понимать, что данные отклонения SpO_2 в «ретро-вене», а, соответственно, и значения коэффициента экстракции кислорода допустимы при наличии массивного очага ушиба и развившегося отека–ишемии головного мозга (табл. 1).

На 2-е сутки с момента поступления в ОРИТ отмечалась отрицательная динамика вследствие развития менингита с развитием инфекционно-токсических осложнений. В лабораторных показателях отмечался выраженный лейкоцитоз. Также отмечалось значительное повышение уровней С-реактивного белка (СРБ) и прокальцитонина (рис. 3), что в полной мере соответствовало присоединению бактериальных осложнений. Пациенту продолжено проведение

ингаляционной седации севофлураном, а также назначена эмпирическая антибактериальная терапия широкого спектра действия согласно программе СКАТ (стратегия контроля антимикробной терапии). Подтверждение вторичного менингита при контроле лабораторно-инструментальных исследований и посевов сред (*pan-culture*): воспалительные изменения клинического анализа ликвора и рост микроорганизмов в спинномозговой жидкости. Стоит отметить, что применение ингаляционной седации не приводило к неконтролируемой нестабильности гемодинамики, а также не влияло на показатели церебральной перфузии.

На фоне проводимой специфической и неспецифической терапии к 3-м суткам отмечается регресс лихорадки и снижение маркеров воспаления, отсутствие значимого повышения ВЧД, что, согласно временным промежуткам и клинической картине, позволило инициировать отказ от дальнейшей седации и прекратить использование севофлурана. Также на фоне регрессирования ВЧД отмечалась стабилизация гемодинамики с постепенным снижением доз вазопрессорной поддержки, полный отказ от которой, из-за присоединения септических осложнений, стал возможен только к 7-м суткам (рис. 4). Однако ввиду тяжести церебральной дисфункции (уровень бодрствования 9 баллов по ШКГ и 9 баллов по FOUR) было принято решение о проведении продленной ИВЛ с выполнением временной трахеостомы. К 10-м суткам, на фоне регрессирования церебральной дисфункции, снижения интенсивности воспаления и стабилизации витальных функций и показателей газового состава крови (рис. 5) было начато плановое отлу-

Таблица 1

Динамика данных за время проведения седации севофлураном в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии

Table 1

Dynamics of data during sedation sevoflurane in the intensive care unit

Время от операции, ч	pH		pCO ₂ , mmHg		pO ₂ , mmHg		P/F	Lac, mmol/L		SpO ₂		MAP, mmHg	ИВЛ
	a.	retro-v.	a.	retro-v.	a.	retro-v.		a.	retro-v.	a.	retro-v.		
12	7,32	7,28	54,7	61,7	173	82,9	346	1,3	1,3	99,9	88,7	111	FiO ₂ 50%, МОД 8,6 л/мин
24	7,44	7,42	44,2	45,7	90,3	57,3	180	1,5	1,3	99,9	86,2	93	FiO ₂ 50%, МОД 10,1 л/мин
36	7,50	7,45	36,0	34,1	169	52,7	423	1,2	0,9	99,9	88,4	90	FiO ₂ 40%, МОД 10,0 л/мин
48	7,58	7,51	27,4	25,1	177	50,0	442,5	1,3	0,9	99,9	88,2	85	FiO ₂ 40%, МОД 9,2 л/мин
60	7,49	7,46	33,3	34,9	126	54,6	420	1,5	1,5	99,9	85,9	107	FiO ₂ 30%, МОД 9,5 л/мин
72	7,51	7,49	30,7	32,5	156	57,1	445,7	1,2	1,4	99,9	81,7	110	FiO ₂ 35%, МОД 8,9 л/мин

Примечания: ИВЛ – искусственная вентиляция легких; МОД – минутный объем дыхания; a. – показатели в артериальной крови; Lac – лактат крови; MAP – среднее артериальное давление; P/F – респираторный индекс; pH – водородный показатель (показатель кислотности); pCO₂ – напряжение углекислого газа крови; pO₂ – напряжение кислорода крови; retro-v. – показатели в луковице яремной вены; SpO₂ – сатурация (насыщение гемоглобина кислородом)
Notes: ИВЛ – artificial lung ventilation; МОД – minute volume of respiration; a. – indicators in arterial blood; Lac – blood lactate; MAP – mean arterial pressure; P/F – respiratory index; pH – hydrogen index (acidity indicator); pCO₂ – blood carbon dioxide tension; pO₂ – blood oxygen tension; retro-v. – indicators in the jugular vein bulb; SpO₂ – saturation of hemoglobin with oxygen

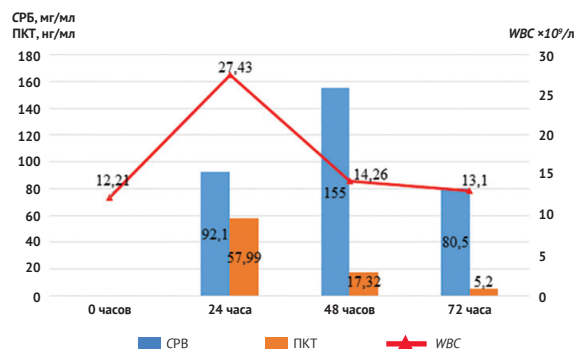


Рис. 3. Динамика биохимических маркеров воспаления
Примечания: СРБ – С-реактивный белок; ПКТ – прокальцитонин; WBC – уровень лейкоцитов
Fig. 3. Dynamics of biochemical markers of inflammation
Notes: СРБ – C-reactive protein; ПКТ – procalcitonin; WBC – white blood cells

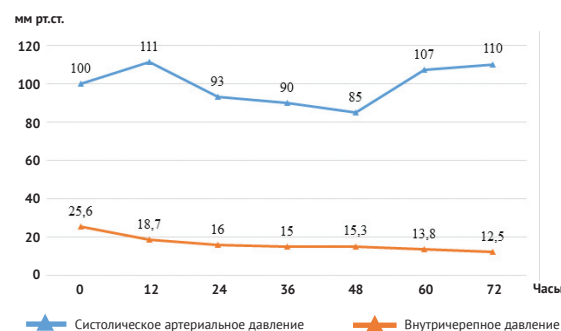


Рис. 4. Динамика систолического артериального давления и внутричерепного давления за время проведения ингаляционной седации севофлураном
Fig. 4. Dynamics of systolic blood pressure and intracranial pressure during sedation with sevoflurane

чение пациента от ИВЛ. На 20-е сутки, после выполнения необходимых методов оценки функции глотания и дыхания, была выполнена успешная деканюляция и продолжена активизация. Пациент переведен в профильное отделение для прохождения дальнейшего этапа реабилитации спустя 21 сутки пребывания в ОРИТ. Уровень сознания на момент перевода оценивается как ясное, с элементами сенсомоторной афазии и правосторонней гемиплегией (ШКГ — 3 балла, расширенная ШКГ — 4 балла).

Клиническое наблюдение № 2

Пациентка К., 42 года. Доставлена в отделение реанимации и интенсивной терапии в крайне тяжелом, нестабильном состоянии с диагнозом «Закрытая ЧМТ с ушибом головного мозга, мягких тканей головы и параорбитальной гематомой слева». Тяжесть состояния обусловлена выраженной церебральной недостаточностью с угнетением уровня сознания до комы (ШКГ 6 баллов) и дыхательной недостаточностью (сатурация 78%, акроцианоз, частота дыхательных движений — ЧДД до 8 в минуту). Учитывая тяжесть состояния, было принято решение о переводе пострадавшей на ИВЛ. Параметры респиратора настроены с минутной объемной вентиляцией 8,7 л/мин и FiO_2 50% (SpO_2 100%). Исходная гемодинамика с тенденцией к гипертензии с максимальными значениями АД 145/110 мм рт.ст. и синусовой тахикардией до 130 в минуту. При проведении нейровизуализации выявлено наличие проникающей ЧМТ с острой СДГ в правой лобно-теменно-височной области, очагом ушиба и раздробления правой височной доли, переломом костей свода и основания черепа, лицевого скелета, микропневмоцефалии, осложнившихся жизнеугрожающей дислокацией головного мозга (рис. 6). Проведено экстренное оперативное вмешательство — декомпрессивная трепанация черепа, удаление острой СДГ 100 см³ и установка датчика ВЧД «*Spiegelberg*».

После выполнения оперативного вмешательства пациентка была доставлена в ОРИТ, где была продолжена ИВЛ с минутной вентиляцией 8,5 л/мин, FiO_2 50% (SpO_2 100%) (рис. 7). За время оперативного вмешательства, а также в раннем послеоперационном периоде отмечалась нестабильность гемодинамики, потребовавшая начала вазопрессорной терапии норадреналином с расчетной скоростью 0,3–0,45 мкг/кг/мин. Учитывая состояние пациентки, было принято решение о продленной медикаментозной седации с применением севофлурана. Интраоперационная анестезия также выполнялась с применением данного препарата, а ВЧД не превышало 8–9 мм рт.ст. После стабилизации показателей гемодинамики и достижения адекватной глубины седации в отделении интенсивной терапии, значение ВЧД составляло 7 мм рт.ст. На фоне проводимой терапии состояние пациентки было оценено как стабильно тяжелое, параметры респираторной поддержки корректировались согласно газовому составу крови, а вазопрессорной терапии — согласно показателям гемодинамики. При оценке тяжести состояния по данным интегративных шкал: *SOFA* 8 баллов, *APACHE II* — 19 баллов (прогнозируемая летальность 25%).

Тогда же ретроградно в луковичу яремной вены установлен катетер для динамической оценки церебральной оксигенации. Ингаляционная седация проводилась с концентрацией анестетика в конце выдоха 0,6–1,25 об.% (0,3–0,6 МАК). Учитывая тяжесть полученных повреждений, а также с целью лучшего ухода и дальнейшей активизации пациентки, было принято решение о раннем выполнении трахеостомы. Для обеспечения стабильного состояния пациентки, включая аналгезию, было продолжено применение севофлурана в комбинации с нестероидными про-

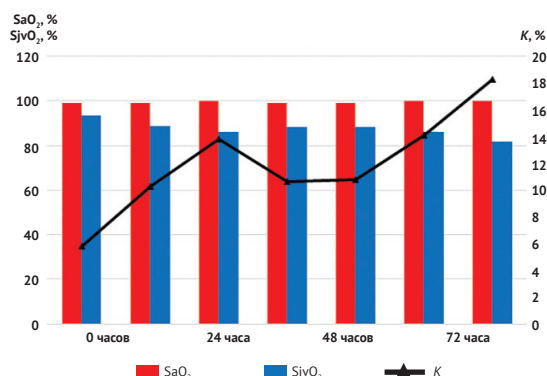


Рис. 5. Показатели оксиметрии и экстракции кислорода
Примечания: SaO₂ — сатурация артериальной крови; SjvO₂ — сатурация крови в луковиче яремной вены; K — коэффициент экстракции кислорода

Fig. 5. Indicators of oximetry and oxygen extraction
Notes: SaO₂ — arterial blood saturation; SjvO₂ — blood saturation in the jugular vein bulb; K — oxygen extraction coefficient

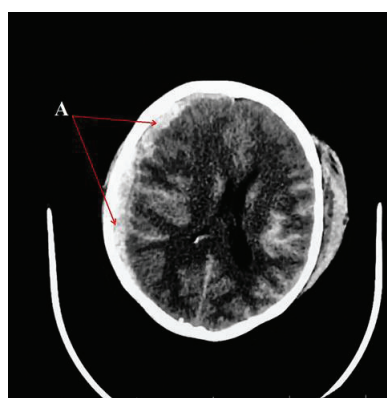


Рис. 6. Результаты компьютерной томографии головного мозга до выполнения оперативного вмешательства. А — субдуральная гематома

Fig. 6. Results of computed tomography of the brain before surgery. A — subdural hematoma

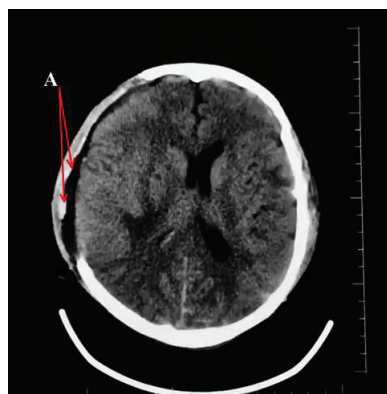


Рис. 7. Результаты компьютерной томографии головного мозга после выполнения оперативного вмешательства. А — послеоперационное подлоскутное содержимое
Fig. 7. Results of computed tomography of the brain after surgery. A — postoperative subflap contents

тивовоспалительными средствами (НПВС) и опиоидными анальгетиками по необходимости. Спустя 36 часов ингаляционная седация отключена, а за время ее проведения отмечена стабильность ВЧД и церебрального метаболизма кислорода (табл. 2).

Таблица 2

Динамика данных за время проведения седации севофлураном в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии

Table 2

Dynamics of data during sedation sevoflurane in the intensive care unit

Время от операции, ч	pH		pCO ₂ , mmHg		pO ₂ , mmHg		P/F	Lac, mmol/L		SpO ₂		MAP, mmHg	ИВЛ
	a.	retro-v.	a.	retro-v.	a.	retro-v.		a.	retro-v.	a.	retro-v.		
12	7,27	7,31	31,1	33,4	133	47,9	332,5	14,3	15,7	98,8	76,8	94	FiO ₂ 40%, МОД 14,5 л/мин
24	7,34	7,30	31,5	36,8	140	49,1	350	11,8	10,8	98,9	77,7	85	FiO ₂ 40%, МОД 12,4 л/мин
36	7,46	7,42	37,9	44,3	169	60,8	422,5	3,8	4,3	99,6	90,0	87	FiO ₂ 40%, МОД 11,2 л/мин

Примечания: ИВЛ — искусственная вентиляция легких; МОД — минутный объем дыхания; a. — показатели в артериальной крови; Lac — лактат крови; MAP — среднее артериальное давление; P/F — респираторный индекс; pH — водородный показатель (показатель кислотности); pCO₂ — напряжение углекислого газа крови; pO₂ — напряжение кислорода крови; retro-v. — показатели в луковиче яремной вены; SpO₂ — сатурация (насыщение гемоглобина кислородом)

Notes: ИВЛ — artificial lung ventilation; МОД — minute volume of respiration; a. — indicators in arterial blood; Lac — blood lactate; MAP — mean arterial pressure; P/F — respiratory index; pH — hydrogen index (acidity indicator); pCO₂ — blood carbon dioxide tension; pO₂ — blood oxygen tension; retro-v. — indicators in the jugular vein bulb; SpO₂ — saturation of hemoglobin with oxygen

Уже после прекращения ингаляционной седации (рис. 8), к 3-м суткам, течение травмы осложнилось развитием посттравматического церебрального ангиоспазма, что потребовало изменения тактики контроля и поддержания церебрального перфузионного давления. Разнонаправленная динамика показателей экстракции кислорода в 1-м и во 2-м клинических наблюдениях связана с нарушениями ауторегуляции и с преобладанием ангиоспастического компонента в первые сутки у пациента № 1, в то время как у пациентки № 2 снижение потребления O₂ к 36 часам было связано с «выключением» из метаболизма очага с необратимыми повреждениями (рис. 9). Также на 5-е сутки отмечалось повышение температуры тела до 39,3°C и маркеров воспаления (СРБ 215 мг/л). С целью исключения инфекции ЦНС выполнена диагностическая люмбальная пункция, по результатам которой был выставлен диагноз «Менингит» (цитоз — 853 кл. в 1 мкл, лактат — 5,6 ммоль/л, глюкоза 2,3 ммоль/л). Антибактериальная терапия скорректирована согласно программе СКАТ. На фоне проводимой консервативной терапии состояние пациентки с положительной динамикой, и уже к 13-м суткам данных за менингит не было. На 18-е сутки пациентка была переведена на самостоятельное дыхание через трахеостомическую трубку. На фоне восстановления уровня бодрствования до ясного сознания, частичного регресса левостороннего гемипареза и стабилизации витальных функций организма после оценки функции глотания произведена деканюляция трахеи, и на следующий день пациентка переведена в профильное отделение. Общее время пребывания в отделении реанимации составило 31 койко-день (ШКГ — 3 балла, расширенная ШКГ — 6 баллов).

ОБСУЖДЕНИЕ

На примере двух пациентов с тяжелой ЧМТ показаны результаты применения севофлурана в качестве продленной седативной терапии. Для динамического мониторинга рассматривались такие важные показатели, как ВДЧ, системная гемодинамика и церебральный метаболизм кислорода. В первом клиническом наблюдении даже при наличии исходной ВЧГ, потребовавшей медикаментозной коррекции, использование ингаляционного анестетика в течение 72 часов не привело к значимому повышению ВЧД. У пациентки второго клинического наблюдения на фоне проводимой ингаляции севофлураном в течение 36 часов исходно низкое ВЧД оставалось в пределах референсных значений. Не было выявлено и отрицательного влияния ингаляционной седации у пациентов в раннем послеоперационном периоде с присоединением вторичного

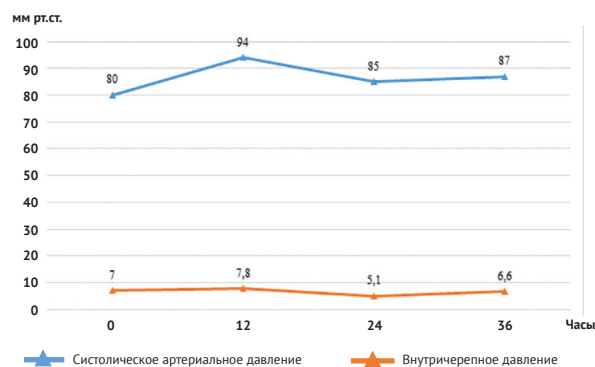


Рис. 8. Динамика систолического артериального давления и внутричерепного давления за время проведения ингаляционной седации севофлураном

Fig. 8. Dynamics of systolic blood pressure and intracranial pressure during inhaled sedation with sevoflurane

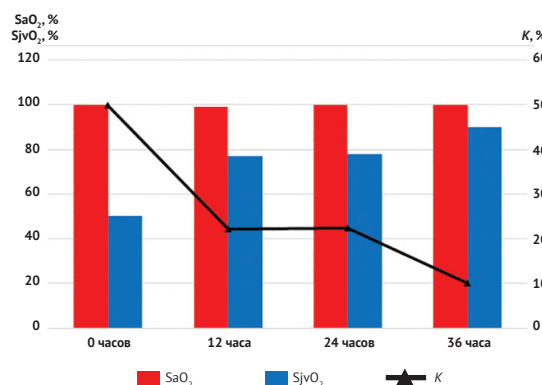


Рис. 9. Показатели оксиметрии и экстракции кислорода

Примечания: SaO₂ — сатурация артериальной крови; SjvO₂ — сатурация крови в луковиче яремной вены; K — коэффициент экстракции кислорода

Fig. 9. Indicators of oximetry and oxygen extraction

Notes: SaO₂ — arterial blood saturation; SjvO₂ — blood saturation in the jugular vein bulb; K — the oxygen extraction coefficient

инфекционного повреждения ЦНС на системную гемодинамику. Показатели газообмена нервной ткани в обоих случаях хоть и не находились в пределах физиологической нормы, однако соответствовали изменениям, характерным для течения данных заболеваний. Пациенты переведены из ОРИТ на дальнейшие этапы реабилитации в стабильном состоянии с выраженным регрессом неврологических нарушений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных данных можно сделать вывод о возможности применения ингаляционной седации у данной категории пациентов, а также отметить отсутствие отрицательного влияния севофлурана на уровень внутричерепного давления и показатели центральной гемодинамики. Однако вторичные осложнения, развившиеся у пациентов, не позволяют

сделать однозначный вывод о влиянии данного метода седации на длительность искусственной вентиляции легких и их пребывание в отделении реанимации и интенсивной терапии. Только накопление достаточного объема клинического материала позволит выявить все преимущества и недостатки данного метода.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Васильева Е.Б., Талыпов А.Э., Синкин М.В., Петриков С.С. Особенности клинического течения и прогноз исходов тяжелой черепно-мозговой травмы. *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2019;8(4):423–429. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2019-8-4-423-429>
- Шабанов А.К., Картавенко В.И., Петриков С.С., Марутян З.Г., Розумный П.А., Черненко Т.В. и др. Тяжелая сочетанная черепно-мозговая травма: особенности клинического течения и исходы. *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2017;6(4):324–330. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2017-6-4-324-330>
- Королев В.М., Пошатаев К.Е. Эффективность реализации программы по безопасности дорожного движения и предупреждение травматизма в Хабаровском крае. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2014;(11):62–65.
- Крылов В.В., Иоффе Ю.С., Талыпов А.Э. 50 лет отделению неотложной нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского. *Нейрохирургия*. 2010;(4):3–14.
- Jiang JY, Gao GY, Feng JF, Mao Q, Chen LG, Yang XF, et al. Traumatic brain injury in China. *Lancet Neurol*. 2019;18(3):286–295. PMID: 30784557 [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30469-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30469-1)
- Deng RM, Liu YC, Li JQ, Xu JG, Chen G. The role of carbon dioxide in acute brain injury. *Med Gas Res*. 2020;10(2):81–84. PMID: 32541133 <https://doi.org/10.4103/2045-9912.285561>
- Ошоров А.В., Савин И.А., Горячев А.С. Внутричерепная гипертензия: патофизиология, мониторинг, лечение: руководство для врачей. Москва: Волков А.А.; 2021.
- Лихванцев В.В., Гребенчиков О.А., Скрипкин Ю.В., Улиткина О.Н., Бершадский Ф.Ф., Строителива Е.М. Ингаляционная седация у кардиохирургических больных в отделении интенсивной терапии. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2018;15(5):46–53. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2018-15-5-46-53>
- Celis-Rodríguez E, Díaz Cortés JC, Cárdenas Bolívar YR, Carrizosa González JA, Pinilla DI, Ferrer Zácaro LE, et al. Evidence-based clinical practice guidelines for the management of sedoanalgesia and delirium in critically ill adult patients. *Med Intensiva (Engl Ed)*. 2020;44(3):171–184. PMID: 31492476 <https://doi.org/10.1016/j.medint.2019.07.013>
- Russo G, Harrois A, Anstey J, Van Der Jagt M, Taccone F, Udy A, et al.; TBI Collaborative Investigators. Early sedation in traumatic brain injury: a multicentre international observational study. *Crit Care Resusc*. 2023;24(4):319–329. PMID: 38047010 <https://doi.org/10.15189/2022.4.OA2>
- Schlöpfer M, Piegeler T, Dull RO, Schwartz DE, Mao M, Bonini MG, et al. Propofol increases morbidity and mortality in a rat model of sepsis. *Crit Care*. 2019;19(1):45. PMID: 25887642 <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0751-x>
- Roberts RJ, Barletta JF, Fong JJ, Schumaker G, Kuper PJ, Papadopoulos S, et al. Incidence of propofol-related infusion syndrome in critically ill adults: a prospective, multicenter study. *Crit Care*. 2009;13(5):R169. PMID: 19874582 <https://doi.org/10.1186/cc8145>
- Schlöpfer M, Piegeler T, Dull RO, Schwartz DE, Mao M, Bonini MG, et al. Propofol increases morbidity and mortality in a rat model of sepsis. *Crit Care*. 2015;19(1):45. PMID: 25887642 <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0751-x>
- Woldegerima N, Rosenblatt K, Mintz CD. Neurotoxic Properties of Propofol Sedation Following Traumatic Brain Injury. *Crit Care Med*. 2016;44(2):455–456. PMID: 26771796 <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000001322>
- Потапов А.А., Крылов В.В., Гаврилов А.Г., Кравчук А.Д., Лихтерман Л.Б., Петриков С.С. и др. Рекомендации по диагностике и лечению тяжелой черепно-мозговой травмы. Часть 2. Интенсивная терапия и нейромониторинг. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко*. 2016;80(1):98–106. <https://doi.org/10.17116/neiro201680198-106>
- Ассоциация нейрохирургов России. *Сотрясение головного мозга*. Клинические рекомендации. Москва; 2022.
- Cioccarelli L, Luethi N, Bailey M, Shehaby Y, Howe B, Messmer AS, et al; ANZICS Clinical Trials Group and the SPICE III Investigators. The effect of dexmedetomidine on vasopressor requirements in patients with septic shock: a subgroup analysis of the Sedation Practice in Intensive Care Evaluation [SPICE III] Trial. *Crit Care*. 2020;24(1):441. PMID: 32678054 <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03115-x>
- Likhvantsev VV, Landoni G, Levikov DI, Grebenchikov OA, Skripkin YV, Cherpakov RA. Sevoflurane Versus Total Intravenous Anesthesia for Isolated Coronary Artery Bypass Surgery with Cardiopulmonary Bypass: A Randomized Trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2016;30(5):1221–1227. PMID: 27451595 <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2016.02.030>
- Abou El Fadl MH, O'Phelan KH. Management of Traumatic Brain Injury: An Update. *Neurosurg Clin N Am*. 2018;29(2):213–221. PMID: 29502712 <https://doi.org/10.1016/j.nec.2017.11.002>
- Ассоциация нейрохирургов России. *Очаговая травма головного мозга*. Клинические рекомендации. Москва; 2022.
- Froese L, Dian J, Gomez A, Zeiler FA. Sedation and cerebrovascular reactivity in traumatic brain injury: another potential avenue for personalized approaches in neurocritical care? *Acta Neurochir (Wien)*. 2021;163(5):1383–1389. PMID: 33404872 <https://doi.org/10.1007/s00701-020-04662-6>
- Гребенчиков О.А., Кулабухов В.В., Шабанов А.К., Игнатенко О.В., Антонова В.В., Черпаков Р.А. и др. Перспективы применения ингаляционной седации в интенсивной терапии. *Анестезиология и реаниматология*. 2022;(3):84–94. <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202203184>
- Villa F, Iacca C, Molinari AF, Giussani C, Aletti G, Pesenti A, et al. Inhalation versus endovenous sedation in subarachnoid hemorrhage patients: effects on regional cerebral blood flow. *Crit Care Med*. 2012;40(10):2797–2804. PMID: 22824929 <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31825b8bc6>
- Bösel J, Purucker JC, Nowak F, Renzland J, Schiller P, Pérez EB, et al. Volatile isoflurane sedation in cerebrovascular intensive care patients using AnaConDa®: effects on cerebral oxygenation, circulation, and pressure. *Intensive Care Med*. 2012;38(12):1955–1964. PMID: 23096426 <https://doi.org/10.1007/s00134-012-2708-8>
- Purucker JC, Renzland J, Uhlmann L, Bruckner T, Hacke W, Steiner T, et al. Volatile sedation with sevoflurane in intensive care patients with acute stroke or subarachnoid haemorrhage using AnaConDa®: an observational study. *Br J Anaesth*. 2015;114(6):934–943. PMID: 25823541 <https://doi.org/10.1093/bja/aev070>
- Zheng S, Zuo Z. Isoflurane preconditioning induces neuroprotection against ischemia via activation of p38 mitogen-activated protein kinases. *Mol Pharmacol*. 2004;65(5):1172–1180. PMID: 15102945 <https://doi.org/10.1124/mol.65.5.1172>
- Chi OZ, Hunter C, Liu X, Weiss HR. The effects of isoflurane pretreatment on cerebral blood flow, capillary permeability, and oxygen consumption in focal cerebral ischemia in rats. *Anesth Analg*. 2010;110(5):1412–1418. PMID: 20304986 <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181d6c0ae>
- Kitano H, Kirsch JR, Hurn PD, Murphy SJ. Inhalational anesthetics as neuroprotectants or chemical preconditioning agents in ischemic brain. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2007;27(6):1108–1128. PMID: 17047683 <https://doi.org/10.1038/sj.jcbfm.9600410>
- Wang Z, Li J, Wang A, Wang Z, Wang J, Yuan J, et al. Sevoflurane Inhibits Traumatic Brain Injury-Induced Neuron Apoptosis via EZH2-Downregulated KLF4/p38 Axis. *Front Cell Dev Biol*. 2021;4(9):658720. PMID: 34422795 <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.658720>
- Vasilyeva YB, Talypov AE, Sinkin MV, Petrikov SS. Features of the Clinical Course and Prognosis of Severe Traumatic Brain Injury Outcomes. *Russian Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care*. 2019;8(4):423–429. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2019-8-4-423-429>
- Shabanov AK, Kartavenko VI, Petrikov SS, Marutyay ZG, Rozumny PA, Chernenkaya TV, et al. Evere Multisystem Craniocerebral Injury: Features of the Clinical Course and Outcomes. *Russian Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care*. 2017;6(4):324–330. (In Russ.) <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2017-6-4-324-330>
- Korolev VM, Poshatayev KE. Efficiency of Implementation of the Program for Traffic Safety in Khabarovsk Territory. *Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*. 2014;(11):62–65. (In Russ.)
- Krylov VV, Ioffe YuS, Talypov AE. 50 let otdeleniyu neotlozhnoy neyrokhirurgii NII skoroy pomoshchi im. N.V. Sklifosovskogo. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2010;(4):3–14. (In Russ.)

5. Jiang JY, Gao GY, Feng JF, Mao Q, Chen LG, Yang XF, et al. Traumatic brain injury in China. *Lancet Neurol.* 2019;18(3):286–295. PMID: 30784557 [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30469-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30469-1)
6. Deng RM, Liu YC, Li JQ, Xu JG, Chen G. The role of carbon dioxide in acute brain injury. *Med Gas Res.* 2020;10(2):81–84. PMID: 32541133 <https://doi.org/10.4103/2045-9912.285561>
7. Oshorov AV, Savin IA, Goryachev AS. *Vnutricherepnaya gipertenziya: patofiziologiya, monitoring, lechenie.* Moscow: Volkov AA; 2021. (In Russ.)
8. Likhvantsev VV, Grebenchikov OA, Skripkin YuV, Ulitkina ON, Bershadskiy FF, Stroiteleva EM. Inhalation Sedation in the Patients After Cardiac Surgery in Intensive Care Units. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation.* 2018;15(5):46–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2018-15-5-46-53>
9. Celis-Rodríguez E, Díaz Cortés JC, Cárdenas Bolívar YR, Carrizosa González JA, Pinilla DI, Ferrer Záccaro LE, et al. Evidence-based clinical practice guidelines for the management of sedoanalgesia and delirium in critically ill adult patients. *Med Intensiva (Engl Ed).* 2020;44(3):171–184. PMID: 31492476 <https://doi.org/10.1016/j.medin.2019.07.013>
10. Russo G, Harrois A, Anstey J, Van Der Jagt M, Taccone F, Udy A, et al.; TBI Collaborative Investigators. Early sedation in traumatic brain injury: a multicentre international observational study. *Crit Care Resusc.* 2023;24(4):319–329. PMID: 38047010 <https://doi.org/10.51893/2022.4.OA2>
11. Schläpfer M, Piegeler T, Dull RO, Schwartz DE, Mao M, Bonini MG, et al. Propofol increases morbidity and mortality in a rat model of sepsis. *Crit Care.* 2019;19(1):45. PMID: 25887642 <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0751-x>
12. Roberts RJ, Barletta JF, Fong JJ, Schumaker G, Kuper PJ, Papadopoulos S, et al. Incidence of propofol-related infusion syndrome in critically ill adults: a prospective, multicenter study. *Crit Care.* 2009;13(5):R169. PMID: 19874582 <https://doi.org/10.1186/cc8145>
13. Schläpfer M, Piegeler T, Dull RO, Schwartz DE, Mao M, Bonini MG, et al. Propofol increases morbidity and mortality in a rat model of sepsis. *Crit Care.* 2015;19(1):45. PMID: 25887642 <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0751-x>
14. Woldegerima N, Rosenblatt K, Mintz CD. Neurotoxic Properties of Propofol Sedation Following Traumatic Brain Injury. *Crit Care Med.* 2016;44(2):455–456. PMID: 26771796 <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000001322>
15. Potapov AA, Krylov VV, Gavrilov AG, Kravchuk AD, Likhberman LB, Petrikov SS, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of severe traumatic brain injury. Part 2. Intensive care and neuromonitoring. *Burdenko's Journal of Neurosurgery.* 2016;80(1):98–106. <https://doi.org/10.17116/neiro201680198-106>
16. Assotsiatsii neyrokhirurgov Rossii. *Sotryasenie golovno mozga.* Klinicheskie rekomendatsii. Moscow; 2022 (In Russ.)
17. Cioccarl L, Luethi N, Bailey M, Shehabi Y, Howe B, Messmer AS, et al; ANZICS Clinical Trials Group and the SPICE III Investigators. The effect of dexmedetomidine on vasopressor requirements in patients with septic shock: a subgroup analysis of the Sedation Practice in Intensive Care Evaluation [SPICE III] Trial. *Crit Care.* 2020;24(1):441. PMID: 32678054 <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03115-x>
18. Likhvantsev VV, Landoni G, Levikov DI, Grebenchikov OA, Skripkin YV, Cherpakov RA. Sevoflurane Versus Total Intravenous Anesthesia for Isolated Coronary Artery Bypass Surgery with Cardiopulmonary Bypass: A Randomized Trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016;30(5):1221–1227. PMID: 27431595 <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2016.02.030>
19. Abou El Fadl MH, O'Phelan KH. Management of Traumatic Brain Injury: An Update. *Neurosurg Clin N Am.* 2018;29(2):213–221. PMID: 29502712 <https://doi.org/10.1016/j.nec.2017.11.002>
20. Assotsiatsii neyrokhirurgov Rossii. *Ochagovaya travma golovno mozga.* Klinicheskie rekomendatsii. Moscow; 2022 (In Russ.)
21. Froese L, Dian J, Gomez A, Zeiler FA. Sedation and cerebrovascular reactivity in traumatic brain injury: another potential avenue for personalized approaches in neurocritical care? *Acta Neurochir (Wien).* 2021;163(5):1383–1389. PMID: 33404872 <https://doi.org/10.1007/s00701-020-04662-6>
22. Grebenchikov OA, Kulabukhov VV, Shabanov AK, Ignatenko OV, Antonova VV, Cherpakov RA, et al. Prospects of inhalation sedation in intensive care. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology.* 2022;3(3):84–94. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202203184>
23. Villa F, Iacca C, Molinari AF, Giussani C, Aletti G, Pesenti A., et al. Inhalation versus endovenous sedation in subarachnoid hemorrhage patients: effects on regional cerebral blood flow. *Crit Care Med.* 2012;40(10):2797–2804. PMID: 22824929 <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31825b8bc6>
24. Bösel J, Purucker JC, Nowak F, Renzland J, Schiller P, Pérez EB, et al. Volatile isoflurane sedation in cerebrovascular intensive care patients using AnaConDa®: effects on cerebral oxygenation, circulation, and pressure. *Intensive Care Med.* 2012;38(12):1955–1964. PMID: 23096426 <https://doi.org/10.1007/s00134-012-2708-8>
25. Purucker JC, Renzland J, Uhlmann L, Bruckner T, Hacke W, Steiner T., et al. Volatile sedation with sevoflurane in intensive care patients with acute stroke or subarachnoid haemorrhage using AnaConDa®: an observational study. *Br J Anaesth.* 2015;114(6):934–943. PMID: 25823541 <https://doi.org/10.1093/bja/aev070>
26. Zheng S, Zuo Z. Isoflurane preconditioning induces neuroprotection against ischemia via activation of p38 mitogen-activated protein kinases. *Mol Pharmacol.* 2004;65(5):1172–1180. PMID: 15102945 <https://doi.org/10.1124/mol.65.5.1172>
27. Chi OZ, Hunter C, Liu X, Weiss HR. The effects of isoflurane pretreatment on cerebral blood flow, capillary permeability, and oxygen consumption in focal cerebral ischemia in rats. *Anesth Analg.* 2010;110(5):1412–1418. PMID: 20304986 <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181d6c0ae>
28. Kitano H, Kirsch JR, Hurn PD, Murphy SJ. Inhalational anesthetics as neuroprotectants or chemical preconditioning agents in ischemic brain. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2007;27(6):1108–1128. PMID: 17047683 <https://doi.org/10.1038/sj.jcbfm.9600410>
29. Wang Z, Li J, Wang A, Wang Z, Wang J, Yuan J, et al. Sevoflurane Inhibits Traumatic Brain Injury-Induced Neuron Apoptosis via EZH2-Downregulated KLF4/p38 Axis. *Front Cell Dev Biol.* 2021;4(9):658720. PMID: 34422795 <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.658720>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сафиуллин Данила Раильевич

врач анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии для нейрохирургических больных ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»; аспирант ФГБНУ ФНКЦ РР;
<https://orcid.org/0009-0009-1084-2547>, daniilarnimu@yandex.ru;
 20%: формулировка медицинской проблемы, анализ научной литературы, редакция текста рукописи

Шабанов Аслан Курбанович

доктор медицинских наук, заместитель главного врача ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» по анестезиологии и реанимации; ведущий научный сотрудник ФГБНУ ФНКЦ РР;
<https://orcid.org/0000-0002-3417-2682>, shabanovak@sklif.mos.ru;
 17%: анализ полученных данных, утверждение окончательного варианта

Гринь Андрей Анатольевич

доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, заведующий научным отделением неотложной нейрохирургии ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>, aagreen@yandex.ru;
 15%: редактирование текста, подготовка текста к печати

Черпаков Ростислав Александрович

научный сотрудник лаборатории органопротекции при критических состояниях ФГБНУ ФНКЦ РР; младший научный сотрудник отделения общей реанимации ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0002-0514-2177>, zealot333@mail.ru;
 14%: редактирование первичного материала

- Евсеев Анатолий Константинович** доктор химических наук, ведущий научный сотрудник отделения общей реанимации ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0002-0832-3272>, anatolevseev@gmail.com;
 12%: анализ полученных данных
- Евдокимов Артем Игоревич** заведующий ОРИТ для нейрохирургических больных ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
evdokimovai@sklif.mos.ru;
 10%: анализ первичного материала
- Петриков Сергей Сергеевич** член-корреспондент РАН, профессор, доктор медицинских наук, директор ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0003-3292-8789>, petrikovss@sklif.mos.ru;
 7%: утверждение текста
- Гребенчиков Олег Александрович** доктор медицинских наук, заведующий лабораторией органопротекции при критических состояниях ФГБНУ ФНКЦ РР;
<https://orcid.org/0000-0001-9045-6017>, oleg.grebenchikov@yandex.ru;
 5%: концепция статьи, редактирование первичного материала, окончательное утверждение текста
- Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов**

Safety of Extended Sedation with Sevoflurane in Patients with Severe Traumatic Brain Injury

D.R. Safiullin^{1,2}, A.K. Shabanov^{1,2}, A.A. Grin¹, R.A. Cherpakov^{1,2}, A.K. Evseev¹, A.I. Evdokimov¹, S.S. Petrikov¹, O.A. Grebenchikov²

Resuscitation and intensive care unit for neurosurgical patients

¹ N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

Bolshaya Sukharevskaya Sq. 3, Moscow, Russian Federation 129090

² Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation

Petrovka Str. 25, bldg. 2, Moscow, Russian Federation 107031

✉ **Contacts:** Danila R. Safiullin, Anesthesiologist and resuscitator of the intensive care unit for neurosurgical patients, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine.
 Email: danilarnimu@yandex.ru

RELEVANCE In conditions of increased sensitivity of damaged brain tissue to disruption of homeostasis, it is important to achieve stabilization of the vital functions of the body as soon as possible. Given the excess afferent impulse, adequate sedation and analgesia are an integral component of intensive care for patients with traumatic brain injury. The use of halogenated anesthetics is associated with a lower risk of complications associated with long-term sedation with intravenous drugs. In the example of two patients with severe traumatic brain injury, the effectiveness and safety of sevoflurane for prolonged inhalation sedation was noted. This study was approved at a meeting of the Local Ethics Committee of the Federal Scientific and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation, an extract from protocol No. 5/21/1 dated December 23, 2021, as well as at a meeting of the LEC of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Health Department, meeting No. 1-2022 dated January 11, 2022.

AIM OF STUDY To demonstrate the safety of inhalation sedation in patients with traumatic brain injury using clinical observations as an example.

MATERIAL AND METHODS An analysis of two clinical observations of patients with severe traumatic brain injury was carried out. The effectiveness and safety of prolonged inhalation sedation was assessed by indicators: intracranial pressure, dynamics of mean arterial pressure and blood saturation in the jugular vein bulb, as well as the total duration of artificial ventilation and stay in the intensive care unit.

Clinical observation No. 1.

Patient B., 41 years old, was admitted with cerebral insufficiency (GCS 8) with damage to the soft tissues of the head. As a result of the examination, the patient was diagnosed with "Closed craniocerebral injury." Fracture of the bones of the vault and base of the skull. Severe brain contusion. Traumatic subarachnoid hemorrhage, acute subdural hematoma in the left frontotemporal region 3 cm³. Considering the size of the trauma (65 cm³) and the life-threatening dislocation syndrome, the patient underwent surgical intervention: "Decompressive craniotomy, removal of contusion areas. Installation of a ventricular intracranial pressure sensor." The early course of the postoperative period was complicated by the development of infectious complications, which led to the need for prolonged sedation in the intensive care unit. On the 3rd day, a lower tracheostomy was performed. The total time of sedation was 3 days, and the duration of artificial ventilation was 10 days. On the 21st day, the patient was decannulated and transferred to a specialized department.

Clinical observation No. 2.

Patient K., 42 years old, was admitted to the hospital with a depressed level of consciousness (GCS 6). Based on the results of the examination, a diagnosis was made: "Penetrating traumatic brain injury with severe brain contusion, a focus of crush contusion in the right temporal lobe, acute subdural hematoma of the right frontal-temporo-parietal region 100 cm³ and a fracture of the bones of the vault and base of the skull, facial skeleton, micropneumocephaly". Considering the size and location of the hematoma, the patient underwent surgery including decompressive craniotomy, removal of an acute subdural hematoma, and a Spiegelberg intracranial pressure sensor was installed. In the early postoperative period, severe hemodynamic instability associated with vascular insufficiency of central origin was noted. The use of inhalational sedation sevoflurane did not lead to the development of intracranial hypertension and escalation of vasopressor therapy. The total time of use of sevoflurane was 36 hours. Spontaneous breathing was restored by the 18th day. The patient's stay in the ICU was 31 bed days.

CONCLUSION Based on the data obtained, we may conclude that the use of inhalation sedation in this category of patients is safe, as well as the absence of a significant effect of sevoflurane on the level of intracranial pressure and central hemodynamic parameters. However, secondary complications that developed in patients do not allow us to draw an unambiguous conclusion about the effect of this method of sedation on the duration of artificial ventilation and stay in the intensive care unit. Only the accumulation of a sufficient volume of clinical material will reveal all the advantages and disadvantages of this method.

Keywords: inhalation sedation, AnaConDa, extended sedation, traumatic brain injury, jugular oximetry

For citation Safiullin DR, Shabanov AK, Grin AA, Cherpakov RA, Evseev AK, Evdokimov AI, et al. Safety of Extended Sedation with Sevoflurane in Patients with Severe Traumatic Brain Injury. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2024;13(2):312–321. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2024-13-2-312-321> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship The study has no sponsorship

Affiliations

Danila R. Safullin	Anesthesiologist and resuscitator of the ICU for neurosurgical patients, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; Ph.D. Student Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology; https://orcid.org/0009-0009-1084-2547 , danilarnimu@yandex.ru; 20%, formulation of a medical problem, analysis of scientific literature, editing manuscripts
Aslan K. Shabanov	Doctor of Medical Sciences, Deputy Chief Physician of N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the for Anesthesia and Resuscitation; Leading Researcher Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology; https://orcid.org/0000-0002-3417-2682 , shabanovak@sklif.mos.ru; 17%, analysis of the received data, approval of the final version
Andrey A. Grin	Doctor of Medical Sciences, Corresponding Member of RAS, Head of the Scientific Department of Emergency Neurosurgery, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; https://orcid.org/0000-0003-3515-8329 , aagreen@yandex.ru; 15%, text editing, preparing text for publishing
Rostislav A. Cherpakov	Researcher, Laboratory of Organ Protection in Critical Conditions, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology; Junior Researcher at the Department of General Resuscitation, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; https://orcid.org/0000-0002-0514-2177 , zealot333@mail.ru; 14%, editing of primary material
Anatoly K. Evseev	Doctor of Chemical Sciences, Leading Researcher at the General Intensive Care Unit, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; https://orcid.org/0000-0002-0832-3272 , anatolevseev@gmail.com; 12%, analysis of the obtained data
Artem I. Evdokimov	Head of the ICU for neurosurgical patients, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; evdokimovai@sklif.mos.ru ; 10%, analysis of primary material
Sergey S. Petrikov	Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Medical Sciences, Director of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; https://orcid.org/0000-0003-3292-8789 , petrikovss@sklif.mos.ru; 7%, text approval
Oleg A. Grebenchikov	Doctor of Medical Sciences, Head of the Laboratory of Organ Protection at Critical Conditions, Federal Scientific and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology; https://orcid.org/0000-0001-9045-6017 , oleg.grebenchikov@yandex.ru; 5%, article concept, editing of primary material, final text approval

Received on 25.04.2023

Review completed on 22.12.2023

Accepted on 26.03.2024

Поступила в редакцию 25.04.2023

Рецензирование завершено 22.12.2023

Принята к печати 26.03.2024