

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. И. ПИРОГОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

На правах рукописи

**Яковлева Екатерина Сергеевна
ИНГАЛЯЦИОННАЯ АНЕСТЕЗИЯ СЕВОФЛУРАНОМ
И ИНТРАНАЗАЛЬНАЯ СЕДАЦИЯ ДЕКСМЕДЕТОМИДИНОМ
У ДЕТЕЙ С НЕВРОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ
ПРИ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКЕ**

14.01.20 – Анестезиология и реаниматология

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

Доктор медицинских наук

Диордиев Андрей Викторович

НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ

Доктор медицинских наук, профессор

Лазарев Владимир Викторович

Москва – 2021г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр
Введение	4
Глава 1. Обзор литературы. Анестезия у детей с неврологической патологией вне операционной (современное состояние вопроса)	14
1.1. Можно ли обойтись без анестезии? Немедикаментозные способы обеспечения неподвижности во время исследования.....	15
1.2 Ингаляционная анестезия. Выбор препарата.....	17
1.3 Неингаляционная анестезия. Выбор препарата.....	25
1.4 Соматические особенности пациентов с неврологической патологией с позицией анестезиолога.....	35
Глава 2. Материалы и методы исследования	42
2.1 Общеклиническая характеристика собственных наблюдений.....	42
2.2 Методики анестезиологического пособия.....	49
2.2.1 Методика ингаляционной анестезии севофлураном.....	50
2.2.2 Методика ингаляционной анестезии севофлураном в комбинации с внутривенным введением пропофола.....	52
2.2.3 Методика ингаляционной анестезии севофлураном в комбинации с интраназальной премедикацией мидазоламом.....	53
2.2.4 Методика интраназальной седации дексмететомидином.....	54
2.3 Методы статистического анализа.....	57
Глава 3. Особенности проведения анестезии и седации в условиях отделения рентгенодиагностики	58
Глава 4. Оценка эффективности методик ингаляционной анестезии на основе севофлурана	66
4.1 Сравнительная оценка этапа индукции анестезии по шкале MAS.....	66
4.2 Оценка параметров сердечно-сосудистой и дыхательной системы.....	69
4.3 Оценка частоты развития синдрома посленаркозной агитации и степени его выраженности.....	73
4.4 Оценка длительности восстановления сознания.....	77

Глава 5. Интраназальная седация дексмететомидином.....	80
5.1 Особенность техники интраназальной седации дексмететомидином.....	80
5.2 Оценка параметров сердечно-сосудистой и дыхательной системы.....	83
5.3 Оценка скорости достижения достаточного уровня седации и её эффективности.....	85
5.4 Особенности течения периода пробуждения.....	86
Глава 6. Алгоритм выбора оптимальной анестезии и седации у пациен- тов с неврологической патологией при неинвазивных обследованиях в отделении рентгенодиагностики.....	90
Заключение.....	93
Выводы.....	103
Практические рекомендации.....	105
Список сокращений.....	106
Литература.....	107

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования.

Пациенты педиатрического профиля с неврологической патологией в большинстве случаев сталкиваются с необходимостью проведения нейровизуализации уже в раннем возрасте [1-3]. Проведение нейро-рентгенологической диагностики необходимо как для постановки диагноза и определения тактики лечения, так и для оценки динамики морфофункционального состояния нервной системы [2,3]. Основными методами визуализации являются компьютерная (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ). Эти исследования малоинвазивны, нетравматичны, то есть проведение их не ассоциируется с болезненными манипуляциями (если нет необходимости в контрастном усилении). Но для пациентов младшего возраста процесс обследования в отделении рентгенодиагностики связан с большим количеством стрессовых факторов помимо боли. Незнакомый кабинет и персонал, громоздкое пугающее оборудование, громкие звуки, замкнутое пространство – всё это вызывает у детей страх и сильные переживания [5]. Для получения качественного изображения требуется полная неподвижность пациента, но, когда ребёнок напуган, такая задача становится для него фактически невыполнимой. Иногда заранее проведённая психологическая подготовка, нахождение родителей с ребёнком во время исследования, применение различных симуляторов, обустройство игровых комнат и создание обучающих мультфильмов и игр позволяют провести обследование без анестезии, но в основном такой подход применим к детям старше пяти лет [6-12].

Детям в возрасте до 5 лет чаще всего требуется анестезиологическая помощь для проведения КТ или МРТ [13,18]. Они значительно реагируют на стрессовые факторы, встреча с которыми неизбежна в отделении рентгенодиагностики, а вербальный контакт с ними ещё затруднён, то есть возможности психологической или игровой подготовки весьма ограничены. Особенно это касается пациентов с неврологической патологией ввиду того, что у большинства из них в той

или иной степени имеется когнитивный дефицит [14,15] и эмоциональная лабильность [55,56]. Другой трудностью, с которой сталкиваются специалисты, назначившие обследование неврологическим больным, - часто встречающиеся гиперкинезы, тики, патологичные установки, хронический болевой синдром, что также делает невозможным обеспечение неподвижности пациента и проведение качественного исследования в сознании [14].

Для безопасности, комфорта пациента и получения изображений хорошего качества применяются разнообразные виды анестезиологического пособия. Каждый случай рассматривается индивидуально, и тактика анестезии определяется в зависимости от вида и длительности проводимого исследования, состояния пациента, его диагноза (или синдромов при проведении дифференциальной диагностики), а также пожеланий специалистов отделения рентгенодиагностики.

Магнитно-резонансная томография - высокотехнологичный и безопасный с точки зрения лучевой нагрузки метод исследования [2]. С каждым годом совершенствуется оборудование с целью улучшения качества получаемого изображения. Но, к сожалению, длительность обследования остаётся значительной и занимает от 20 минут до 1,5-2 часов в зависимости от исследуемого органа и отдела, а также от мощности томографа. Современное оборудование позволяет скорректировать двигательные артефакты, но только лишь в тех случаях, когда у пациента отмечаются единичные спонтанные движения низкой амплитуды. Получение изображения, подлежащего описанию, при активных движениях пациента невозможно. При проведении МРТ отсутствует лучевая нагрузка, и, в случае неудовлетворительного качества снимков, серию можно повторить без вреда для здоровья пациента. Но проведение исследования в условиях общей анестезии позволяет не только обеспечить получение качественных серий снимков, но и оградить ребёнка от стресса.

Компьютерная томография гораздо более кратковременное исследование, проведение его занимает минуты, но сопровождается значительной лучевой нагрузкой [2], поэтому необходимо обеспечить полную неподвижность пациента с первого раза. Иногда для этой цели достаточно седации [74,77,92,95,96].

Чаще всего в отделении рентгенодиагностики применяется ингаляционная анестезия севофлураном [18,31]. При этом виде анестезии нет необходимости в постановке внутривенного катетера в сознании (что позволяет избавить маленького пациента от боли и страха, с которой ассоциируется данная манипуляция). Препарат не раздражает дыхательные пути, обладает дозозависимым эффектом, обеспечивает быструю индукцию в анестезию и короткий период пробуждения [18-21,29,31]. Однако применение севофлурана ассоциируется с развитием синдрома посленаркозной ажитации. По данным ряда авторов частота развития данного синдрома достигает 80% [44,46,47,51]. У неврологически скомпрометированных пациентов вероятность его возникновения ещё выше, и в случае возникновения он носит более выраженный характер, чем у пациентов без неврологической патологии [55,56]. Данное состояние в период пробуждения доставляет выраженный дискомфорт самим пациентам и может стать причиной их травматизации, а также, безусловно, вызывает негативную реакцию со стороны родителей. Существуют методы, позволяющие снизить риск развития данного осложнения, либо степень его выраженности. Одной из таких методик является комбинация ингаляционной анестезии с внутривенным введением пропофола [66-68].

Другой проблемой применения ингаляционной анестезии является риск развития злокачественной гипертермии при наличии нейромышечной патологии [69-72]. Часто впервые нейро-визуализация проводится пациентам в возрасте до 1 года на этапе верификации диагноза. У многих больных отмечается синдром мышечной гипотонии, и одной из целей обследования является решения вопроса о наличии или отсутствии первично-мышечных изменений. Поэтому альтернативой ингаляционной анестезии севофлураном является внутривенная анестезия пропофолом [71,72]. Однако применение этого вида анестезии предполагает постановку внутривенного катетера в сознании, что является серьёзным стрессом для пациента, а также может быть технически непросто у маленьких детей. Кроме того, постоянная контролируемая инфузия пропофола требует наличия специального дорогостоящего оборудования, предназначенного для работы в условиях магнитного поля [144,145].

Кроме указанных методов, возможно также применение препаратов для седации при проведении рентгенологических исследований. Но с целью сохранения комфортного состояния пациента предпочтительно не парентеральное, а альтернативное интраназальное введение препаратов. По скорости наступления действия и эффективности этот путь доставки не уступает внутривенному введению, но значительно лучше переносится пациентами, так как не сопровождается болезненными ощущениями [98-102]. Для седации во время КТ чаще используется мидазолам ввиду короткого действия препарата [92,94-96]. При проведении МРТ за рубежом широко применяется центральный $\alpha 2$ -адреномиметик дексмететомидин в качестве единственного компонента анестезии [121-124].

В современном арсенале врача-анестезиолога имеется широкий спектр методик и препаратов, которые применяются в педиатрической амбулаторной практике. Однако вопрос обеспечения не только безопасной, но и комфортной анестезии для детей с неврологической патологией ввиду особенностей данной категории больных требует усовершенствования, поэтому актуальность данного исследования не вызывает сомнений.

Цель и задачи исследования.

Целью исследования является оптимизация анестезиологического обеспечения неинвазивных исследований в отделении рентгенодиагностики у пациентов с неврологической патологией.

Для достижения поставленной цели исследования поставлены следующие задачи:

1. Исследование методик ингаляционной анестезии на основе севофлурана у детей с неврологической патологией при неинвазивных обследованиях в отделении рентгенодиагностики.
2. Разработка методики и клиническая оценка интраназальной седации дексмететомидином при МРТ-исследованиях у детей с неврологической патологией.

3. Оценка пробуждения после различных методик анестезии и седации у детей с неврологической патологией при неинвазивных обследованиях в отделении рентгенодиагностики.

4. Разработка и оценка алгоритма выбора анестезиологического сопровождения у пациентов с неврологической патологией при неинвазивных обследованиях в отделении рентгенодиагностики.

5. Изучение особенностей организации и проведения анестезии и седации в условиях отделения рентгенодиагностики.

Научная новизна исследования.

Впервые определена возможность применения дексмедетомидина и разработан алгоритм методики седации с его использованием у пациентов с неврологической патологией при проведении неинвазивных исследований в отделении рентгенодиагностики. Изучены особенности различных методик ингаляционной анестезии на основе севофлурана у пациентов с неврологической патологией при неинвазивных обследованиях в отделении рентгенодиагностики, проведена их оценка с позиции эффективности, безопасности и комфортности для пациента. Разработан и апробирован алгоритм выбора оптимальной методики анестезии и седации у пациентов с неврологической патологией при неинвазивных обследованиях в отделении рентгенодиагностики,

Теоретическая и практическая значимость исследования.

1. Внедрение в практику интраназального пути введения препаратов у пациентов с неврологической патологией позволило усовершенствовать процесс премедикации и седации, сделав его комфортным для пациентов.

2. Внедрение и оптимизация методики интраназальной седации дексмедетомидином позволило расширить возможности оказания анестезиологической

помощи пациентам в возрасте до 1 года, которым по тем или иным причинам нежелательно или противопоказано применение ингаляционной анестезии.

3. Оптимизация алгоритма ингаляционной анестезии позволило улучшить качество оказания анестезиологической помощи у пациентов с неврологической патологией, которым назначено проведение исследований в отделении рентгенодиагностики.

4. Материалы работы изложены в методических рекомендациях.

5. Предложенные методики общей анестезии и седации внедрены в практику отделения анестезиологии и реанимации Научно-практического центра детской психоневрологии.

Методология исследования.

Данное исследование является ретроспективным, рандомизированным, описательным. В процессе работы использовались клинические, инструментальные и статистические методы исследования.

Положения, выносимые на защиту.

1. Применения ингаляционной моноанестезии севофлураном у детей с неврологической патологией для обеспечения неподвижности пациентов во время длительных исследований в отделении рентгенодиагностики коррелирует с развитием в ближайшем посленаркозном периоде синдрома ажитации (более 50%).

2. Усовершенствование ингаляционной анестезии севофлураном путём комбинации с внутривенным введением пропофола или премедикацией мидазоламом позволяет достоверно снизить частоту возникновения посленаркозной ажитации и/или степень её выраженности у пациентов с неврологической патологией

3. Интраназальное применение мидазолама в качестве премедикации перед ингаляционной анестезией севофлураном позволяет снизить негативную реакцию на масочную индукцию у неврологических пациентов

4. Применение интраназальной седации дексметомидином в качестве единственного компонента анестезии для обеспечения неинвазивных нейрорентгенологических исследований у пациентов с неврологической патологией является безопасным и эффективным

5. Применение методики интраназальной седации дексметомидином не сопровождается развитием синдрома посленаркозной агитации

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности

Научные положения диссертационной работы соответствуют шифру специальности 14.01.20 – анестезиология и реаниматология, а также области исследования согласно пункту 14 – разработка и усовершенствование методов анестезии в специализированных разделах медицины.

Апробация работы.

Основные результаты исследования изложены и обсуждены на общероссийских конференциях и съездах:

1. III Московский городской съезд анестезиологов и реаниматологов «Междисциплинарный подход в анестезиологии и реанимации», 26-27 апреля 2018 г., г. Москва, «Седация и анестезия у детей вне операционной».

2. Россия, Москва, XVII Ассамблея «Здоровье Москвы», 5 декабря 2018 г., г. Москва, «Анестезия у детей с неврологической патологией для обеспечения МРТ и РКТ».

3. XVII Ассамблея «Здоровье Москвы», 5 декабря 2018 г., г. Москва, «Терапия острой и хронической боли у невербальных пациентов с неврологической патологией»

4. VII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Неотложная детская хирургия и травматология» в рамках XXI Конгрессе педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии», 15-17 февраля 2019 г., г. Москва, «Седация и анестезия в отделении рентгенодиагностики».

5. VII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Неотложная детская хирургия и травматология» в рамках XXI Конгрессе педиатров России «Актуальные проблемы педиатрии», 15-17 февраля 2019 г., г. Москва, «Анестезия ксеноном у детей с неврологической патологией»

6. II Национальный Междисциплинарный Конгресс с международным участием «Физическая и реабилитационная медицина в педиатрии: традиции и инновации», 21 марта 2019, г. Москва, «Лечение хронического болевого синдрома у пациента с поражением головного мозга. Клинический случай»

7. I Российский съезд детских анестезиологов-реаниматологов VI Михельсоновские чтения X Всероссийский междисциплинарный научно-практический Конгресс с международным участием «Педиатрическая анестезиология и интенсивная терапия», 28-30 октября 2019 г., г. Москва, «Седация и анестезия в отделении рентгенодиагностики».

8. IX междисциплинарный научно-практический конгресс с международным участием: «Детский церебральный паралич и другие нарушения движения у детей», 31 октября-01 ноября 2019 г., г. Москва, «Анестезия в отделении рентгенодиагностики у пациентов с неврологической патологией».

Публикации по теме диссертации.

По материалам диссертации опубликовано 4 печатных работ в рецензируемых изданиях, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ для публикации основных результатов диссертаций на соискание учёной степени кандидата медицинских наук:

1. Яковлева, Е.С. Безопасная и комфортная анестезия у детей с церебральным параличом во время нейрорентгенологических исследований /

Батышева Т.Т., **Яковлева Е.С.**, Диордиев А.В., Адкина Е.А., Шагурин Р.В. // Детская и подростковая реабилитация. – 2018. - №3. - С.5-13.

2. Яковлева, Е.С. Нутритивный статус у пациентов с детским церебральным параличом в периоперационном периоде с точки зрения анестезиолога / Батышева Т.Т., Адкина Е.А., Диордиев А.В., **Яковлева Е.С.**, Шагурин Р.В. // Детская и подростковая реабилитация. 2018. – Т.4.- №36. - С. 21-30.

3. Яковлева, Е.С. Роль анестезиолога в проведении магнитно-резонансной томографии у детей / **Яковлева Е.С.**, Лазарев В.В., Диордиев А.В. // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2019. - Т9.- №2:- С. 97–104.

4. Яковлева, Е.С. Сочетанная анестезия на основе ксенона и эпидуральной блокады при оперативном устранении деформаций суставов нижних конечностей у детей с церебральным параличом / Адкина Е.А., Айзенберг В.Л., **Яковлева Е.С.**, Гудилина О.Н., Диордиев А.В. // Общая реаниматология. – 2020. - №1. - С. 45-58. DOI: /10.15360/1813-9779-2020-1-45-58

5. Яковлева, Е.С. Алгоритм выбора анестезии (седации) для обеспечения магнитно-резонансной томографии у пациентов с неврологической патологией / **Яковлева Е.С.**, Диордиев А.В., Адкина Е.А., Лазарев В.В. // Анестезиология и реаниматология. 2020. - №6. - С.23-29. DOI: /10.17116/anaesthesiology202006123

Внедрение результатов исследования

Исследованные методики анестезии и седации внедрены в практику и успешно применяются в ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии» Департамента здравоохранения г. Москвы, «НИИ детской онкологии и гематологии» ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н.Блохина» Министерства здравоохранения РФ.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 123 страницах печатного текста, состоит из введения, обзора литературы, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, библиографического указателя литературы. Текст диссертации содержит 18 таблиц и 15 рисунков. Указатель литературы представлен 25 отечественными и 123 зарубежными источниками.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. АНЕСТЕЗИЯ У ДЕТЕЙ С НЕВРОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ВНЕ ОПЕРАЦИОННОЙ (СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА)

Анестезия, проводимая вне операционной, на сегодняшний день представляет собой отдельный большой раздел в анестезиологической практике. По мере развития медицинских технологий появляются новые и совершенствуются имеющиеся методы диагностики, что в итоге способствует появлению новых задач для анестезиологов и расширяет зону их деятельности, а также количество анестезий, проводимых вне операционной [1]. С каждым годом увеличивается число исследований, направленных на нейровизуализацию у новорождённых и детей раннего возраста при наличии у них неврологической патологии или подозрении на неё [2]. К стандартам нейродиагностики таких пациентов относится проведение нейросонографии, компьютерной томографии (КТ) или магнитно-резонансной томографии (МРТ) [2,3]. Но если ультразвуковое исследование информативно при наличии у пациента акустического окна для оценки состояния головного мозга (большого родничка), то магнитно-резонансная и компьютерная томография не имеют возрастных и анатомических ограничений и являются высокоинформативными и чувствительными методами исследования состояния центральной нервной системы [2,3]. Кроме того зачастую нейросонографических данных недостаточно для объективной оценки состояния центральной нервной системы.

При наличии у пациента неврологической патологии КТ и МРТ являются обязательными элементами обследования. Данные, полученные при их проведении, позволяют неврологам поставить или уточнить диагноз, оценить состояние центральной нервной системы в динамике, определить или скорректировать так-

тику терапии, определить дальнейший прогноз развития пациента, а также решить вопрос о необходимости присвоения пациенту группы инвалидности.

1.1. Можно ли обойтись без анестезии? Немедикаментозные способы обеспечения неподвижности во время исследования

Чаще всего первичное и повторное обследование с целью нейровизуализации проводится детям в возрасте до 5 лет. Пациентам до 5 месяцев возможно проведение как компьютерной, так и магнитно-резонансной томографии в состоянии физиологического сна [4]. Для этого следует назначить исследование на то время, когда ребёнок обычно засыпает, попросить родителей или опекунов перед этим выдержать голодную паузу в 4-5 часов и покормить ребёнка непосредственно перед исследованием. Следует обеспечить адекватную акустическую защиту (подобранные по размеру наушники или беруши), комфортный температурный режим и постоянное нахождение родителя или опекуна рядом с ребёнком. При соблюдении всех условий возможно успешное проведение даже такого длительного обследования, как магнитно-резонансная томография, с получением снимков надлежащего качества и без анестезиологической помощи.

Для пациентов старше 5 лет часто основной трудностью, из-за которой им сложно длительно сохранять неподвижность для проведения обследования, является страх перед медицинским оборудованием и неизвестность, связанная с предстоящей процедурой [5]. Предварительная психологическая подготовка и беседа с доступным объяснением, как именно выглядит обследование и с чем маленькому пациенту предстоит столкнуться, позволяет значительно снизить уровень его тревожности. Страх перед оборудованием и "слепой зоной" за томографом может стать единственной причиной, по которой дети откажутся лежать неподвижно во время обследования. Но небольшая "экскурсия" по кабинету, где находится томограф, и демонстрация того, что за томографом также нет ничего страшного, может также увенчаться успехом в сотрудничестве с пациентом и проведения обследова-

дования в сознании. Конечно, в этих случаях следует обеспечить постоянное нахождение одного из родителей рядом с пациентом во время обследований, что также повышает вероятность успешного проведения сканирования без анестезии [6], а также акустическую защиту. В некоторых клиниках есть возможность обеспечить такой дизайн зала с томографом, который соответствовал бы шумовому фону во время исследования (джунгли, барабаны и т.д.) [7]. Либо установить экран, на котором дети могут смотреть мультфильмы, и наушники, в которых можно прослушивать музыку во время проведения томографии [8]. К сожалению, данная опция весьма дорогостоящая. Другим способом психологической подготовки является обустройство специальных игровых комнат на территории отделения рентгенодиагностики, где представлена модель томографа, способная симулировать работу настоящего аппарата [7-12]. Пациенты знакомятся с томографом во время ожидания своей очереди, могут поиграть с ним, после чего перейти от игры к самому обследованию, что сделает для них процедуру значительно более лёгкой. Кроме того применяются различные игровые приложения для смартфонов и обучающие мультфильмы.

Необходимость в анестезиологическом пособии в большинстве случаев возникает тогда, когда это касается проведения исследований у пациентов от 5 месяцев до 5 лет [13]. В этом возрасте дети уже тревожно реагируют на непривычную обстановку, новое пугающее оборудование, для них практически невыполнимой задачей становится сохранение полной неподвижности в таких стрессовых условиях, а психологические методы подготовки для них мало применимы ввиду возраста и уровня развития. К тому же, когда речь идёт о пациентах с неврологической патологией, вербальный контакт и другие способы коммуникации с ними зачастую затруднены по причине разной степени выраженности когнитивного дефицита [14,15]. Вследствие этого практически невозможно оградить ребёнка от страха перед кабинетом или оборудованием перечисленными методами психопрофилактики. Анестезиологическая помощь в данной группе пациентов остаётся единственным способом проведения качественной компьютерной или магнитно-резонансной томографии. При этом необходимо разъяснить тактику планируемой

анестезии родителям или опекунам ребёнка, чтобы во время индукции в анестезию, чтобы они сотрудничали с анестезиологом и могли оказать адекватную психологическую поддержку ребёнку [16].

1.2. Ингаляционная анестезия. Выбор препарата.

В иерархии принципов обеспечения анестезиологической помощи на первом месте всегда стоит безопасность пациента. В амбулаторных условиях соблюдаются все те же стандарты оказания анестезиологической помощи, что и при работе в условиях операционной [17]. Другими важными аспектами являются получение в процессе исследования томографических снимков надлежащего качества и обеспечение комфортных условий для пациента.

Ингаляционная анестезия позволяет обеспечить быструю, комфортную и безболезненную для пациента индукцию, а также обладает хорошей управляемостью глубиной анестезии [18].

Скорость индукции в анестезию зависит от потока свежего газа, объёма дыхательного контура, концентрации анестетика в газовой-дыхательной смеси на вдохе, коэффициента растворимости кровь/газ и альвеолярной концентрации. Первые три фактора настраиваются анестезиологом – дыхательный контур подбирается под каждого пациента, скорость потока и концентрация анестетика устанавливаются на наркозном аппарате и испарителе соответственно [20]. Коэффициент растворимости кровь/газ относится к физическим свойствам анестетика. Чем ниже этот коэффициент, тем меньше он поглощается кровью в лёгких и тем быстрее анестетик попадает в центральную нервную систему, вызывая наступление анестезии севофлурана (таблица 1).

Таблица 1 -Характеристика ингаляционных анестетиков

Анестетик	Коэффициент растворимости в среде		МАК в %
	Коэффициент распределения кровь/газ	Коэффициент распределения мозг/кровь	
Ксенон	0,14	-	71

Закись азота	0,47	1,1	105
Десфлуран	0,42	1,3	6,0
Севофлуран	0,59	1,7	2,05
Изофлуран	1,4	2,6	1,15
Галотан	2,54	1,9	0,75

Минимальная альвеолярная концентрация (МАК) анестетика отражает его анестетическую силу и, при наступлении равновесного состояния, соответствует парциальному давлению в головном мозге [21]. Это позволяет сравнивать между собой мощность ингаляционных анестетиков. Анестетики с меньшими значениями МАК являются более мощными, то есть для достижения эффекта требуется меньшая их концентрация.

По своим свойствам инертный газ **ксенон** способен обеспечить быструю индукцию в анестезию и быстрое пробуждение. Кроме того он обладает нейропротективными свойствами, обеспечивает стабильную гемодинамику [22,23]. Однако его применение (для снижения расхода) требует герметичности дыхательного контура, то есть интубацию трахеи, и такое инвазивное вмешательство в большинстве случаев не оправдано даже при проведении длительных исследований (более 60 минут). Перед применением ксенона, как правило, требуется проведение индукции с помощью другого ингаляционного анестетика или внутривенных препаратов. Кроме того использование ксенона сопровождается значительными финансовыми затратами [23,24]. Всё вышеперечисленное указывает на нецелесообразность применения ксенона для обеспечения неподвижности во время нейровизуализации.

Другим анестетиком, обладающим свойствами для быстрой индукции в анестезию, является неорганический препарат для ингаляционной анестезии **закись азота** (N_2O) [25]. За счёт отсутствия резкого запаха возможно проведение масочной индукции пациенту без выраженной негативной реакции с его стороны. Такой метод применяется в амбулаторных условиях при проведении непродолжительных умеренно болезненных медицинских манипуляций [26]. Однако чаще всего закись азота используется в качестве анальгетика, в то время как для проведения исследований в кабинете МРТ и КТ требуется лишь обеспечить неподвиж-

ность пациентов. К тому же минимальная альвеолярная концентрация закиси азота превышает 100% (104%), что говорит о невысокой мощности анестетика. Достичь хирургической стадии наркоза при применении одной закиси азота невозможно, поэтому данный анестетик редко применяется в качестве единственного компонента анестезии, чаще в сочетании со вторым ингаляционным анестетиком, например, севофлураном (и позволяет снижать МАК второго газа) [27]. Кроме того из-за низкой мощности анестетика индукция занимает продолжительное время, что, даже при отсутствии резкого запаха, является стрессом для маленьких пациентов. Таким образом, в качестве единственно агента анестезии для обеспечения МРТ и КТ данный препарат также не подходит.

Галогенсодержащий анестетик **десфлуран** также относится к препаратам, вызывающим быструю индукцию. Однако и **десфлуран**, как и **изофлуран** не рекомендованы для проведения индукции в анестезию, так как они оказывают раздражающее действие на дыхательные пути, что увеличивает риск таких осложнений, как кашель, усиленное слюноотделение и ларингоспазм [28,29]. Ингаляционная анестезия **галотаном** сопровождается более выраженным депрессорным влиянием на дыхательную и сердечно-сосудистую систему, может вызывать аритмию, а также чаще других ингаляционных анестетиков вызывает токсический гепатит и злокачественную гипертермию. Кроме того данный анестетик он обладает высокой растворимостью и, соответственно, длительным периодом пробуждения. По этим причинам применение галотана нецелесообразно при наличии более современных и безопасных ингаляционных анестетиков [30].

При проведении анестезии в отделении рентгенодиагностики чаще всего используется ингаляционная анестезия севофлураном. Данная методика является "золотым стандартом" анестезии в амбулаторных условиях.

Севофлуран представляет собой фторированное производное метилизопропилового эфира. Севофлуран обладает относительно нерезким запахом и, в отличие от изофлурана и десфлурана, не раздражает дыхательные пути, в том числе при максимальной концентрации анестетика в дыхательном контуре [19-21,29]. Эти свойства позволяют применять методику быстрой ингаляционной ин-

дукции, при которой промежуток времени от момента наложения лицевой маски до утраты сознания составляет 20-30 секунд [19-21]. Севофлуран быстро обеспечивает достижение достаточной глубины анестезии для постановки внутривенного катетера (2-3 минуты) и уровень иммобилизации, который позволяет провести качественное томографическое исследование [18,31].

Влияние на систему дыхания. Севофлуран, как и другие ингаляционные анестетики, дозозависимо снижает минутную вентиляцию лёгких [20,21,32,33]. Степень снижения дыхательного объёма зависит как от концентрации анестетика в дыхательной смеси, так и от скорости развития индукции. Однако после достижения необходимого уровня анестезии при снижении концентрации препарата до поддерживающей происходит быстрое восстановление исходного дыхательного объёма [20,21,32,34].

Влияние севофлурана на сердечно-сосудистую систему также является дозозависимым [21,34]. Применение его сопровождается снижением общего периферического сопротивления сосудов на 15-22% и, как следствие, развитием умеренной тахикардии и гипотонии. Но, поскольку севофлуран практически не снижает сердечный выброс, клинически значимого снижения артериального давления и гипоперфузии не происходит ни в момент индукции, ни на этапе поддержания анестезии. Кроме того севофлуран является препаратом выбора у больных с нарушениями сердечного ритма, так как он не влияет на атрио-вентрикулярную проводимость и не обладает аритмогенным действием [33].

Влияние на центральную нервную систему. Севофлуран вызывает умеренное повышение внутричерепного давления и увеличение мозгового кровотока. Но при применении его в клинических концентрациях препарат не нарушает механизм ауторегуляции мозгового кровотока [21,35,36]. Отмечается уменьшение потребления кислорода головным мозгом при концентрации выше 0,5 МАК, что повышает устойчивость центральную нервную систему (ЦНС) к гипоксемии. Данные о влиянии севофлурана на судорожную активность противоречивы. Существуют публикации, в которых описаны эпилептогенные свойства анестетика [36,37]. Исследователи приводят данные о том, что пациенты с резистентной

эпилепсией, получавшие препарат в дозе 0,5 МАК, имеют достоверно меньшую представленность спайков на ЭЭГ по сравнению с больными, получавшими 1,5 МАК. В то же время многими авторами отмечается, что по мере углубления анестезии происходит угнетение центральной нервной системы и снижение электрической активности мозга. Севофлуран в концентрациях ≥ 1 МАК снижает электрическую активность по данным ЭЭГ-мониторинга [19-21,38]. То есть при применении препарата в клинических концентрациях в состоянии нормовентиляции риск развития судорожных приступов низкий.

Влияние севофлурана на периферическую центральную систему заключается в умеренной релаксации поперечно-полосатой мускулатуры. Имеются сведения о прямом воздействии препарата на её сократимость, но в большей степени этот эффект обусловлен угнетением ЦНС [21,39].

Важным вопросом при применении анестезии, в том числе ингаляционной, является нейротоксичность анестетика и его отрицательное влияние на развивающийся головной мозг, особенно когда речь идёт о пациентах с исходно повреждённой центральной нервной системой. При связывании анестетика с ГАМК-рецепторами (ингаляционные анестетики, пропофол, бензодиазепины) или NMDA-рецепторами (закись азота) блокируется передача в соответствующих синапсах [40,41]. Если не происходит связывания рецептора с ГАМК и глутаматом и прекращается передача импульса, то возникают условия для нейроапоптоза [41]. Доказанная способность анестетиков вызывать нейродегенеративные изменения в развивающемся мозге привела к появлению многих работ, в которых изучалась взаимосвязь между проведением анестезии и возникновением проблем в когнитивной и поведенческой сфере у таких детей в дальнейшем [42,43]. В обзорной статье, опубликованной в 2018 году, описаны современные клинические исследования нейротоксичности анестетиков у человека [42]. По данным проспективного контролируемого исследования методов анестезии и их влияния на ЦНС GAS (General Anesthesia vs. Spinal anesthesia), севофлуран не оказывал вредного воздействия на развивающийся мозг. Но также в нём отмечается, что длительная экспозиция, многократное применение и высокие концентрации севофлурана мо-

гут быть токсичными для незрелого головного мозга. В исследовании PANDA (Pediatric Anesthesia NeuroDevelopment Assessment) сравнивали IQ (intelligence quotient – коэффициент интеллекта), уровень умственного и речевого развития, а также тесты на память, внимание и языковые навыки у 105 пар сибсов [45]. Одному пациенту из пары однократно проводилась общая анестезия по поводу пахового грыжесечения в возрасте до 3-х лет, а другой не сталкивался с анестезией. В дальнейшем тестирование по указанным параметрам проводилось в возрасте 8-15 лет. Авторы не отметили значимого различия показателей когнитивных функций у исследуемых пациентов. Таким образом, можно сделать вывод о том, что однократная непродолжительная анестезия не влияет на развитие ЦНС. Однако многие пациенты вынуждены проходить частые повторные исследования уже в раннем возрасте, в том числе с целью оценки динамики состояния ЦНС. И в этом случае вопрос нейротоксичности анестетика и экссайтотоксичность его влияния на развивающийся мозг становится особенно важным, тем более когда речь идёт о пациентах с исходно повреждённой ЦНС.

При всех своих неоспоримых положительных качествах, позволяющих назвать севофлуран препаратом выбора в амбулаторных условиях, применение его ассоциируется с развитием синдрома посленаркозной ажитации. По данным разных авторов частота его возникновения составляет от 40 до 80% [19,46-50]. Механизм развития ажитации до сих пор до конца не изучен, на сегодняшний день существуют лишь теории его развития [49-52]. Одни авторы предполагают, что неравномерность в скорости восстановления нервной системы повышает чувствительность к стимуляции из окружающей среды [49-51]. Согласно другой теории, ажитация возникает вследствие изменения регуляции ГАМКергической системы в центральной нервной системе, снижением ингибирующих сигналов от внутреннего сегмента бледного шара и черной субстанции [50,52]. Однако отмечены факторы, наличие которых повышает риск развития посленаркозной ажитации - это возраст пациентов младше 6 лет, психоэмоциональная лабильность, ажитация во время индукции, спровоцированная страхом и ранним разлучением с родителями [49-51]. Психологическая подготовка пациентов и нахождение роди-

телей рядом с ним до момента засыпания позволяют снизить вероятность развития синдрома ажитации, кроме того выраженность эмоциональной реакции на индукцию в анестезию можно снизить с помощью премедикации [53,54]. Но остаются факторы, на которые невозможно повлиять – возраст ребёнка, исходное состояние его нервной системы и эмоциональная лабильность, которая, так или иначе, встречается у пациентов с неврологической патологией [48-51,53,54]. Кроме того у неврологически скомпрометированных пациентов риск развития ажитации на этапе пробуждения выше, чем у неврологически здоровых детей, в том числе по причине затруднённого вербального контакта и сложности в установке доверительных отношений между пациентом и персоналом анестезиологической бригады [55-57]. Часто эти дети с самого младшего возраста вынуждены многократно контактировать с медицинскими работниками, в том числе при проведении болезненных инвазивных процедур. И весь негативный скопившийся опыт приводит к тому, что любой контакт с человеком в медицинской форме вызывает у ребёнка страх и желание всячески избежать медицинских манипуляций, даже если они безболезненны.

Ажитация пациентов во время индукции расценивается как один из факторов риска в развитии посленаркозной ажитации [49,51,58-60]. Несмотря на то, ингаляционная анестезия безболезненна, пациента может испугать сам момент накладывания маски на лицо. Существует специальная шкала - Mask Acceptance Scale (MAS) (таблица 2), которая оценивает реакцию ребёнка на маску и описывает три степени возбуждения в момент масочной индукции. [58].

Таблица 2 - Mask Acceptance Scale

Клиническая картина	Баллы
Ребёнок спокоен, контактен, либо спит	1
Взволнован, отмечается умеренный страх, попытки успокоить успешны	2
Плачет, дерётся, требует фиксации, не реагирует на попытки успокоить	3

Ажитация во время начала анестезии может пролонгировать процесс индукции [58,59]. Доступная подготовка ребёнка и его родителей к процессу индукции в анестезию позволяет снизить риск развития второй и третьей степени ажитации по Mask acceptance scale [53,54,58,60,61]. Другим способом избежать негативной реакции на маску является применение премедикации перед началом анестезии. С этой целью чаще всего применяются препараты бензодиазепинового ряда [51,58,62].

Синдром посленаркозной ажитации доставляет выраженный дискомфорт пациенту и вызывает негативную реакцию со стороны родителей ребёнка [48,49,51,58,62,63]. По продолжительности он может быть от нескольких минут до часа. Ажитация может быть разной степени выраженности: от умеренной, при которой ребёнок беспокоен или плачет, но его можно успокоить, до более выраженных проявлений возбуждения, когда попытки успокоить ребёнка остаются безуспешными, либо когда он агрессивен, дерётся и может причинить себе этим вред. Существуют специальные шкалы для оценки степени выраженности ажитации, чаще всего применяются шкалы Watcha, Cravero и PAED (pediatric anesthesia emergence delirium scale) [64,65]. В таблице 3 приведена шкала ажитации Watcha.

Таблица 3 - Шкала ажитации Watcha

1 балл	Ребёнок спит
2 балла	Ребёнок в сознании, спокоен
3 балла	Ребёнок плачет, но его возможно успокоить
4 балла	Ребёнок плачет, не успокаивается
5 баллов	Ребёнок в ажитации, агрессивен, дерётся
Состояние, описываемое в пунктах ≥ 3 расценивается как посленаркозная ажитация	

На сегодняшний день нет способа, который позволил бы полностью обеспечить профилактику развития синдрома посленаркозной ажитации, но существуют данные о том, что инфузия пропофола за 3-10 минут до окончания анестезии поз-

воляет снизить риск развития севофлуран - ассоциированной посленаркозной агитации [66-68]. Также положительного эффекта в отношении посленаркозной агитации можно добиться путём подбора препаратов и способов их введения.

Абсолютным противопоказанием к применению севофлурана, как и других галоген-содержащих анестетиков, является наличие нейро-мышечной патологии с генетически-детерминированной каналопатией, так как в этом случае использование этих препаратов вызывает развитие злокачественной гипертермии [69-72]. Злокачественная гипертермия представляет собой грозное жизнеугрожающее состояние, которое заключается в медикаментозно спровоцированном нарушении кальциевого обмена в скелетных мышцах [69,70,72]. Проявляется этот синдром в виде ригидности мышц, тахикардии и аритмии, тахипноэ и повышении температуры тела до критических значений. К группе риска по развитию этого состояния относятся пациенты с такими заболеваниями, как болезнь центрального стержня, синдром Шварца-Джампеля, врождённая миотония Томсена-Беккера, синдром Вильямса, различными дефектами кальциевых каналов и прочие. В литературе описано множество заболеваний, которые следует рассматривать как потенциально опасные по риску развития злокачественной гипертермии [69-72]. Многие пациенты, которым проводится первичное обследование центральной нервной системы в отделении рентгенодиагностики, не имеют окончательно выставленного диагноза. Имеется лишь синдромокомплекс, который позволяет проводить дифференциальную диагностику. Наличие нейромышечного заболевания до получения данных инструментальных исследований (МРТ, ЭНМГ - электронейромиография) специалисты неврологического профиля могут заподозрить по присутствию у ребёнка мышечной гипотонии, снижению или отсутствию рефлексов, задержке моторного развития [70,71]. У многих пациентов младше 1 года отмечается синдром мышечной гипотонии, и на этапе постановки диагноза перед анестезиологом часто встаёт вопрос о безопасности применения у него ингаляционной анестезии севофлураном.

1.3. Неингаляционная анестезия. Выбор препарата.

Кроме ингаляционных анестетиков в амбулаторных условиях широко применяются препараты для внутривенной анестезии. Для проведения диагностических обследований одним из наиболее часто используемых препаратов является гипнотик короткого действия пропофол [73,74].

Пропофол - это производное алкилфенола, которое по своим физическим свойствам является гомогенной непрозрачной слегка вязкой эмульсией беломолочного цвета [75]. Пропофол обладает высокой липофильностью и способностью проходить через гематоэнцефалический барьер, поэтому утрата сознания происходит в течение 40-60 секунд, что составляет, по сути, время доставки препарата от места введения до мозга. Фармакокинетика пропофола характеризуется коротким периодом полувыведения в фазе быстрого распределения (4-6 минут), а также высоким метаболическим клиренсом. Эти свойства обуславливают быстрое пробуждение после однократного введения. Болюсного однократного введения достаточно для проведения непродолжительных исследований, таких как компьютерная томография [74]. При необходимости обеспечить более длительную седацию применяется микроструйное введение. Применение пропофола разрешено у пациентов всех возрастных групп, кроме детей младше одного месяца по причине отсутствия достаточного количества данных о его безопасном применении в данной возрастной категории больных [76].

Влияние на дыхательную систему. Пропофол оказывает депрессорное влияние на систему дыхания, которая заключается в кратковременном снижении дыхательного объёма вплоть до апноэ во время индукции и дозозависимое снижение показателей дыхания во время инфузионного продлённого введения во время поддержания анестезии. Восстановления исходного объёма дыхания происходит также быстро при снижении скорости введения. [74-76].

Влияние на сердечно-сосудистую систему. При применении пропофола отмечается снижение артериального давления и частоты сердечных сокращений. Гипотония происходит за счёт снижения сердечного выброса и системного сосудистого сопротивления [75-78]. По этой причине, если у пациента отмечается ги-

поволения, гипотония или снижение коронарного кровотока, следует снизить дозу и скорость введения пропофола [76]. Брадикардия, по мнению некоторых авторов, является результатом ваготонического действия анестетика, что следует учитывать при наличии у пациентов с исходно имеющейся синусовой брадикардией, слабостью синусового узла и нарушениями проводимости. Есть данные о том, что коррекция пропофол-индуцированной брадикардии атропином не всегда эффективна. Отмечается, что пропофол не удлиняет интервал QT, то есть не вызывает нарушение реполяризации желудочков, в отличие от севофлурана [75,79]. Применение севофлурана, по данным исследований, у детей в возрасте 1-16 лет в операционном периоде в бóльшей степени вызывало удлинение периода реполяризации миокарда [75,79].

Влияние пропофола на центральную нервную систему также носит дозозависимый характер. Отмечается снижение внутричерепного давления и мозгового кровотока, причём снижение последнего происходит независимо от уровня артериального давления [75,80,81]. Это следует учитывать при наличии у пациента внутричерепной гипертензии, так как имеется риск снижения церебрального перфузионного давления. Более того, есть данные, что снижение внутричерепного давления тем выраженнее, чем выше исходные его показатели. Влияние пропофола на электрическую активность мозга заключается в преходящей её активации при введении низких доз, и депрессией при более высоких [81]. Во время индукции пропофолом вначале на электроэнцефалограмме регистрируется увеличение числа и амплитуды колебаний в течение 30 секунд, затем отмечается снижение электрической активности мозга. Пропофол не вызывает развитие судорожной активности у пациентов, не имеющих эпилепсии [82,83]. При наличии у пациента эпилепсии при введении низких доз пропофола (0,7-1,0 мг/кг) может возникнуть судорожная активность, но при введении более высоких доз её не отмечалось [84].

Одним из нежелательных эффектов пропофола является возникновение спонтанной двигательной активности. Считается, что спонтанные движения связаны с исчезновением ингибирующего влияния коры на подкорковые структуры [85]. Отмечается прямая зависимость вероятности возникновения спонтанных

двигательных движений от дозы анестетика. При более высоких дозах (5 мг/кг) двигательная активность наблюдается у 12% детей, при более низких (2-3 мг/кг) – практически в 100% случаев.

Длительная инфузия пропофола может привести к такому осложнению, как «синдром инфузии пропофола» [75,86], который заключается в развитии метаболического ацидоза, гипертриглицеридемии, острого рабдомиолиза. Клинически этот синдром проявляется в виде остро возникшей рефрактерной к терапии брадикардии и асистолии. Риск развития этого грозного осложнения возникает при длительном (около 48 часов) введении препарата в высоких концентрациях (порядка 4 мг/кг и выше). Когда инфузия пропофола проводится с целью нейровизуализации, риск развития синдрома инфузии пропофола минимален. Однако, при наличии у пациента наследственной митохондриальной патологии, вероятность развития данного синдрома возрастает при введении даже небольших доз пропофола [75,86-88]. Косвенными признаками наличия митохондриальной патологии является увеличение печени, подтверждённое данными ультразвуковой диагностики, и соответствующие изменения в биохимическом анализе крови. При наличии у пациента митохондриальной патологии или подозрении на неё от применения пропофола следует отказаться [86-88].

При проведении анестезии у детей младшего возраста следует иметь в виду, что внутривенное введение пропофола требует венепункции у бодрствующего и часто неконтактного ребёнка, и такая болезненная процедура плохо переносится маленькими пациентами. Кроме того само введение препарата сопровождается болезненными ощущениями [89], поэтому реакция ребёнка на индукцию может быть крайне негативной. Более того, эти же болезненные ощущения могут сохраняться и при пробуждении, что также будет являться причиной волнения и плача в посленаркозном периоде. Согласно рекомендациям производителей [90], допустимо разведение пропофола 0,9% раствором хлорида натрия или 5% раствором глюкозы. Минимальная концентрация пропофола в растворе должна составлять 2 мг/мл, то есть максимально разрешённая пропорция для разведения составляет 1:5. При таком разведении введение препарата практически не сопровождается

болезненными ощущениями и воспринимается легче даже маленькими пациентами.

Ещё одним медикаментом, успешно применяемым в отделении рентгенодиагностики, является мидазолам - седативное средство из группы бензодиазепинов.

Мидазолам оказывает седативное, миорелаксирующее, анксиолитическое и противосудорожное действие [91]. Механизм действия заключается во взаимодействии с бензодиазепиновыми рецепторами, вследствие чего повышается чувствительность ГАМК-рецепторов к гамма-аминомасляной кислоте (ГАМК).

По сравнению с пропофолом отмечается более медленное наступление эффекта и более длительное восстановление сознания [92]. У детей период полувыведения мидазолама почти в два раза меньше, чем у взрослых (1-1,5 часа и 1,5-2,5 соответственно), что связано с более быстрым метаболизмом у пациентов младшего возраста [91,93].

Влияние на дыхательную систему. Мидазолам, подобно большинству анестетиков, оказывает депрессорное влияние на дыхательную систему. Развитие гипопноэ и апноэ в большей степени связано с внутривенным введением препарата и зависит от дозы вводимого препарата [91,94].

Влияние на сердечно-сосудистую систему препарат вызывает минимальное, оно выражается в незначительной артериальной гипотонии, вызванной снижением системного сосудистого сопротивления [91,93,94].

Влияние на центральную нервную систему. Применение мидазолама вызывает дозозависимое снижение мозгового кровотока и внутричерепного давления. Бензодиазепин вызывает ретроградную амнезию и оказывает центральное миорелаксирующее действие [91,94].

Мидазолам применяется в отделении рентгенодиагностики в качестве седативного средства при необходимости снизить тревожность пациента. В качестве единственного препарата он чаще используется для седации при проведении компьютерной томографии [92,95,96]. Это непродолжительное исследование, и в большинстве случаев требуется лишь снизить уровень волнения пациента, что позволит ему вылежать несколько минут в катушке томографа, пока идёт скани-

рование. Если единственной проблемой, не позволяющей провести магнитно-резонансную томографию у пациента в сознании, является умеренное волнение, связанное с процедурой, седативного эффекта мидазолама также может быть достаточно [95,96]. Но в большинстве случаев, особенно когда речь идёт и детях младшего возраста и особенно при наличии у них неврологической патологии, уровня седации, которую может обеспечить мидазолам, недостаточно для проведения всего обследования; но препарат успешно применяется для премедикации перед проведением ингаляционной или внутривенной анестезии [51,58,92,97].

В основном мидазолам применяется внутривенно и внутримышечно. Но не стоит забывать, что любая инъекция для маленького пациента болезненна, и может свести на нет попытку оградить ребёнка от стресса с помощью такой премедикации. Парентеральная форма мидазолама может применяться также интраназально, буккально и перорально. Буккальный и оральный способ введения препаратов для пациентов с неврологической патологией применим в меньшей степени, чем для пациентов без повреждения нервной системы. Это связано с тем, что часто у таких детей повышено слюноотделение [14], а реакция на попытку ввести препарат на слизистую ротовой полости может быть крайне негативной. К тому же он обладает горьким вкусом, что также вызывает крайнее неудовольствие у маленьких пациентов. Пероральный способ введения заключается в том, что ребёнку предлагается выпить небольшое количество воды или сока, куда добавлен препарат. Но ввиду повышенной эметореактивности пациентов с неврологическими заболеваниями, от такого пути введения лучше отказаться.

Интраназальное введение препаратов хорошо переносится детьми, а скорость наступления эффекта приближается к внутривенному [98-102]. При попадании на богато васкуляризированный участок слизистой оболочки носовой полости (зона Киссельбаха), препарат попадает в сосудистое русло и далее в центральную нервную систему, минуя печёночную циркуляцию [99].

В большинстве случаев интраназальный путь доставки препаратов хорошо воспринимается пациентами, даже если они встревожены или неохотно идут на контакт с медицинским персоналом. Но местное применение мидазолама вызыва-

ет негативную реакцию у пациентов, так как при попадании на слизистую он вызывает выраженное чувство жжения [102]. Это ощущение связано с раздражающим действием стабилизатора мидазолама – хлористоводородной кислоты. Негативная реакция в основном непродолжительна по времени и снижается по мере достижения желаемого седативного эффекта, но, тем не менее, доставляет пациенту дискомфорт. На сегодняшний день существует специальная назальная форма мидазолама [102], но, к сожалению, препарат зарегистрирован на территории лишь некоторых стран Евросоюза.

Препарат, получивший широкое распространение в детской амбулаторной практике за рубежом в последние годы – дексмедетомидин.

Дексмедетомидин является селективным агонистом центральных α_2 -адренорецепторов. При стимуляции α_2 -адренорецепторов, расположенных преимущественно в головном мозге в пресинаптических нервных окончаниях головного мозга, снижается активность аденилатциклазы, уменьшается поступление ионов кальция в нервное окончание и, как следствие, угнетается выделение норадреналина в синаптическую щель [103,104].

Основные эффекты дексмедетомидина связаны с его воздействием на α_2A -адренорецепторы, локализованные в области голубого пятна ствола мозга (ядро с преобладанием норадренергических нейронов, расположенное в верхней-боковой части ромбовидной ямки), – а именно седативный, анксиолитический, антиноцицептивный, симпатолитический. Голубое пятно является частью ретикулярной формации - структуры головного мозга, к числу функций которой относится регуляция цикла сна-бодрствования. То есть седация, вызванная дексмедетомидином, отличается отсутствием влияния на ГАМК-рецепторную систему. Воздействие на α_2B -рецепторы, расположенных в гладкой мускулатуре (в том числе гладкой мускулатуре сосудов), сглаживает гипотензивных эффект дексмедетомидина, опосредованный стимуляцией α_2A -рецепторов [103-106].

Влияние на дыхательную систему. В отличие от описанных выше препаратов для анестезии, дексмедетомидин не оказывает влияние на дыхательную систему. Hsu и соавторы проводили исследование, в котором препарат применялся в

виде плавной инфузии у добровольцев в дозировках, в 10 раз превышающих терапевтические, и даже в этом случае не отмечалось снижение дыхательного объёма и сатурации [106]. Кроме того авторы отмечали адекватный дыхательный ответ на гиперкапнию.

Влияние на сердечно-сосудистую систему. Гемодинамический эффект дексмететомидина, как и других α_2 -адреномиметиков, имеет двухфазный характер [105-109]. При использовании препарата в средних терапевтических дозах (при внутривенной инфузии) отмечается умеренное снижение артериального давления и частоты сердечных сокращений. Однако быстрое увеличение концентрации дексмететомидина (например, при болюсном введении) проявляется в повышении общего сосудистого сопротивления и артериального давления за счёт вазоконстрикции, возникающей за счёт стимуляции в этом случае периферических α_2 -адренорецепторов в большей степени, чем центральных [107-109]. Следует отметить, что брадикардия и гипотония, развивающаяся при применении дексмететомидина в терапевтических дозах, носит умеренный характер, снижение этих показателей не превышает 10-15% [104,108,109]. Клинически более значимые изменения могут наблюдаться лишь у пациентов с тяжёлой сопутствующей сердечно-сосудистой патологией. Однако при наличии у пациента атрио-вентрикулярной блокады II-III степени (при отсутствии водителя ритма) и неконтролируемой гипотензии от применения дексмететомидина следует отказаться [104,109].

Влияние на центральную нервную систему. Есть сведения о том, что дексмететомидин вызывает снижение внутричерепного давления, мозгового кровотока и потребление мозгом кислорода, а также повышение центрального перфузионного давления [104]. Исследователи отмечают, что при применении дексмететомидина на электроэнцефалограмме отмечается активность с долей медленных волн, то есть развивается картина, схожая с таковой при физиологическом сне. Препарат не подавляет фоновой спайковой активности у пациентов с эпилепсией [110].

Механизм медленного естественного сна при введении дексмететомидина реализуется за счёт стимуляции α_2 -адренорецепторов в области голубого пятна

[111]. При их стимуляции нарушается передача по восходящим нервным волокнам в вентролатеральном преоптическом ядре таламуса, что приводит к активизации ГАМК-ергического торможения туберомаммилярного ядра и снижается гистамин-опосредованная активизация коры [111,112]. Эта система реализует механизм развития медленного сна, то есть седативный эффект дексмететомидина максимально приближен к естественному механизму сна. При этом сохраняется возможность легко разбудить пациентов, сразу после пробуждения способны к взаимодействию с медицинским персоналом, а после прекращения контакта и внешней стимуляции также быстро засыпают [113,114].

Есть данные о том, что дексмететомидин обладает нейропротективными свойствами, так как он не взаимодействует с ГАМК- или NMDA-рецепторами и, соответственно, не провоцирует нейроапоптоз [41]. В модели *in vitro* исследователи отмечали нейропротективные свойства дексмететомидина при черепно-мозговой травме [115]. Недавние работы оценивали способность дексмететомидина защищать клетки гиппокампа от воздействия пропофола [116]. При применении пропофолом отмечалось снижение жизнеспособности клеток. По данным исследования, предварительная обработка дексмететомидином позволяла нивелировать эти эффекты. Есть данные о том, что введение дексмететомидина в дозе 1 мкг/кг позволяет значительно снизить выраженность апоптоза клеток в мозге новорождённых крыс, вызванного применением севофлурана [117]. Клинически положительный эффект дексмететомидина проявляется в снижении риска делирия у пациентов в послеоперационном периоде [118] и у реанимационных больных [119]. Нейропротективные свойства особенно важны для пациентов, у которых имеются исходные повреждения центральной нервной системы, тем более когда речь идёт о детях, чья ЦНС находится в периоде активного развития.

Дексмететомидин выпускается в парентеральной форме, но может также вводиться интраназально [101,120]. В отличие от мидазолама он не вызывает жжения и болезненных ощущений, не имеет ни вкуса, ни запаха, и поэтому введение его спокойно воспринимается даже самыми маленькими и агрессивно настроенными пациентами. Интраназальный путь доставки препарата предпочти-

телен в детской амбулаторной практике, так как не требует постановки внутривенного катетера [101].

В 2018 году анестезиологи из США опубликовали статью, в которой описывали интраназальное применение дексмететомидина в дозе 4 мкг/кг у детей от 1 до 12 месяцев для проведения магнитно-резонансной томографии. Методика позволила провести успешное обследование без дополнительных мероприятий в 96% случаев. Авторы охарактеризовали эту методику как соло-анестезия [121].

В ряде других работ, где оценивалось интраназальное применение дексмететомидина в дозе от 1 до 4 мкг/кг [122-124], отмечено дозозависимое развитие эффекта. При более высоких дозировках седация наступала быстрее и длилась более продолжительное время. Дальнейшее увеличение дозировки многие авторы считают нецелесообразным. Седативный эффект при интраназальном введении дексмететомидина развивается в течение 15-30 минут в зависимости от выбранной дозировки, продолжительность седации составляет 40-60 минут [121-123]. Этого времени обычно достаточно для того, чтобы провести даже продолжительные неинвазивные исследования. Кроме того за счёт гемодинамической стабильности и отсутствия влияния на дыхательную систему, нет необходимости в постановке внутривенного катетера. Мониторинг витальных функций следует проводить в том же объёме, что и при общей анестезии другими препаратами, а также важно обеспечить пациенту акустическую защиту и комфортные условия во время нахождения в кабинете сканнера (температурный режим, освещение, присутствие рядом одного из родителей или опекуна).

Особенностью седации дексмететомидином является относительно длительное пробуждение. Это объясняется тем, что период полувыведения препарата составляет около двух часов [121,125]. Однако такой длительный сон не вызывает беспокойства со стороны родителей, особенно учитывая тот факт, что дети ввиду особенности седации дексмететомидином легко пробуждаются в ответ на внешнюю стимуляцию [113,114,126].

Несмотря на свои положительные качества, применение дексмететомидина на территории Российской Федерации ограничено. Согласно инструкции, он раз-

решён у детей старше 12 лет [125]. Поэтому при наличии показаний у пациентов более младшего возраста использование дексмететомидина требует решения определённых административных вопросов, а именно определения целесообразности off label применения в каждом отдельном случае [127,128]. Такая схема применяется на территории стран Евросоюза и Соединённых Штатов, не является исключением и применение дексмететомидина у детей младшей возрастной группы на территории Российской Федерации. Использование препарата возможно при наличии соответствующего разрешения локального этического комитета медицинского учреждения, в дальнейшем каждый случай применения дексмететомидина рассматривается индивидуально врачебной комиссией в соответствии с Приказом Минздравсоцразвития России от 05.05.2012 №502н «Об утверждении порядка создания и деятельности врачебной комиссии медицинской организации» [129]. Кроме того применение препарата off –label требует соответствующего согласия со стороны официального представителя пациента.

1.4. Соматические особенности пациентов с неврологической патологией с позиций анестезиолога

Пациенты с неврологической патологией это особая группа больных, и их основное заболевание часто сопровождается сопутствующими соматическими расстройствами, что требует особой насторожённости со стороны анестезиолога [14].

Центральная нервная система. Повреждение центральной нервной системы могут возникать вследствие нейродеструктивных процессов, нейродегенеративных изменений, а также травматических или инфекционных повреждений, кроме того нарушения могут быть связаны с генетической или метаболической мальформацией ЦНС [130]. Тяжесть состояния пациентов оценивается степенью повреждения опорно-двигательного аппарата, которая носит спастический или паралитический характер. У таких пациентов имеется ограничение к передвижению той или иной степени, уровень нарушения моторных функций оценивается по си-

стеме классификаций больших моторных функций (GMFCS) [131]. Ограничение подвижности, которое сопровождает многие неврологические заболевания, часто приводят к развитию у них сопутствующей соматической патологии.

Дыхательная система. Особенностью у детей с неврологическими нарушениями является их склонность к респираторным вирусным инфекциям, угнетению дыхания центрального генеза при определённых патологиях, частое наличие у них сопутствующих заболеваний со стороны системы дыхания [14,130]. В купе с нарушенным актом глотания и гиперсаливацией эти особенности приводят к повышенному риску аспирации. Самым частым осложнением при проведении анестезии у таких пациентов является развитие ларинго- и бронхоспазма, обусловлены они в большей степени манипуляциями в области гортани, и риск развития этих состояний увеличивается при недостаточном уровне анестезии [14,130].

Сердечно-сосудистая система. Спазмированные мышцы требуют повышенной доставки кислорода, что приводит к тому, что у таких пациентов постоянно имеется увеличенная нагрузка на систему кровообращения [14,130-133]. Они более склонны к тахикардии, чем неврологически здоровые дети, и у них отмечается более высокий сердечный выброс, а изменения показателей гемодинамики в ответ на стресс или на введение анестетиков могут варьировать в бóльшей мере и зависят от уровня снижения способности пациента к передвижению [130-133].

Пищеварительная система. У пациентов неврологического профиля часто отмечается гастро-эзофагеальный рефлюкс, повышенная эметореактивность, склонность к запорам [14,130]. Данные проблемы возникают по причине нарушения моторики желудочно-кишечного тракта и замедленного пассажа пищи, нарушению акта глотания, желудочной секреции, снижения тонуса кардии [130,134-136]. Ввиду таких особенностей, особенно важно строгое соблюдение голодного периода перед планируемой анестезией. Рекомендовано воздержаться от кормления ребёнка в течение 6 часов [137]. При подготовке к проведению анестезии мы придерживаемся рекомендаций американского общества анестезиологов (ASA) (таблица 4).

Таблица 4 - Рекомендации по времени начала голодной паузы перед анестезией по данным американского общества анестезиологов

Возраст	Прозрачная жидкость	Грудное молоко	Твёрдая пища
<6 Месяцев	За 2 часа	За 4 часа	За 4 часов
6-36 месяцев	За 2 часа	За 6 часов	За 6 часов
>36 месяцев	За 2 часа		За 8 часов

Эту информацию крайне важно донести до родителей. Часто анестезиологи сталкиваются с тем, что родители могут нарушить этот режим, так как у их детей может быть нарушено пищевое поведение и режим. В случае обострения хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта следует вначале решить вопрос о соответствующей медикаментозной коррекции перед проведением плановой анестезии. Повышение саливации у пациентов с неврологическими нарушениями может стать причиной дыхательных осложнений, поэтому целесообразным является проведение атропинизации в дозе 0,01 мг/кг после установки внутривенного катетера и перед постановкой воздуховода [130,136]. Различные повреждения зубов, нарушения прикуса и строения ротовой полости следует учитывать при выборе оборудования для обеспечения ингаляционной анестезии [138].

Так как часто с анестезией сталкиваются именно дети младшего возраста, для них задача выдержать голодный период может оказаться трудной. Можно решить проблему с помощью специально разработанных питательных смесей, приём которых разрешён за 2 часа до начала анестезии [137]. Эти смеси обладают приятными вкусами, которые нравятся детям, а ввиду своих особенностей они быстро элиминируются из желудка, не повышая риск развития рвоты во время проведения анестезиологического пособия. Для обеспечения безопасности в случае приёма смеси следует точно рассчитать разрешённый объём и обеспечить своевременный её приём. Отсутствие выраженного голода перед началом анесте-

зии также способствует снижению уровня стресса для ребёнка во время проведения обследования.

Эпилепсия. У пациентов с неврологической патологией частым сопутствующим заболеванием является эпилепсия, но она может выступать и в роли основного диагноза [14, 139,140]. Большинство больных в этом случае получают противосудорожную терапию на постоянно основе. Эти препараты имеют накопительный эффект, но при проведении анестезии часто приходится пропускать утренний приём препарата, однако более поздний приём утренней дозы не приводит к негативным последствиям.

Особенности когнитивного статуса. Часто у пациентов с неврологической патологией имеется когнитивный дефицит той или иной степени выраженности [14,15,130]. Когнитивные нарушения могут возникать вследствие пери- и постнатального повреждения центральной нервной системы по причине ишемических или травматических повреждений, при раннем развитии эпилепсии или различных дегенеративных заболеваний. При эпилепсии у 60% пациентов отмечаются расстройства интеллектуально-мнестических процессов [141,142], причём у пациентов с генерализованными судорожными приступами эти расстройства отмечаются в бóльшей степени, чем у больных, у которых отмечаются лишь парциальные приступы. При ремиссии, по данным авторов, происходит улучшение когнитивных функций, но, по мнению большинства исследователей, без полного их восстановления [141,142]. По статистическим данным, у детей с церебральным параличом в 80% отмечается нарушение психического развития той или иной степени выраженности, а у пациентов с рассеянным склерозом когнитивные нарушения отмечаются в 50% случаев [143]. При наличии когнитивной дисфункции основная сложность заключается в трудности в коммуникации с пациентом. Дети не понимают, что за процедура им предстоит, пугаются громоздкого оборудования, незнакомой обстановки и персонала. Невозможность успокоить ребёнка приводит к повышению его тревожности [5]. Пациенты стараются всячески избежать любых манипуляций и при этом могут даже проявлять агрессию. Кроме того пациенты с неврологическими заболеваниями часто сталкиваются с необходимостью

стью проведения различных медицинских процедур, и часто этот опыт негативный - ввиду болезненности или дискомфорта при их проведении. Важно, чтобы во время осмотра и анестезии рядом с пациентом всегда находился родитель или опекун, с которым у ребёнка хороший доверительный контакт [16,53,54,61]. Это успокаивает их и может помочь в установлении контакта с медицинским персоналом. Спокойствие пациента во время осмотра и на всех этапах анестезии позволяет обеспечить ему наиболее комфортное состояние во время нейровизуализации.

Резюме.

Проведение нейро-визуализации является обязательным компонентом диагностики у пациентов с неврологической патологией. В большинстве случаев необходимость в проведении рентгенологической оценки состояния центральной нервной системы появляется уже в младшем возрасте. Пациентам младше 5 месяцев часто возможно проведение исследований в условиях физиологического сна. Детям старше 5-ти лет иногда удаётся провести нейро-визуализацию в сознании, и для этого на сегодняшний день существует множество немедикаментозных методов.

Однако большую группу пациентов, нуждающихся в проведении компьютерной или магнитно-резонансной томографии, составляют дети в возрасте от 5 месяцев до 5 лет, а также дети более старшего возраста при наличии у них когнитивного дефицита. Именно в этих случаях чаще всего для обследования в отделении рентгенодиагностики требуется анестезиологическая помощь, так как сохранять неподвижность в течение длительного времени в стрессовых условиях (коими для них являются сам сканер и обстановка в кабинете томографа) для этих пациентов является практически невыполнимой задачей.

Пациенты неврологического профиля имеют ряд особенностей как соматических, так и психо-эмоциональных, что влияет на выбор методики анестезии и может потребовать внесения определённых корректив. Кроме того, данная категория больных в большей степени подвержена развитию различных осложнений, связанных с проведением анестезии, в частности развития синдрома посленаркозной ажитации. Ажитация доставляет крайний дискомфорт ребёнку и вызывает

негативную реакцию у родителей. В основном это осложнение ассоциируется с применением севофлурана. Этот ингаляционный анестетик по сей день является препаратом выбора в амбулаторных условиях ввиду своих неоспоримых положительных качеств. Он обеспечивает быструю индукцию и пробуждение, стабильную гемодинамику, возможность проведения индукции без предварительной венопункции и без премедикации. Однако частота возникновения посленаркозной ажитации после моноанестезии севофлураном у детей с неврологической патологией достигает 80%, а степень ажитации чаще носит выраженный характер, и это негативно сказывается на пациентах.

Существуют методы, позволяющие снизить частоту возникновения или степень выраженности ажитации. В частности при комбинации ингаляционной анестезии с внутривенным введением пропофола. Также пропофол может применяться в качестве единственного компонента анестезии при наличии функционирующего катетера или возможности его установки в сознании без причинения волнения пациенту.

Другими препаратами для анестезии, применяемыми в условиях отделения рентгенодиагностики, являются бензодиазепин мидазолам и селективный $\alpha 2$ -адреномиметик центрального действия дексмететомидин. Мидазолам ввиду короткого периода действия в большей степени рассматривается для седации при непродолжительных КТ-исследованиях, либо в качестве премедикации перед индукцией в анестезию. Дексмететомидин же может применяться в качестве единственного компонента анестезиологического обеспечения даже при проведении длительных МР сканирований. Кроме того особо привлекательными для нашей категории пациентов являются такие свойства дексмететомидина, как отсутствие влияния на систему дыхания, способность обеспечивать стабильный гемодинамический профиль, а также его нейропротективные качества и отсутствие развития синдрома ажитации при его применении.

В качестве пути доставки препаратов, в том числе их парентеральных форм, всё чаще применяется интраназальный. Он, в отличие от парентерального, не тре-

бует инъекции и значительно более позитивно воспринимается маленькими пациентами.

Дети с неврологической патологией чаще других сталкиваются с различными медицинскими манипуляциями, в том числе в условиях анестезии. У данной категории больных часто имеется сопутствующий когнитивный дефицит, что затрудняет вербальный контакт с ними и не позволяет снизить уровень тревожности пациентов перед обследованием и индукцией в анестезию немедекаментозными способами. Для неврологически скомпрометированных пациентов процесс индукции ассоциируется со значительным стрессом, их реакция часто носит выраженный негативный характер, что не позволяет назвать анестезию комфортной для ребёнка. Кроме того у пациентов с неврологической патологией чаще, чем у неврологически здоровых детей, развивается синдром посленаркозной ажитации, а сопровождающая его стрессовая реакция в виде крика и плача может стать причиной повышения внутричерепного давления и стать фактором, провоцирующим эпилептическую активность. Важной задачей со стороны анестезиологической службы является подбор той методики анестезии, которая бы обеспечивала безопасность пациента, и вместе с тем в меньшей степени оказывала бы отрицательное влияние на исходно повреждённую нервную систему, в связи с чем было выполнено данное исследование.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Данная работа основана на анализе 206 историй болезни и такого же количества протоколов анестезиологического обеспечения плановых неинвазивных исследований в отделении рентгенодиагностики на базе ГБУЗ Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения города Москвы в период с 2018 по 2019 год.

2.1 Общеклиническая характеристика собственных наблюдений

Исследование является ретроспективным, рандомизированным, описательным. Оценивались применяемые в отделении рентгенодиагностики методики анестезии на предмет их безопасности и эффективности, а также комфортности для пациента с точки зрения возникновения синдрома посленаркозной ажитации и степени его выраженности.

Критериями включения являлись:

1. Возраст пациентов от 5 месяцев до 5 лет
2. Наличие у пациента неврологической патологии
3. Статус пациента по шкале анестезиологического риска American Society of Anesthesiologists (ASA) I, II, III.
4. Плановое проведение у пациентов компьютерной и магнитно-резонансной томографии без контрастного усиления.

У исследуемых пациентов к моменту исследования были выставлены следующие окончательные или предварительные неврологические диагнозы: детский церебральный паралич (ДЦП), следствие перинатального поражения центральной нервной системы, нейромышечная патология, задержка психомоторного развития, задержка психоречевого развития, органическое поражение центральной нервной системы, эпилепсия.

Критериями исключения являлись:

1. Оценка физического статуса IV и выше по шкале анестезиологического риска ASA.
2. Наличие острого инфекционного заболевания.
3. Аллергические реакции в стадии обострения.
4. Наличие сопутствующих хронических заболеваний в стадии обострения.
5. Отсутствие у пациента неврологической патологии.
6. Планируемое контрастное усиление рентгенологического исследования

По виду проводимой анестезии пациенты были разделены на 4 группы:

- 1 группа – ингаляционная анестезия севофлураном
- 2 группа – комбинация ингаляционной анестезии севофлураном с внутривенным введением пропофола.
- 3 группа – ингаляционная анестезия севофлураном с интраназальной премедикацией мидазоламом.
- 4 группа – интраназальная седация дексмететомидином.

В качестве группы сравнения выбрана группа пациентов, где проводилась ингаляционная анестезия севофлураном. Сравнивалась эффективность и безопасность анестезии на этапах индукции и поддержания, а также посленаркозный период на предмет развития синдрома посленаркозной ажитации и степени его выраженности. Другие побочные явления и осложнения - как то тошнота, рвота, ларингоспазм, бронхоспазм - у исследуемых пациентов не отмечались, поэтому в своей работе мы их не учитывали.

По возрасту пациенты, которым проводилась ингаляционная анестезия, были разделены на две подгруппы:

- 1 подгруппа – от 1 года до 2х лет
- 2 подгруппа – от 2 до 5 лет.

При проведении интраназальной седации дексмететомидином выделяли три возрастные подгруппы:

- 1 подгруппа – от 5 месяцев до 1 года

2 подгруппа – от 1 года до 2х лет

3 подгруппа – от 2 до 5 лет.

В таблице 5 представлено распределение пациентов по возрасту и виду проводимой анестезии.

Таблица 5 - Распределение больных по возрасту и виду проводимой анестезии

Анестезия	Возраст							
	5 мес. - 1 год		1 - 2 года		2 - 5 лет		Всего	
	Кол-во больных	% от общего числа						
Ингаляционная анестезия севофлураном	-	-	22	10,7	34	16,5	56	27,2
Ингаляционная анестезия севофлураном с инфузией пропофола	-	-	19	9,2	45	21,9	64	31
Ингаляционная анестезия севофлураном с интраназальной премедикацией мидазоламом	-	-	10	4,9	25	12,1	35	17
Интраназальная седация дексмететомидином	32	15,6	13	6,3	6	2,8	51	24,8
Итого	32	15,6	64	31,1	110	53,3	206	100

Как видно из представленной таблицы, у пациентов в возрасте старше 1 лет в большинстве случаев применялась методика ингаляционной анестезии в чистом виде, либо в комбинации с внутривенным введением пропофола или премедикацией мидазоламом. Интраназальная седация дексмететомидином в основном проводилась у детей в возрасте от 5 месяцев до 1 года. У данных пациентов либо уже был диагностирован диагноз из группы нейромышечных заболеваний, угрожающий по развитию злокачественной гипертермии, либо невровизуализация прово-

дилась с целью верификации заболевания и проведения дифференциальной диагностики.

В таблице 6 представлены данные о длительности протоколов сканирования и анестезии, а также средние показатели возраста и веса пациентов в выделенных возрастных подгруппах.

Таблица 6 - Характеристика больных в исследуемых подгруппах по возрасту, весу, длительности обследования и анестезии/седации ($M \pm m$)

Вид анестезии	5 мес. – 1 год				1-2 года				2-5 лет			
	Возраст, мес.	Вес, кг	Длительность сканирования, мин	Длительность анестезии, мин	Возраст, года	Вес, кг	Длительность сканирования, мин	Длительность анестезии, мин	Возраст, лет	Вес, кг	Длительность сканирования, мин	Длительность анестезии, мин
Севофлуран	-	-	-	-	1,5± 0,3	10,6± 1,2	33± 9,5	39,7± 10,1	3,6± 0,9	16,2± 4,2	33,1± 11	40,3± 11,6
Севофлуран + Пропофол	-	-	-	-	1,7± 0,2	12,1± 1,6	31,7± 11,6	39,1± 10,3	3,7± 0,8	16,3± 3,7	31,7± 15	39,5± 14
Мидазолам интраназально	-	-	-	-	1,4± 0,3	10,2± 2,5	36,5± 7,8	41,1± 9,3	3,9± 0,9	15,6± 3,3	35,3± 9	41,2± 9,4
Дексмететомидин интраназально	8,4 ±2,5	8,0 ±1,4	33,1 ±15	33,1±1 5,2	1,2± 0,2	10,7± 2,1	30,5± 11,6	30,5±1 1,6	3±1	15,9 ±5,2	40,2 ±15,3	40,2±1 5,2

Различия по длительности исследования были несущественны, согласно критерию Манна-Уитни ($p > 0,05$). По длительности анестезии среди методик на основе севофлурана также не было значимой разницы ($p > 0,05$, критерий Манна-Уитни). В группе дексмететомидина длительность седации нами приравнивалась к длительности исследования, так как при переключении пациентов после окончания сканирования в ответ на тактильную стимуляцию дети просыпались, открывали глаза, фиксировали взгляд на матери. Однако после переключении пациенты вновь засыпали, и длительный период до полного пробуждения нами расценивался как остаточная седация.

Обследование пациентов проводилось по единой методике и разделялось на 5 этапов при проведении ингаляционной анестезии:

1 этап – исходные показатели за 5 минут до начала анестезии или премедикации;

2 этап – на 1ой минуте после индукции в анестезию

3 этап – поддержание анестезии с 5-ой минуты до окончания анестезии-

4 этап – по окончании исследования на 1-ой минуте пробуждения

5 этап – на 10-ой минуте пробуждения.

При проведении интраназальной седации дексмететомидином оценки безопасности, эффективности и комфортности для пациента оценивалась на 6 этапах:

1 этап – исходные показатели за 5 минут до начала интраназального введения дексмететомидина

2 этап – по достижении 2 баллов по шкале Wisconsin Sedation Scale (WSS) и укладки в катушку томографа.

3 этап – с 5-ой минуты исследования до его окончания.

4 этап – на 1-ой минуте после окончания обследования

5 этап – на 10-ой минуте после окончания обследования

6 этап – через 3 часа после окончания обследования.

В данной группе был добавлен 6-ой временной этап для оценки состояния пациентов, так как период пробуждения после седации дексмететомидином может достигать 3-х часов, в течение которых пациенты находились под контролем медицинского персонала до полного пробуждения.

На этапах анестезии севофлураном оценивались показатели артериального давления ($АД_c$ – артериальное давление систолическое, $АД_d$ – артериальное давление диастолическое, $АД_{cp}$ - артериальное давление среднее), частоты сердечных сокращений (ЧСС), частоты дыхательных движений (ЧДД), оксигенации крови (SpO_2), дыхательный объём (ДО). На этапах седации дексмететомидином оценивались показатели артериального давления ($АД_c$, $АД_d$, $АД_{cp}$), частоты сердечных сокращений (ЧСС), частоты дыхательных движений (ЧДД), оксигенации крови (SpO_2).

В группах, где применялась методика ингаляционной анестезии, оценивалась реакция пациентов на индукцию по шкале Mask Acceptance Scale [58].

У пациентов, которым проводилась интраназальная седация дексмететомидином, оценивалось время достижения необходимого для проведения исследования уровня угнетения сознания по шкале Wisconsin Sedation Scale [144], представленной в таблице 7.

Таблица 7- Шкала уровня угнетения сознания Wisconsin Sedation Scale

Уровень сознания	Стимуляция	Баллы
Взволнован, возбуждён, беспокоеен при боли	Спонтанно, без стимуляции	6
Не спит, спокоен	Спонтанно, без стимуляции	5
Дремлет с открытыми или закрытыми глазами, легко пробуждается	С мягкой или умеренной голосовой стимуляцией	4
Дремлет, возможно разбудить	Умеренная тактильная стимуляция или громкий голос	3
Может быть разбужен до сознания, но медленно	Требуется длительная болевая стимуляция	2
Может быть разбужен, но не до ясного сознания	Требуется длительная болезненная стимуляция	1
Без ответа	Не отвечает на болезненные манипуляции	0
Интерпретация: 6 баллов – неадекватная седация; 5 баллов – минимальная седация; 4 балла – умеренная седация; 3 балла – седация от умеренной до глубокой; 2 балла – глубокая седация; 1 балл – от глубокой седации к анестезии – чрезмерная седация; 0 баллов - анестезия		

Послеанаркозный период во всех группах оценивался с точки зрения скорости пробуждения и возникновения синдрома послеанаркозной ажитации. Отмечалось наличие или отсутствие послеанаркозного возбуждения и степень его выраженности по шкале Watcha [65] на первой и десятой минуте. Данная шкала имеет 5 пунктов, из которых первые два описывают спокойное состояние ребёнка, а с третьего по пятый пункт – ажитацию разной степени выраженности. В том случае, когда состояние пациента соответствовало описанию 3, 4 или 5 пункта шкалы, мы фиксировали наличие синдрома послеанаркозной ажитации. Скорость про-

буждения оценивалась по времени, за которое пациент достигал 8-9 баллов по модифицированной шкале Aldrete [145], представленной в таблице 8.

Таблица 8 - Модифицированная шкала восстановления уровня сознания Aldrete.

Критерии	Параметры	Баллы
Активность	Движение всеми конечностями по команде	2
	Движение двумя конечностями по команде	1
	Движение конечностями по команде отсутствуют	0
Дыхание	Глубокое дыхание и интенсивный кашель	2
	Одышка	1
	Апноэ	0
Артериальное давление	В пределах 20% до уровня перед анестезией	2
	В пределах 20 – 49%	1
	В пределах 50% и более	0
Сознание	Ясное	2
	Пробуждение в ответ на стимул	1
	Сознание угнетено	0
SpO ₂	Более 92%	2
	Более 90% на фоне инсуффляции кислорода	1
	Менее 90% на фоне инсуффляции кислорода	0

Проведение ингаляционной анестезии в кабинете магнитно-резонансной томографии обеспечивалось наркозно-дыхательным аппаратом GE Aestiva/5 MRI (Соединённые Штаты Америки), контроль за состоянием витальных функций осуществлялся с помощью монитора Ohmeda Cardioscap 5 MRI (Соединённые Штаты Америки). В кабинете компьютерной томографии использовался наркозно-дыхательный аппарат Dräger Fabius SE (Германия) и монитор Nikon Kohden Lifescope (Япония).

2.2 Методики анестезиологического пособия

Все манипуляции, связанные с проведением анестезии или седации, производились в присутствии официальных представителей ребёнка. Эта общемировая практика по снижению уровня тревожности пациентов во время индукции в анестезию применялась и нами, благодаря чему дети не испытывали стресса от разлучения с родителями и транспортировка в кабинет томографа происходила спокойно. Родитель или опекун находился рядом с пациентом до момента его полного засыпания и с первых минут пробуждения при применении ингаляционной анестезии во всех представленных вариантах. При применении седации дексмедетомидином официальный представитель находился с ребёнком на протяжении всего исследования. Таким образом мы ликвидировали один из стрессовых для пациента факторов, который может привести к развитию негативной реакции на маску во время индукции и синдрому посленаркозной ажитации, - разлучение с родителями (рисунок 1).



Рисунок 1. Ингаляционная анестезия в присутствии родителей ребёнка

2.2.1 Методика ингаляционной анестезии севофлураном.

При проведении данной методики для индукции и поддержания анестезии использовался севофлуран (Севоран, Abbvie). Перед индукцией производилось измерение артериального давления, частоты сердечных сокращений, частоты дыхания и уровня сатурации. В это время контур наркозно-дыхательного аппарата заполняли смесью севофлурана и кислорода. Для этого закрывали дыхательный контур, на испарителе устанавливали концентрацию севофлурана 8% об, на ротаметре - поток кислорода 6 л/мин. По достижении концентрации севофлурана в контуре 6-7 об%, на лицо пациента накладывалась маска и проводилась индукция в анестезию. Поток газовой смеси составлял 6 л/мин, индукция проходила при обычном дыхании пациента, без использования положительного давления в конце выдоха (ПДКВ). На этом этапе оценивалась реакция пациента на лицевую маску по шкале MAS.

После прекращения двигательного возбуждения, концентрацию анестетика снижали до достижения целевого значения – 2,8 об% севофлурана в выдыхаемой смеси у детей до 3 лет и 2,5 об% у пациентов старше 3 лет (1,0 МАК). Уровень анестезии оценивали, как достаточный, если отмечалось снижение мышечного тонуса, центральное расположение глазных яблок, узкие зрачки, отсутствие глотательного, роговичного и ресничного рефлекса. После наступления целевого уровня анестезии производилась постановка периферического венозного катетера в область запястья или локтевого сгиба правой или левой руки. С целью снижения саливации сразу после установки и фиксации периферического венозного катетера вводился атропин в дозе 0,01 мг/кг. Атропинизация проводилась в группах, где применялась анестезия на основе севофлурана. После этого с целью поддержания проходимости дыхательных путей устанавливался воздуховод Гведела. Для обеспечения плотного прилегания лицевой маски её закрепляли с помощью эластичного фиксатора (рисунок 2). Оценка герметичности контура и проходимости дыхательных путей производилась по графическим и числовым данным спирограммы - конфигурации кривой спирограммы, дыхательного объема (ДО), EtCO₂ (кон-

центрация углекислого газа в конце выдоха). При получении данных ДО, соответствующих анатомо-физиологическим особенностям пациентов, EtCO_2 в пределах 35-45 мм.рт.ст., поток свежего газа снижался до 2 л/мин. В аппаратном зале МРТ отсутствует подводка воздуха, поэтому анестезия проводилась при концентрации кислорода 100%.



Рисунок 2. Обеспечение герметичности дыхательного контура – наркозно-дыхательный аппарат-пациент

На протяжении всей анестезии проводился стандартный мониторинг – измерение АД, ЧСС, ЧДД, SpO_2 , ДО. Также с целью удержания на целевых значениях мониторировалась концентрация кислорода и анестетика на вдохе и выдохе (FiO_2 100% - фракция кислорода на вдохе, EtO_2 – концентрация кислорода в конце выдоха 92-95%), капнография (EtCO_2 35-45 мм.рт.ст.), спирометрия, что удавалось на всех этапах анестезии.

По окончании исследования производилось удаление воздуховода Гведела, прекращали подачу анестетика в дыхательную смесь, проводилась оксигенация через лицевую маску до момента пробуждения пациента. Ингаляция 100% проводилась до снижения концентрации анестетика в газовой смеси до 0%. В это время родителей вновь приглашали в кабинет томографа, и при пробуждении пациенты могли их сразу увидеть и не испытывали страха от сепарации. После пробуждения на 1-ой минуте оценивалась ажитация по шкале Watcha. После этого пациента транспортировали в посленаркозную палату, где он находился в присутствии ро-

дителя и медицинской сестры до полного восстановления сознания, то есть достижения 8-9 баллов по шкале Aldrete. В посленаркозной палате имелась система бесперебойной подачи кислорода, оборудования для непрерывного мониторинга состояния пациента, необходимые расходные материалы и медикаменты для оказания экстренной помощи. Степень пробуждения по шкале Aldrete оценивалась каждые 2 минуты. При полном пробуждении (достижение 8-9 баллов по Aldrete) и отсутствии осложнений пациент переводился в отделение в сопровождении медицинского персонала.

2.2.2 Методика ингаляционной анестезии севофлураном в комбинации с внутривенным введением пропофола.

Индукция в анестезию также осуществлялась по «болюсной» методике, как при применении однокомпонентной анестезии севофлураном. После установки периферического венозного катетера и введения атропина подключалась линия инфузии, заполненная пропофолом. При данной методике использовался пропофол в разведении с физиологическим раствором в пропорции 1:5 с целью снижения болезненности при введении препарата, концентрация вещества в растворе составляла 2 мг/мл. Шприц объёмом 50 мл с удлинённой линией инфузии заранее устанавливался в перфузор, расположенный в зоне III, безопасной для использования ферромагнитного оборудования. В этой зоне перфузор находится в доступе анестезиолога во время всего рентгенологического исследования, нет необходимости прерывать обследование для подключения и изменения параметров инфузии.

Инфузия пропофола начиналась за $12 \pm 2,3$ минуты до окончания обследования, доза составляла 3 мг/кг/час. По окончании рентгенологического исследования прекращалось введение пропофола и подача севофлурана в дыхательный контур. До момента пробуждения пациента проводилась ингаляция 100% кислородом через лицевую маску. Наблюдение в палате пробуждения осуществлялось до восстановления ясного сознания, то есть достижения 8-9 баллов по шкале модифици-

рованной Aldrete. Оценивалась скорость достижения указанной оценки по шкале Aldrete, и в случае возникновения синдрома посленаркозной ажитации оценивалась степень её выраженности по шкале Watcha на первой и десятой минуте пробуждения.

2.2.3 Методика ингаляционной анестезии севофлураном в комбинации с интраназальной премедикацией мидазоламом.

При данной методике премедикация осуществлялась за $12 \pm 2,5$ минуты до начала ингаляционной анестезии. Доза мидазолама составляла 0,3 мг/кг, путь введения – интраназальный. Пациент с одним из родителей находился в процедурном кабинете, оснащённым бесперебойной подачей кислорода, оборудованием для мониторингования состояния пациента, системой аспирации, необходимым оборудованием и медикаментами для оказания экстренной медицинской помощи. После оценки исходных параметров – ЧСС, артериального давления ($АД_{с}$, $АД_{д}$, $АД_{ср}$), ЧДД, SpO_2 – в шприц набирали препарат из расчёта 0,3 мг/кг, на шприц устанавливали атомайзер. Во время введения препарата ребёнок находился на руках у родителей. Интраназальное введение препарата осуществлялось двумя равными порциями в носовые ходы. До момента развития седации пациент находился в процедурном кабинете с одним из родителей, осуществлялся непрерывный мониторинг ЧСС и SpO_2 , наблюдение медицинским персоналом. По достижении достаточного уровня седации начинали индукцию в севофлураном по описанной выше методике.

Для интраназального введения мы применяли атомайзер MAD nasal intranasal mucosal atomization device specifications LMA (Соединённые Штаты Америки). Это устройство представляет собой универсальную насадку на шприц любой конфигурации и объёма, которая обеспечивает распыление препарата на частицы размером 30-100 микрон, направляет дисперсию на область носовой перегородки, где наиболее быстро происходит всасывание препарата – зону Киссельбаха [99,100]. Размер частиц в 30-100 микрон считается оптимальным, при котором

препарат захватывается ресничками той части слизистой носовой полости, куда направлено введение. Частицы меньшего или большего диаметра могут попасть на слизистую задней стенки глотки, снижая скорость всасывания и, соответственно, эффективность вводимого лекарственного средства [100], кроме того это затрудняет дозирование вводимого препарата.

По достижении седации, которая оценивалась в 4 балла по шкале Wisconsin Sedation Scale – то есть когда пациент дремлет, но его можно легко разбудить с помощью умеренной тактильной или голосовой стимуляции – ребёнок на руках родителей транспортировался в кабинет томографа, где проводилась индукция в анестезию аналогично ранее описанной методике с применением севофлурана. На этом этапе оценивалась реакция пациента на лицевую маску по шкале MAS. Этапы индукции, поддержания анестезии и пробуждения осуществлялись по той же технологии, что и при моноанестезии севофлураном.

2.2.4 Методика интраназальной седации дексмететомидином.

Дексмететомидин (центральный α_2 -адреномиметик) применялся преимущественно у пациентов 5-12 месяцев. Пациенты данной возрастной категории составили 62,3% всех больных в группе дексмететомидина. Однако в более старшем возрасте мы также применяли методику интраназальной седации дексмететомидином при наличии соответствующих показаний. Преимущественное применение данной методики в группе пациентов до 1 года объяснялось наличием у них противопоказаний к применению ингаляционной анестезии на момент проведения нейро-визуализации, а также техническими особенностями проведения интраназальной седации дексмететомидином у пациентов разных возрастов.

Интраназальное введение дексмететомидина осуществлялось за 15-20 минут до предполагаемого начала обследования. Введение препарата осуществлялось в процедурном кабинете в присутствии родителей и после измерения исходных показателей ЧСС, АД_с, АД_д, АД_{ср}, ЧДД, SpO₂. Доза препарата составляла 4 мкг/кг. Препарат вводился в оба носовых хода равными частями с помощью ато-

майзера MAD nasal intranasal mucosal atomization device specifications LMA (Соединённые Штаты Америки). Дексмететомидин не обладает запахом и вкусом, в его составе нет раздражающих слизистую оболочку веществ, поэтому введение его безболезненно и спокойно воспринимается детьми. На рисунках 3 и 4 представлено интраназальное введение препарата с помощью атомайзера.



Рисунок 3



Рисунок 4

Рисунок 3. Интраназальное введение дексмететомидина с помощью атомайзера MAD nasal.

Рисунок 4. Введение дексмететомидина интраназально безболезненно и ребёнок не раздражён и спокоен

После засыпания ребёнка его укладывали в катушку томографа, подключалась следящая аппаратура – пульсоксиметр, манжетка для измерения артериального давления, а также датчик дыхания с передней брюшной стенки, так как проводить спирометрию при данной методике невозможно. После этого устанавливали катушку и начинали исследование. На рисунках 5 и 6 представлен пациент в среднем через 15 минут введения дексмететомидина в дозе 4 мкг/кг и после переукладывания его в катушку томографа перед началом исследования.



Рисунок 5



Рисунок 6

Рисунок 5. Пациент через 15 минут после интраназальной седации дексметомидином

Рисунок 6. Пациент в катушке томографа перед началом обследования.

Данная методика имеет определённые особенности. Для того, чтобы повысить эффективность седации, рекомендуется скоординировать время введения препарата со временем, в которое ребёнок обычно засыпает по своему привычному режиму. Если ребёнок недавно проснулся, либо у него сбит режим сна и бодрствования, то возникает вероятность того, что он может проснуться при тактильной стимуляции, а именно в момент переключивания, накладывания датчиков или надевания наушников. В этом случае могут потребоваться дополнительные мероприятия для достижения нужного уровня седации, а именно дополнительное интраназальное введение дексметомидина в дозе 2 мкг/кг. Повторное введение препарата проводилось в процедурном кабинете, если пациент просыпался, открывал глаза или плакал, и чтобы успокоиться ему нужно было находиться на руках у родителей. Если же пробуждение носило не столько выраженный характер и проявлялось лишь в двигательной активности в ответ на

присоединение следящей аппаратуры, повторное введение дексметомидина осуществлялось непосредственно в кабинете томографа. Предполагаемое время развития седативного эффекта после повторного введения препарата – 10-12 минут. После достижения необходимого уровня седации налаживали мониторинг и начинали сканирование.

После окончания обследования пациенты реагировали на прикосновение родителей, транспортировку из кабинета томографа в палату пробуждения, после чего снова засыпали. По прошествии в среднем 75 ± 16 минут пациенты просыпались, но после кормления чаще всего засыпали снова. Полное пробуждение наступало в среднем через 172 ± 24 минуты.

2.3 Методы статистического анализа

Статистическую обработку цифрового материала проводили с использованием пакета анализа данных Excel 2015. Применялись непараметрические критерии: в оценке достоверности различий применяли критерии Манна-Уитни (U-критерий); критерий Вилкоксона (W). Мерой центральной тенденции служило среднее арифметическое (M), мерой колеблемости ряда стандартная ошибка средней величины (m).

Различия считали статистически достоверными при $p < 0,05$.

Для сравнения качественных характеристик применялся критерий Хи-квадрат. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АНЕСТЕЗИИ И СЕДАЦИИ В УСЛОВИЯХ ОТДЕЛЕНИЯ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКИ.

Организация рабочего места анестезиолога и мониторинг состояния пациента подчиняется стандартам оказания анестезиологической помощи вне зависимости от того, проводится ли анестезия в условиях операционной или вне её [17]. Однако проведения анестезии в условиях отделения рентгенодиагностики сопряжено с бóльшими рисками по причине в удалённости анестезиолога от пациента во время проведения исследования, согласно требованиям радиационной безопасности для персонала. Также к особенностям кабинета рентгенодиагностики, где проводится анестезия, относится ограниченное рабочее пространство, неадекватное освещение, ограниченный доступ к пациенту, удалённость места хранения медикаментов и расходных материалов, а также удалённость от отделения анестезиологии и реанимации увеличивает время, которое потребуется для прихода на помощь коллег-анестезиологов в случае возникновения такой необходимости.

Кабинет, где нами проводилась анестезия, укомплектован согласно требованиям стандартов проведения анестезии, и включал наличие следующего оборудования:

- Наркозно-дыхательного аппарата с возможностью резервного питания
- Системы бесперебойной подачи кислорода
- Оборудования для непрерывного мониторинга состояния пациента
- Оборудования для поддержания проходимости дыхательных путей (лицевых анестезиологических масок, назальных канюль, кислородных масок, воздуховодов Гведела, надгортанных воздуховодов, ларингоскопа с набором клинков, эндотрахеальных трубок, мешка Амбу)
- Системы для аспирации
- Набора для обеспечения венозного доступа
- Дефибриллятора с резервным источником питания

- Лекарственные препараты, необходимых для проведения анестезии и при возникновении экстренных случаев.

В соответствии со стандартами базового анестезиологического мониторинга контроль за состоянием пациента был непрерывен и включал регистрацию показателей сердечно-сосудистой системы (измерение артериального давления - АД_с, АД_д, АД_{ср} - с интервалом 5 минут), пульсоксиметрия - SpO₂, вентиляции (по данным спирометрии, определение ДО, концентрации углекислого газа на выдохе EtCO₂, концентрации кислорода во вдыхаемой газовой смеси FiO₂).

При проведении анестезии в условиях кабинета магнитно-резонансной или компьютерной томографии одной из особенностей является удалённость анестезиолога от пациента на протяжении всего исследования. Кроме того конфигурация сканеров мешает прямой визуализации из пультовой комнаты без дополнительного технического оснащения. По этой причине для получения визуальной информации используются камеры, которые направлены на пациента. Изображения с камер выводятся на отдельный экран, который устанавливается в пультовой в том месте, где данные с него удобно считывать и анестезиологу, и рентгенлаборанту. Возможность одновременной оценки данных мониторинга витальных функций и изображения с камер наблюдения за пациентом позволяет быстро реагировать в случае возникновения осложнений и предпринимать необходимые действия для их устранения.

Для проведения анестезии в кабинете компьютерной томографии может использоваться то же анестезиологическое оборудование, что и в операционной. Помещение же магнитного томографа имеет свои особенности и «выдвигает» особые требования к аппаратуре, поэтому проведение ингаляционной анестезии и мониторинг параметров сердечно-сосудистой и дыхательной системы пациента в кабинете магнитно-резонансной томографии обеспечивалось наркозно-дыхательным аппаратом и монитором, приспособленными к работе в условиях магнитного поля.

Та часть рентгенологического отделения, где располагается кабинет магнитно-резонансной томографии, разделяется на 4 зоны в зависимости от силы

магнитного поля [146]. Максимальное его значение отмечается внутри томографа, по мере отдаления от этой точки снижается и величина индукции. Помещение, где располагается сканер, обозначается как зона IV, то есть область с самым высоким значением напряжённости магнитного поля. Вход в этот кабинет обозначается соответствующими предупреждающими знаками. В этой зоне запрещено нахождение пациентов с кардиостимулятором, а также протезами, скобками и клипсами из ферромагнитного материала. В помещении магнитного томографа разрешено использование только специального неферромагнитного оборудования, в том числе наркозно-дыхательного аппарата и монитора [147]. Данная конфигурация оборудования обозначается специальной пометкой «MRI».

На рисунке 7 и 8 представлено рабочее место анестезиолога в условиях кабинета магнитно-резонансной томографии и компьютерной томографии.



Рисунок 7. Оснащение кабинета КТ



Рисунок 8. Оснащение кабинета МРТ

В случае проведения продлённой инфузии анестетика с заданной скоростью необходимо использовать перфузоры, которые также приспособлены к работе в условиях магнитного поля, либо специальные защитные боксы. Однако и перфузор для кабинета МРТ, и неферромагнитный бокс относятся к дорогостоящему оборудованию, но не входят в стандарт оснащения рабочего места анестезиолога в условиях кабинета рентгенодиагностики, поэтому не каждая клиника им располагает.

Мы устанавливали перфузор в зоне III, где разрешено использование любого оборудования, и данный манёвр требовал использования удлинённой линии инфузии, но в данном случае возникает проблема нерационального расходования препаратов на заполнение удлинённой линии доставки. В данной зоне располагается пультовая, где присутствует только медицинский персонал. К медицинскому персоналу, допущенному в кабинет томографа и пультовую, относится персонал рентген-отделения – врач-рентгенолог, рентген-лаборант – и анестезиологическая бригада - врач-анестезиолог, медицинская сестра-анестезист. Зона I и II являются безопасными с точки зрения воздействия магнитного поля. В I зоне располагается место ожидания пациентов и палата пробуждения, где осуществляется наблюдение за пациентом до полного восстановления сознания, а также процедурный кабинет, где проводится премедикация или седация перед началом обследования. В процедурном кабинете также хранятся дополнительные лекарственные средства и расходные материалы. Доступ в него имеется только у медицинского персонала, допущенного к работе в отделении рентгенодиагностики в день проведения исследования.

Скоординированность работы анестезиологической и рентгенологической бригады является важным аспектом при проведении анестезии в условиях отделения рентгенодиагностики. Рекомендуется заранее распланировать функции каждого участника бригад на случай возникновения критической ситуации и периодически в спокойной обстановке повторять алгоритм действий. Специалисты рентгенологического отделения имеют доступ в процедурный кабинет и должны быть информированы о том, где располагается анестезиологическое оборудование, медикаменты и расходные материалы, чтобы иметь возможность предоставить адекватную помощь анестезиологической бригаде, так как в момент осложнений она находится в кабинете сканера с пациентом. Кроме того рентгенолог или рентген-лаборант, в случае возникновения осложнений, вызывает помощь из отделения анестезиологии и реанимации, если об этом попросит анестезиолог. Соответственно в непосредственной близости к телефону в пультовой комнате должна располагаться вся необходимая для этого информация.

При проведении исследований пациентам с неврологической патологией важно создать максимально комфортные условия. Такие больные отличаются эмоциональной лабильностью, пугливостью, с ними часто затруднён вербальный контакт, и поэтому успокоить ребёнка таким образом сложно. С ребёнком обязательно должен находиться один из родителей или другой официальный представитель, которому пациент доверяет и рядом с которым чувствует себя спокойно. Осмотр пациента перед началом анестезии, измерение необходимых показателей и премедикация при её проведении должны осуществляться только в присутствии родителя или другого законного представителя. Это помогает ребёнку чувствовать себя в безопасности в незнакомой обстановке, и тогда на все необходимые манипуляции пациенты также реагируют более спокойно.

Родители пациента сопровождают его в кабинет томографа и присутствуют до этапа индукции включительно. Также желательно, чтобы при необходимости фиксации ребёнка это делали сами родители, а не медицинский персонал, так как им ребёнок доверяет, и на их попытки успокоить пациент реагирует с большей вероятностью. Для того чтобы процесс индукции прошёл максимально комфортно для больного, необходимо заранее в доступной форме донести до родителей планируемую тактику анестезии, ответить на все интересующие их вопросы и обозначить их роль в процессе индукции и пробуждения. Существуют данные о том, что информированность родителей снижает уровень их тревожности, способствует скоординированности их действий с действиями анестезиологической бригадой, и всё это благоприятно отражается и на спокойствии пациентов. По окончании анестезии следует также приглашать родителей до того, как ребёнок открыл глаз, в этом случае он не «теряет» их и не испытывает переживаний от разлучения с ними.

При проведении седации дексмететомидином также необходимо доступно объяснить родителям важность их присутствия и участия на всех этапах. Осмотр, оценка состояния пациента перед началом седации и введение препарата происходит также исключительно в их присутствии. Маленькие дети (до 1 года) чаще засыпают на руках у родителей. Более старших детей родителям тяжелее держать

на руках, поэтому на время засыпания после введения дексмететомидина они могут находиться в коляске. Перекладывали пациента в катушку томографа сами родители, анестезиолог помогал им уложить ребёнка правильно и без резких движений. На подсоединение пульсоксиметра, манжеты для измерения АД и датчика дыхания по движению передней брюшной стенки пациенты реагировали спокойно при достаточном уровне седации. С целью акустической защиты использовались наушники или фиксирующие подушки для головы с функцией акустической защиты. Важно также обеспечить пациентам комфортную температуру при проведении исследований. С этой целью используются одеяла или простыни, в зависимости от температуры внутри кабинета томографа.

При проведении седации дексмететомидином родители находятся рядом с ребёнком на протяжении всего исследования. Исходя из индивидуальных особенностей ребёнка, родителям рекомендуется либо не трогать пациента во время исследования даже при возникновении вздрагиваний и единичных движений, либо, наоборот, положить руку, чтобы ребёнок успокоился, почувствовав присутствие родителя. Эти особенности мы обсуждали с родителями накануне во время осмотра и принимали совместное решение о тактике в подобной ситуации. Если у официального представителя ребёнка имеются противопоказания к нахождению в кабинете компьютерной или магнитно-резонансной томографии, рядом с пациентом присутствует кто-то из медицинского персонала отделения, где он проходит лечение.

Резюме.

Проведение анестезии и седации вне операционной сопряжено с большими рисками ввиду ряда особенностей рентгенологического отделения, а именно: удалённости от пациента во время обследования, ограниченного рабочего пространства и доступа к пациенту, удалённости места хранения медикаментов и расходных материалов. Для обеспечения безопасности пациента требуется соблюдение тех же стандартов, что регламентируют работу в условиях операционной, а именно проведение базового анестезиологического мониторинга и оснащение отделения рентгенодиагностики необходимым оборудованием, расходными материала-

ми и медикаментами для проведения анестезии и оказания экстренной помощи на случай возникновения осложнений. При проведении анестезии в условиях кабинета магнитно-резонансной томографии требуется наличие специального оборудования, приспособленного к работе в условиях магнитного поля.

В случае, если тактика анестезии предполагала использование оборудования, не предназначенного к применению вблизи магнитного томографа (перфузор), мы устанавливали его в безопасной зоне III, что, однако, требовало удлинения линии доставки препарата и создавало проблему нерационального использования медикаментов. Тем не менее, это позволяет обеспечить инфузию препарата с заданной скоростью, если в арсенале отделения нет такого дорогостоящего оборудования, как неферромагнитный бокс или перфузор, специализированный для работы в условиях магнитного поля.

Работа в условиях отделения рентгенодиагностики требует четкой скоординированности действий с персоналом рентген-отделения как в спокойной обстановке, так и в критической ситуации. Рекомендуется заранее распланировать функции каждого участника анестезиологической и рентгенологической бригады на случай возникновения критического инцидента.

Пациенты неврологического профиля эмоционально лабильны, часто имеют опыт предшествующих медицинских манипуляций, в том числе болезненных, поэтому даже на безболезненные медицинские вмешательства могут реагировать крайне негативно. Поэтому для таких пациентов особенно важно создание комфортных условий для проведения индукции в анестезию и пробуждения. Все манипуляции следует проводить только в присутствии родителей ребёнка или других его официальных представителей, так как разлучение с ними является для маленьких пациентов сильнейшим стрессом. Рекомендуется предварительно в доступной форме донести до родителей или официальных представителей пациента необходимую информацию о планируемой тактике анестезии и их роли в этом процессе. В этом случае родители с большей вероятностью будут спокойны на указанных этапах анестезии, что позволит им более эффективно успокоить ребён-

ка при необходимости, а также скоординировать свои действия с действиями анестезиологической бригады.

Обеспечение акустической защиты, температурного комфорта и, при возможности, мягкого освещения (при проведении седации) способствуют созданию комфортных условий для пациента во время проведения анестезиологического пособия на протяжении обследования.

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИКИ ИНГАЛЯЦИОННОЙ АНЕСТЕЗИИ НА ОСНОВЕ СЕВОФЛУРАНА.

Методики анестезии на основе севофлурана оценивались нами на предмет безопасности и комфортности для пациентов с неврологической патологией. С этой целью проводились измерения параметров сердечно-сосудистой и дыхательной системы на всех этапах анестезии, а также фиксировалась и оценивалась реакция пациента на маску по Mask Acceptance Scale на этапе индукции в анестезию. В посленаркозном периоде оценивалась скорость пробуждения, которую мы определяли по модифицированной шкале восстановления уровня сознания Aldrete, а наличие и степень выраженности синдрома посленаркозной ажитации по шкале Watcha. Кроме того нами были изучены особенности проведения анестезии в условиях отделения рентгенодиагностики, которые влияли на организационные моменты проведения анестезии.

4.1. Сравнительная оценка этапа индукции в анестезию согласно шкале MAS.

Реакция пациента на ингаляцию анестетика через лицевую маску нами производилась по шкале Mask Acceptance Scale. Мы исследовали на этот предмет все три группы, где применялась ингаляционная анестезия:

- 1 группа – ингаляционная анестезия севофлураном (группа сравнения).
- 2 группа – комбинация ингаляционной анестезии севофлураном с внутривенным введением пропофола
- 3 группа – ингаляционная анестезия севофлураном с интраназальной премедикацией мидазоламом

Индукция в первой и второй группе проводилась по одной схеме, поэтому реакция на маску в обеих возрастных группах была сопоставима. В таблице 9

представлены данные о реакции на маску в двух исследуемых возрастных группах..

Таблица 9 - Оценка реакции пациентов на индукцию по шкале

Mask Acceptance Scale ($M \pm m$)

Вид анестезии	1-2 года		2-5 лет	
	Кол-во пациентов	Оценка по MAS	Кол-во пациентов	Оценка по MAS
1 группа – Севофлуран	17	2,5±0,6	23	2,4±0,7
2 группа - Севофлуран+Пропофол	19	2,6±0,5	45	2,3±0,7
3 группа - Мидазолам+Севофлуран	10	1,5±0,7	25	1,4±0,6

В обеих возрастных подгруппах не отмечалось достоверной разницы по частоте достижения 2 и 3 баллов по MAS в группах, где во время индукции применялся севофлуран без премедикации (группа севофлурана и группа севофлурана с внутривенным введением пропофола в конце анестезии) ($p > 0,05$, критерий Вилкоксона $p = 0,08$).

В группе, где проводилась интраназальная премедикация мидазоламом, отмечалось достоверное более низкий уровень ажитации во время индукции ($p < 0,01$, критерий Манна-Уитни) в обеих возрастных группах – на 50,9-64% по сравнению с двумя другими группами, где индукция проводилась без премедикации. Состояние пациентов оценивалось в 1 балл по шкале MAS (то есть они либо спали, либо спокойно реагировали на процесс индукции) у 60% у пациентов 1-2 лет и 64% больных в возрасте 2-5 лет. Умеренное беспокойство отмечалось в 40% в группе 1-2 года и 32% в группе 2-5 лет, но дети быстро успокаивались и были контакты. В каждой возрастной группе лишь у одного пациента возникла выраженная негативная реакция на индукцию, которая по шкале MAS оценивается в 3 балла. Сразу после введения мидазолама (первые 1-2 минуты) у пациентов отмечается негативная реакция разной степени выраженности – гримаса, плач или крик. Это объясняется тем, что в составе мидазолама в качестве стабилизатора используется соляная кислота, которые вызывает ощущение жжения. Однако по

мере развития седативного эффекта (через $4,5 \pm 1,4$ минуты) дети успокаивались, и первичная негативная реакция не влияла на их состояние к моменту индукции в анестезию.

При индукции севофлураном без премедикации 1 балл по шкале MAS отмечался у значительно меньшего количества пациентов. В первой группе этот показатель составил 5,8% у пациентов 1-2 лет и 13,1% у пациентов 2-5 лет, во второй группе – 0% и 11,1% соответственно. Около трети пациентов испытывало умеренное возбуждение, и положительно реагировали на попытки родителей успокоить их. Большая же часть пациентов указанных двух групп испытывала выраженное возбуждение в момент наложения лицевой маски (3 балла по MAS). В первой группе такая реакция возникла у 58,8% пациентов 1-2 лет и 56,5% 2-5 лет, во второй группе – в 63,2% и 40% соответственно. На рисунке 9 представлены полученные нами данные о реакции пациентов на индукцию по MAS в возрастной группе 1-2 года, на рисунке 10 – в группе пациентов 2-5 лет.

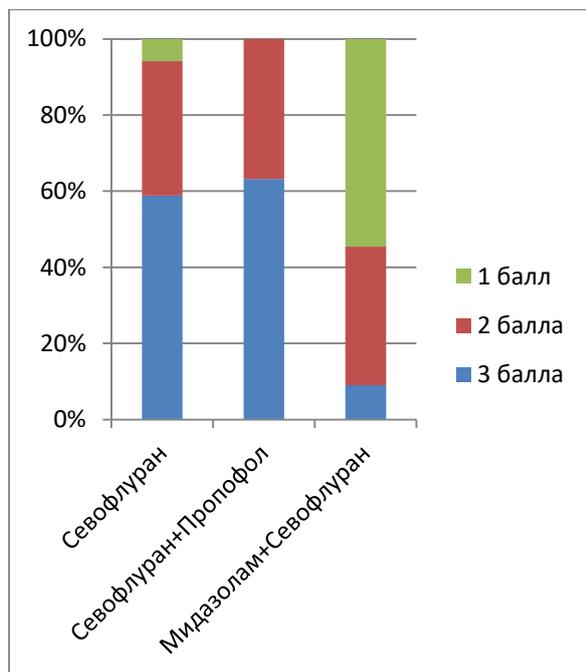


Рисунок 9

Рисунок 9 - Оценка реакции пациентов на индукцию по MAS в возрастной группе 1-2 года.

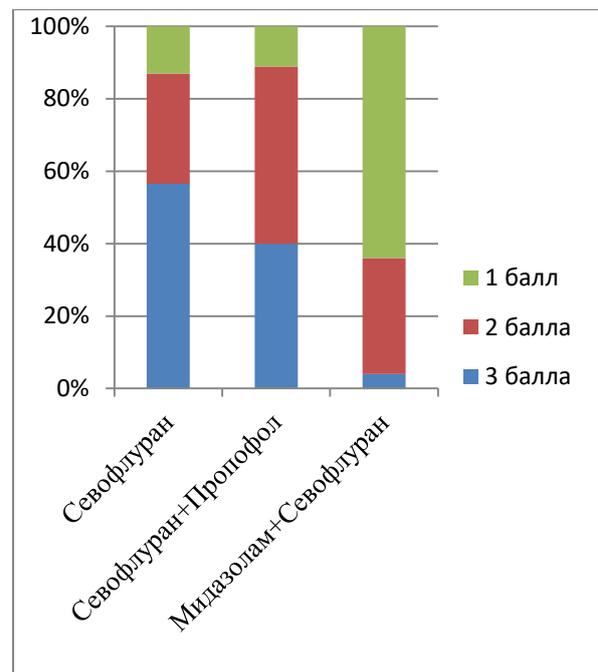


Рисунок 10

Рисунок 10. Оценка реакции пациентов на индукцию по MAS в возрастной группе 2-5 лет.

По критерию Хи-квадрат уровень значимости $p < 0,001$, то есть применение мидазолама перед проведением индукции ингаляционным анестетиком достоверно снижает негативную реакцию пациентов на маску во время индукции в анестезию.

4.2 Оценка параметров сердечно-сосудистой и дыхательной системы

Измерение параметров гемодинамики (ЧСС, АДс, АДс, АДср) и состояния системы дыхания (ЧДД, ДО, SpO₂) измерялось в группах на всех этапах анестезии (таблица 10).

Таблица 10 - Оценка параметров сердечнососудистой и дыхательной системы в группе анестезии севофлураном (M±m).

Показатели	Значение показателей на этапах исследования									
	Исходные данные		Индукция		Поддержание		1-ая мин пробуждения		10-ая мину пробуждения	
	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет
ЧСС, уд/мин	109,6±14,9	96,8±11,7	121,8±12,4 *	116,3 ±14,5 *	128,9±12,9	122,1±14,8	125,6±11,4	116,1±15,0	113,5 ±14,1 *	104,7 ±14,1 *
АДс, мм.рт.ст.	100,5±12,1	108,5±12,6	91,1±11,4	101,8 ±13,5**	87,1±9,9	92,1±10,7	92,8±9,6	100,3±9,3	95,7±9,1	105,6±11,7
АДд, мм.рт.ст	51,7±9,9	58,8±8,8	44,2±10,4	54,2±10,6	41,9±9,9	44,3±5,8	46,1±6,7	52,4±9,8	48,6±8,8	53,4±6,9
АДср, мм.рт.ст.	69,5±7,9	75,5±9,2	61,2±9,1	70,2 ±10,5**	59,8±8,3	60,7±6,1	62,1±5,4	69,4±8,2	64,7±6,9	71,2±7,9
ЧДД в мин	25,9±2,2	22,9±2,3	33,5±6,2 *	32,1±6,5 *	28,7±6,6	28,1±3,9	30,1±2,9	27,9±4,1	27,6±2,3 *	23,5±3,9 *
ДО в мл	-	-	107,3±11,9	161,5±38,3	105,6±8,1	155,8±41,6	104,1±9,4	151,6±41,2	-	-
SpO ₂ в %	99,3±0,7	99,1±0,8	99,4±0,8	98,9±0,9	98,9±1,0	98,9±0,9	99,4±0,5	99,2±0,7	99,4±0,6	98,9±0,8

* - достоверность различий по сравнению с предыдущим этапом при $p < 0,01$

** - достоверность различий по сравнению с предыдущим этапом при $p < 0,05$

Статистическая обработка представленных параметров проводилась по критерию Вилкоксона. Согласно данному критерию во всех возрастных группах отмечалось статистически значимое увеличение частоты сердечных сокращений на

этапе индукции по сравнению с исходными значениями ($p=0,006$.) На протяжении анестезии существенных изменений данного параметра не наблюдалось. К десятой минуте пробуждения частота сердечных сокращений снижалась до исходных данных, эти изменения статистически оценивались как значимые ($p=0,007$). Отмечалось достоверное снижение систолического и среднего артериального давления в группе пациентов 2-5 лет ($p<0,05$, критерий Вилкоксона $p=0,02$), в более младшей возрастной категории изменения артериального давления были не существенны. Остальные параметры гемодинамики на протяжении анестезии оставались стабильными, разница в их значениях оценивалась как статистически несущественная ($p>0,05$).

В обеих возрастных группах после индукции отмечалось развитие тахипноэ, которое сохранялось вплоть до этапа пробуждения. Изменения частоты дыхательных движений было статистически значимым на этапе индукции и пробуждения ($p<0,01$, критерий Вилкоксона $p=0,02$). Параметры SpO_2 находились в пределах нормальных значений на всех этапах анестезии, мы не отмечали эпизодов десатурации. Оцениваемые на этапе индукции, поддержания и 1ой минуты пробуждения показатели дыхательного объёма также находились в рамках нормальных значений и не претерпевали статистически значимых изменений ($p>0,05$). Полученные нами данные об изменениях параметров дыхательной и сердечно-сосудистой системы во время анестезии объясняются влиянием на них севофлурана. Схожие показатели отмечались во второй группе пациентов, где в конце анестезии проводилась инфузия пропофола (таблица 11).

Таблица 11 - Оценка параметров сердечно-сосудистой и дыхательной системы в группе анестезии севофлураном с внутривенным введением пропофола ($M \pm m$).

Показатели	Значение показателей на этапах исследования									
	Исходные данные		Индукция		Поддержание		1ая мин пробуждения		10ая мин пробуждения	
	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет
ЧСС, уд/мин	119,6±10,1	110,1±13,5	131,2±16,7*	117,1±19,2*	125,5±14,9	116,3±19,4	122,5±13,4	110,8±18,1	120,1±9,9	111,9±11,3
АДс, мм.рт.ст.	101,4±9	103,6±10,5	93,6±8,8	96,2±11,5**	88,8±8,6	91,3±8,7	87,9±18,6	95,1±10,1	97,2±7	97,9±16,3
АДд, мм.рт.ст	57,2±12,7	56,5±14,1	51,1±9,6	49,1±11,5	44,2±5,6	44,4±6,1	48,2±8,3	49,1±9,8	50,9±7,6	54,1±10,4
АДср, мм.рт.ст.	71,1±11,5	76,9±10,1	69,9±7,9	70,1±8,9**	64,6±5,8	65,1±6,1	68,1±8,4	69,1±8,9	71,1±7,5	72,9±11,1
ЧДД в мин	25,2±1,8	23,2±2,7	29,3±5,0*	28,7±5,0*	27,2±3,8	26,9±5,6	27,5±2,7	24,9±3,9	25,6±2,3	24,3±4,1
ДО в мл	-	-	128,6±20,9	147,9±26,9	112,7±8,9	140,3±29,1	107,5±11,6	135,8±27,4	-	-
SpO ₂ в %	99,2±0,8	99,2±0,8	98,8±0,7	98,8±0,8	99,1±0,9	98,8±0,9	99,2±0,9	98,9±0,7	99,3±0,6	99±0,7

* - достоверность различий по сравнению с предыдущим этапом при $p < 0,01$

** - достоверность различий по сравнению с предыдущим этапом при $p < 0,05$

На этапе индукции отмечались те же изменения гемодинамики, что и в группе севофлурана. Внутривенное введение пропофола в конце анестезии оказывало умеренное депрессорное влияние на сердечно-сосудистую и дыхательную систему, однако статистически достоверного снижения этих параметров на этапах поддержания анестезии, 1-ой и 10-ой минуте пробуждения не отмечалось ($p > 0,05$). По сравнению с первой группой, частота дыхательных движений достоверно увеличивалась у пациентов обеих возрастных групп только на этапе индукции ($p < 0,01$, критерий Вилкоксона $p = 0,005$). В процессе поддержания анестезии после начала инфузии пропофола отмечалось постепенное снижение этого показателя, и к этапу пробуждения частота дыхательных движений возвращалась к исходным значениям. За счёт того, что тахипноэ снижалось постепенно, не отме-

чалось статистически существенного изменения ЧДД на этапе пробуждения ($p > 0,05$).

В группе, где перед индукцией проводилась интраназальная премедикация мидазоламом, изменения параметров дыхательной и сердечнососудистой системы (таблица 12) были схожими с полученными данными в группе сравнения.

Таблица 12 - Оценка параметров сердечно-сосудистой и дыхательной системы в группе анестезии севофлураном с интраназальной премедикацией мидазоламом ($M \pm m$).

Показатели	Значение показателей на этапах исследования									
	Исходные данные		Индукция		Поддержание		1ая мин пробуждения		10ая мин пробуждения	
	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет	1-2 года	2-5 лет
ЧСС, уд/мин	117,1±16,2	102,3±14,6	126,5±16,5*	110,1±26,6*	141,6±15,6	124,8±13,7	140,9±18,3	123,9±16,6	122±15,8*	105,9±14,1*
АДс, мм.рт.ст.	100,3±7,4	105,6±10,4	95,5±5,9	97,4±9,7**	87,6±7,6	90,5±7,6	94,2±7,5	94,4±7,9	99,8±2,4	101,1±7,6
АДд, мм.рт.ст	52,3±4,3	57,9±7,4	51,1±5,5	51±7,7	44,3±5,1	43,7±5,5	48±10,3	47,5±5,5	52,9±7,5	53,9±4,8
АДср, мм.рт.ст.	71,9±6,5	74,4±7,5	68,3±7,3	67,2±6,1**	60,7±7,5	60,9±5,5	64,9±10,1	64,2±5,1	71,3±9,2	70,1±4,7
ЧДД в мин	25±8,3	23,9±3,6	36,5±8,4*	36,3±9,4*	32,3±4,9	30,7±6,7	32,8±5,1	30,1±7,5	28,1±1,8*	25,1±3,9*
ДО в мл	-	-	110,8±16,3	152,6±25,7	111,5±19,7	143,4±23,7	101,5±23,3	143,3±26,9	-	-
SpO ₂ в %	99,3±0,7	99,6±0,8	99,4±0,8	99,2±0,6	99,2±0,9	98,9±0,9	99,3±0,8	99,2±0,9	99,5±0,5	99,1±0,8

* - достоверность различий по сравнению с предыдущим этапом при $p < 0,01$

** - достоверность различий по сравнению с предыдущим этапом при $p < 0,05$

Мы не отметили клинического и статистически значимого влияния премедикации на гемодинамику и частоту дыхательных движений, как на этапе индукции, так и на остальном протяжении анестезии и периода пробуждения. Все статистически значимые изменения на этапе индукции (учащение ЧСС, снижение АДс и АДср, развитие тахипноэ) и на этапе пробуждения (возвращение указанных

параметров к исходным значениям) были аналогичны таковым в группе севофлурана.

Таким образом можно сделать вывод, что изменения параметров гемодинамики и дыхательной системы обусловлены в основном влиянием на них ингаляционного анестетика севофлурана. Использование атропина, безусловно, также имело влияние на показатели гемодинамики, но лишь на этапе поддержания анестезии. А, как видно из предоставленных данных, статистически значимых изменений показатели гемодинамики и дыхания на данном этапе не претерпевали. Значимые изменения отмечались на этапе индукции, то есть до постановки внутривенного катетера и введения атропина, что также говорит в пользу влияния севофлурана на параметры сердечно-сосудистой и дыхательной системы. Комбинация севофлурана с пропофолом и мидазоламом не оказывает клинически и статистически значимых изменений гемодинамики и профиля дыхания на протяжении всей анестезии и периода пробуждения, что позволяет говорить о стабильности течения анестезии.

4.3 Оценка частоты развития синдрома посленаркозной ажитации и степени его выраженности.

В таблице 13 представлены средние показатели оценки по шкале Watcha.

Таблица 13 - Оценка периода пробуждения по шкале ажитации Watch(M±m)

Вид анестезии	Средний балл по шкале Watcha			
	1-2 года		2-5 лет	
	на 1 мин	на 10 мин	на 1 мин	на 10 мин
1 группа - Севофлуран	2,8±0,9	2,9±0,9	2,9±0,9	2,6±0,8
2 группа - Севофлуран+Пропофол	2,5±0,7	2,5±0,9	2,5±0,8	2,7±0,8
3 группа - Мидазолам+Севофлуран	2,3±0,7	2,6±0,8	2,3±0,7	2,7±0,9

Статистически значимое меньшее число развития синдрома посленаркозной ажитации зафиксировано у пациентов 1-2 лет и 2-5 лет, которым проводилась премедикация мидазоламом, по сравнению с пациентами из группы севофлурана

(критерий Хи-квадрат уровень значимости $p < 0,05$) на первой минуте пробуждения, а также в группе пропофола по сравнению с группой севофлурана на десятой минуте у детей 1-2 лет и на первой минуте у пациентов 2-5 лет. Других существенных различий между группами по частоте возникновения синдрома ажитации мы не выявили.

Чаще всего синдром посленаркозной ажитации возникал в группе, где проводилась однокомпонентная анестезия севофлураном. У пациентов 1-2 лет ажитация отмечалась в 47% на первой минуте и в 54,5% на десятой минуте пробуждения, у более старших детей в возрасте 2-5 лет в 56% и 47,1% соответственно.

В группе пациентов, при проводилась премедикация мидазоламом, в обеих возрастных категориях пациентов отмечалось снижение риска развития синдрома посленаркозной ажитации на первой минуте пробуждения (20% у пациентов 1-2 лет и 16% у детей 2-5 лет). К десятой минуте вероятность его развития приближалась к показателям двух других исследуемых групп (40% и 44% соответственно).

При применении инфузии пропофола отмечается схожая картина по возникновению возбуждения в посленаркозном периоде среди всех исследуемых пациентов как на первой минуте пробуждения (36,8% в обеих возрастных категориях), так и на десятой (29,5% и 34,8%).

Помимо частоты развития синдрома посленаркозной ажитации, важное значение в оценке периода пробуждения имеет степень его выраженности.

Ажитация, оцениваемая в 3 балла по шкале Watcha, носит умеренный характер. Дети быстро успокаиваются, но, тем не менее, возбуждение приносит пациентам дискомфорт, а родители негативно реагируют на такое течение посленаркозного периода. Степень возбуждения, оцениваемая в 4 и 5 баллов, носит выраженный и крайне выраженный характер соответственно. Попытки успокоить ребёнка безуспешны. Более того, при крайней степени ажитации из-за двигательного возбуждения пациенты могут нанести себе физический вред. С целью профилактики повреждений пациенты фиксировались родителями или, при необхо-

димости, медицинским персоналом, на койке в посленаркозной палате на безопасном расстоянии от твёрдых поверхностей. На рисунке 11 и 12 представлено распределение степени ажитации по баллам в исследуемых группах у пациентов 1-2 лет на первой и десятой минуте пробуждения.

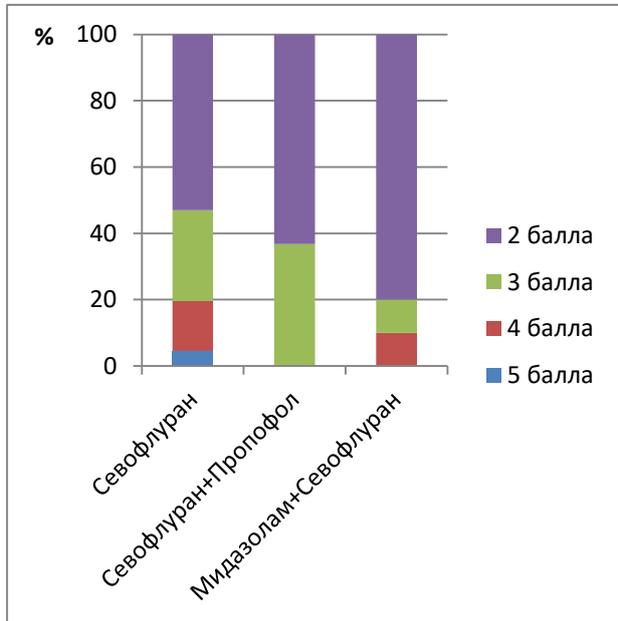


Рисунок 11

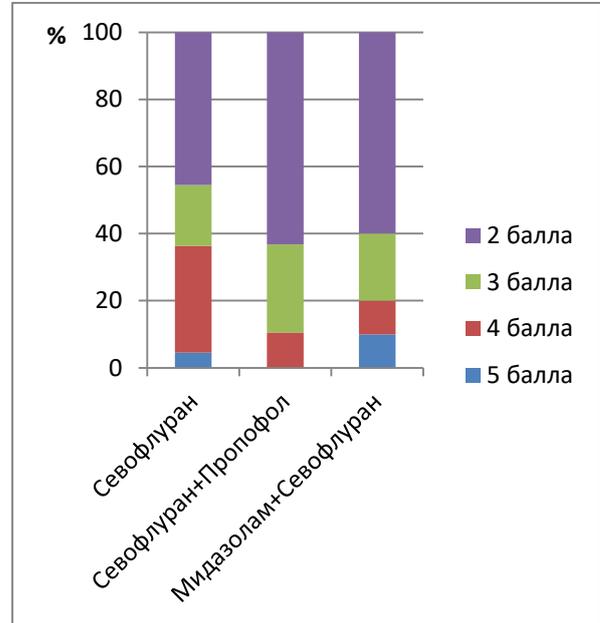


Рисунок 12

Рисунок 11. Оценка ажитации по шкале Watcha у пациентов 1-2 лет на первой минуте пробуждения.

Рисунок 12. Оценка ажитации по шкале Watcha у пациентов 1-2 лет на десятой минуте пробуждения.

Возбуждение после моноанестезии севофлураном чаще, чем в других группах, оценивалось как выраженная (15,2% на 1ой и 31,8% на 10ой минуте) и даже крайней (4,5% на 1ой и 10ой минуте) степени выраженности (5 баллов по шкале Watcha). В группе пациентов, где применялась инфузия пропофола, наблюдалось статистически значимое снижения частоты развития синдрома посленаркозной ажитации у пациентов 1-2 лет на 10ой минуте и на 1ой минуте в возрастной категории 2-5 лет (Хи-квадрат $p < 0,05$). В этой же группе отмечалось существенное снижение степени выраженности ажитации (по критерию Хи-квадрат уровень значимости $p < 0,01$). В большинстве случаев на первой и на десятой минуте пробуждения ажитация носила умеренный характер (3 балла по шкале Watcha) у 36,8% и 26,3% больных соответственно. На первой минуте в этой подгруппе па-

циентов не было зафиксировано возбуждения средней степени (4 балла по Watcha), на десятой оно отмечалось у 10,5%. Ажитации, оцениваемой в 5 баллов по Watcha в группе пропофола зафиксировано не было.

Применение мидазолама с целью премедикации позволило не только снизить вероятность развития ажитации на 1ой минуте пробуждения, но и степень её выраженности. У пациентов 1-2 лет в 10% ажитация была умеренной степени выраженности (3 балла по Watcha), в 10% - средней степени (4 балла).

Схожая картина по степени ажитации наблюдается в группе пациентов 2-5 лет. На рисунках 13 и 14 представлено распределение посленаркозной ажитации по степени её выраженности на первой и десятой минуте пробуждения у детей 2-5 лет.

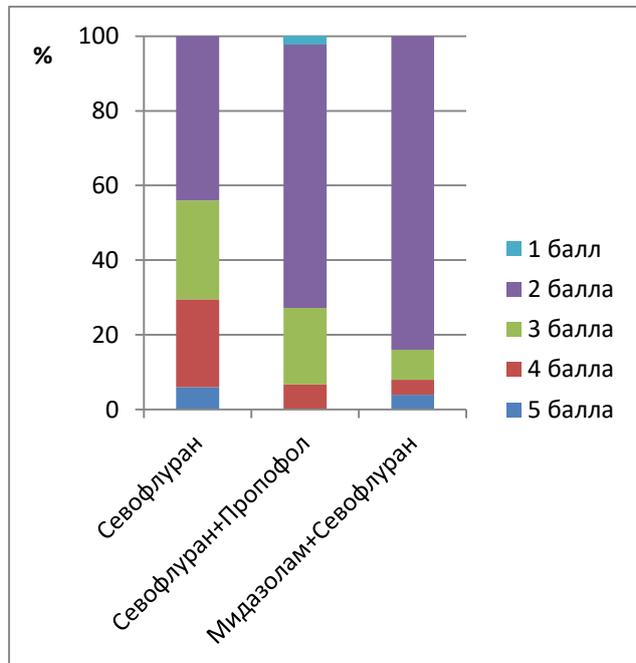


Рисунок 13

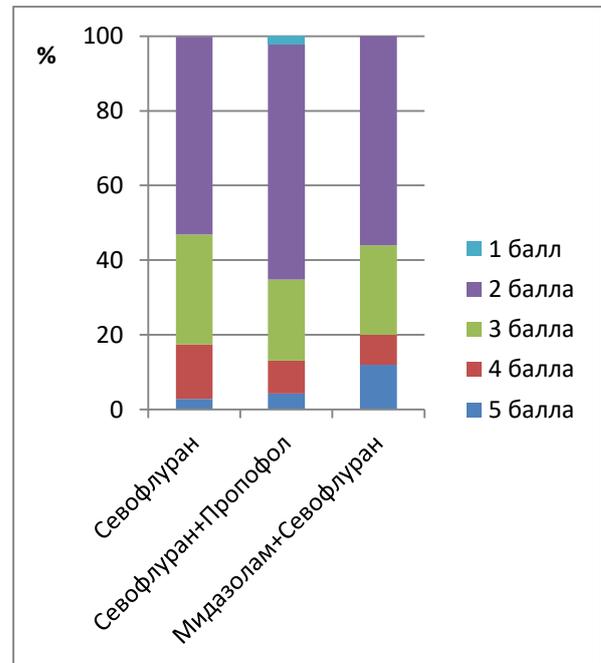


Рисунок 14

Рисунок 13. Оценка ажитации по шкале Watcha у пациентов 2-5 лет на первой минуте пробуждения.

Рисунок 14. Оценка ажитации по шкале Watcha у пациентов 2-5 лет на десятой минуте пробуждения.

У пациентов этой возрастной группы при применении мидазолама в качестве премедикации достоверно ниже была вероятность развития выраженной посленаркозной ажитации (4 баллов по Watcha – у 4% пациентов, 5 баллов – также у

4%) на первой минуте пробуждения (по критерию Хи-квадрат уровень значимости $p < 0,01$), однако к десятой минуте эти различия становятся несущественными.

Из приведённых данных можно сделать вывод о том, что премедикация мидазоламом в обеих возрастных группах позволяет достоверно снизить риск развития синдрома посленаркозной ажитации на первой минуте пробуждения и степень его выраженности на первой и десятой минуте этапа пробуждения. Инфузия пропофола позволяет снизить риск развития ажитации средней и крайней степени, в большинстве случаев возбуждение носит умеренный характер.

4.4 Оценка длительности восстановления сознания по шкале Aldrete

Длительность пробуждения после проведения анестезии является показателем, который влияет на общее время наблюдения за пациентом в посленаркозной палате и, соответственно, на длительность пребывания его в стационаре. Применение севофлурана ассоциируется с быстрым восстановлением уровня сознания после анестезии. Мы оценивали скорость пробуждения по модифицированной шкале восстановления сознания Aldrete и считали, что пациента можно переводить из посленаркозной палаты, по достижении им 9 баллов. В таблице 14 представлено время пробуждения в исследуемых группах.

Таблица 14 - Время пробуждения по модифицированной шкале восстановления уровня сознания Aldrete ($M \pm m$)

Вид анестезии	Время восстановления сознания до 8-9 баллов по модифицированной шкале Aldrete	
	1-2 года	2-5 лет
1 группа - Севофлуран	8 \pm 2,2	7,8 \pm 2,2
2 группа - Севофлуран+Пропофол	8,5 \pm 1,9	8,7 \pm 2,7
3 группа - Мидазолам+Севофлуран	11 \pm 2,8	10,2 \pm 2,8

Из таблицы 14 видно, что среднее время пробуждения в группе пациентов, где проводилась премедикация мидазоламом, было больше, чем в двух других группах в среднем на 2,5 \pm 1,5 минуты. Однако, согласно критерию Манна-Уитни,

эти различия статистически не существенны ($p=0,08$). Клинически отмечалось увеличение времени пробуждения, однако оно не имело влияния на время нахождения пациента в палате пробуждения и в стационаре в целом. На фоне увеличения времени восстановления уровня сознания в этой же группе на первой минуте пробуждения отмечался достоверно более низкий уровень ажитации. Перспектива снижения частоты развития посленаркозного возбуждения за счёт незначительного увеличения времени пробуждения могла показаться заманчивой. Однако по статистическим данным к десятой минуте количество пациентов, у которых развивалась ажитация, было сопоставимо во всех трёх группах.

Резюме.

Ингаляционная анестезия севофлураном оказывает статистически значимое влияние на сердечно-сосудистую и дыхательную систему. На этапе индукции отмечалось увеличение частоты сердечных сокращений и частоты дыхательных движений, а также снижение систолического и среднего артериального давления. На этапе пробуждения эти показатели возвращались к исходным значениям. На протяжении анестезии значительных колебаний гемодинамики не отмечалось, что позволяет говорить о её стабильности. Схожие изменения отмечались в двух других исследуемых группах, что свидетельствует о том, что в основном влияние на гемодинамику и систему дыхания обусловлено ингаляционным анестетиком севофлураном, преимущественно в периоде индукции анестезии. Инфузия пропофола в конце анестезии севофлураном способствовала постепенному урежению дыхания к моменту пробуждения, в отличие от моноанестезии севофлураном, при которой тахипноэ сохранялось до прекращения ингаляции анестетика.

Этап индукции в анестезию оценивался по шкале MAS. Согласно полученным нами данным можно сделать вывод о том, что применение интраназальной премедикации мидазоламом позволяет существенно снизить негативную реакцию пациентов на ингаляцию анестетика через лицевую маску в момент индукции и это позволяет сделать индукцию наиболее комфортной для детей.

Наше предположение о том, что премедикация позволит также снизить уровень ажитации в посленаркозном периоде оправдалось частично. На первых ми-

нутах пробуждения действительно отмечалось достоверно более низкий уровень возбуждения у пациентов в обеих возрастных группах. Однако к десятой минуте степень ажитация была сходной с группой, где использовалась моноанестезия севофлураном. Тем не менее, применение мидазолама перед анестезией севофлураном позволило достоверно снизить выраженность посленаркозной ажитации и чаще всего она оценивалась как умеренная.

Проведение инфузии пропофола в конце анестезии снизило уровень посленаркозной ажитации по сравнению с группой севофлурана, но статистически эта разница была существенна только на десятой минуте у пациентов 1-2 лет и на первой минуте у детей 2-5 лет. Однако в случае возникновения посленаркозного возбуждения в большинстве случаев оно оценивалось в 3 балла по шкале Watcha, то есть носило умеренный характер и ассоциировалось с дискомфортом со стороны пациентов.

Период пробуждения оценивался нами по длительности восстановления уровня сознания. С этой целью мы применяли модифицированную шкалу Aldrete. Средняя продолжительность периода пробуждения составила $8 \pm 2,5$ минуты в группе, где применялся пропофол, и в группе сравнения (севофлуран). В группе, где проводилась премедикация мидазоламом, клинически отмечалось увеличение длительности пробуждения в среднем на $2,5 \pm 1,5$ минуты, однако статистически эти различия с двумя другими группами не были существенны.

ГЛАВА 5. ИНТРАНАЗАЛЬНАЯ СЕДАЦИЯ ДЕКСМЕДЕТОМИДИНОМ

5.1 Особенность техники интраназальной седации дексмететомидином

Методика интраназальной седации дексмететомидином позволяет проводить нейро-рентгенологические исследования у пациентов, имеющих противопоказания к применению галогенсодержащих анестетиков. Кроме того при данном виде анестезии не требуется постановка периферического внутривенного катетера, что у пациентов до 1 года может представлять технические трудности. Однако эта методика имеет свои особенности, связанные с возрастом пациентов и, соответственно, особенностями режима сна/бодрствования и кормления в разных возрастных категориях. Основной контингент пациентов, в котором интраназальная седация дексмететомидином проводится без каких-либо трудностей - пациенты до 1 года. У пациентов более старшего возраста чаще приходилось прибегать к дополнительному введению дексмететомидина. Мы это связывали с особенностями режима сна/бодрствования в разных возрастных категориях, а кроме того планировали время начала седации исходя из возрастных особенностей сна и индивидуального режима пациентов.

У детей в возрасте 2-12 месяцев общая продолжительность сна за сутки составляет 12-14 часов, из которых примерно треть распределяется между 2-4 эпизодами дневного сна [148]. В течение ночного сна отмечается в среднем 2-3 пробуждения. После утреннего пробуждения чаще всего дети до 12 месяцев засыпают через 1-2 часа, дети старше 1 года – через 2-3 часа и более. Кроме того у пациентов старше 1 года процесс засыпания может быть вызывать трудности, в том числе из-за сформировавшихся поведенческих паттернов, таких как, например, обязательное присутствие бутылочки для кормления, определённая поза (на боку, на животе), засыпание исключительно на руках у родителей и пробуждение в ответ на переключивание. По этой причине применение методики у пациентов в возрасте старше одного года может вызвать организационные трудности.

Дексмететомидин стимулирует центральные α_2 -адренорецепторы в области голубого пятна, вызывая развитие фазы медленного сна. Эта фаза наступает первой и при физиологическом засыпании. По нашим наблюдениям, при введении дексмететомидина в ожидаемое, привычное для пациента время первого засыпания после утреннего пробуждения, способствовало достижению целевого уровня седации и успешное проведение обследования без дополнительных мероприятий.

При проведении интраназальной седации дексмететомидином мы учитывали режим сна и бодрствования пациентов для планирования оптимального времени начала седации. В возрастной группе до 1 года родители будили детей за 90 ± 20 минут часа до планируемого исследования, в группе 1-2 года – за 130 ± 25 минут. В группе пациентов старше 2 лет также пробуждение происходило за 120-140 минут до планируемого времени исследования, так как увеличение данного временного интервала вызывало выраженный дискомфорт по причине сильного чувства голода. Голодная пауза соблюдалась согласно тем же рекомендациям, что и при проведении ингаляционной анестезии.

Мы не встречали какой-либо негативной реакции со стороны пациентов на интраназальное введение препарата. Дексмететомидин не обладает вкусом и запахом, не раздражает слизистую носовой полости, поэтому пациенты были спокойны после введения препарата. У 88,3% пациентов однократного интраназального введения дексмететомидина в дозе 4 мкг/кг было достаточно для достижения седации, оцениваемой в 2 балла по Wisconsin Sedation Scale - таблица 15.

Таблица 15 - Оценка эффективности однократного введения дексмедетомидина для седации в исследуемых возрастных категориях пациентов

Возраст	51 пациент					
	Успешная седация (2 балла по WSS) после введения дексмедетомидина 4 мкг/кг	% от общего кол-ва больных	Недостаточная эффективность од- нократного введе- ния дексмедетомидина	% от общего кол-ва больных	Всего	% от общего кол-ва боль- ных
5 мес. – 1 год	28	54,9	4	7,8	32	62,3
1-2 года	12	23,5	1	1,9	13	26,4
2-5 лет	5	9,9	1	1,9	6	11,3
Итого	45	88,3	6	11,7	51	100

Шести пациентам для достижения необходимого уровня седации потребовалось дополнительное интраназальное введение дексмедетомидина в дозе 2 мкг/кг – 11,7%. Из этих шести пациентов четверо детей относились к возрастной группе 5-12 месяцев. У троих из них был нарушен привычный режим сна/бодрствования в день исследования или накануне – родители разбудили пациентов раньше планируемого времени, и пациенты успели заснуть повторно после утреннего пробуждения. В одном случае была проведена успешная седация однократным применением дексмедетомидина в дозе 4 мкг/кг, исследование заняло 63 минуты, пациент проснулся на 52 минуте, что потребовало дополнительной седации для завершения обследования.

В возрастной группе 1-2 года и 2-5 лет (по одному пациенту в каждой из указанных возрастных подгрупп) недостаточная эффективность интраназального введения 4 мкг/кг дексмедетомидина не была связана с нарушением режима сна/бодрствования, родители соблюдали рекомендации анестезиолога по подготовке пациента к проведению анестезии. Однако у этих пациентов отмечались особен-

ности физиологического процесса засыпания, а именно – засыпание в определённой позе (на животе, на боку, пробуждение при попытке укладывания на спину).

Для обеспечения наиболее комфортных условий во время обследования, мы приглушали освещение кабинета томографа, просили родителей укрыть ребёнка одеялом. Ввиду отсутствия дыхательного контура, частота дыхательных движений (ЧДД) оценивалась с помощью датчика дыхания с передней брюшной стенки, который не вызывал у пациентов негативной реакции.

Качество полученных изображений рентгенологами оценивалось как хорошее. Единичные движения, если таковые отмечались у пациентов во время обследования, нивелировались применением специальных режимом сканирования.

5.2 Оценка параметров сердечнососудистой и дыхательной системы.

В нашем исследовании частота сердечных сокращений, артериальное давление и частота дыхательных движений оценивались на всех этапах седации. α -адреномиметик дексмететомидин вызывает дозозависимое урежение частоты сердечных сокращений. По нашим наблюдениям отмечалось снижение ЧСС по достижении необходимого для обследования уровня седации (2 балла по WSS) и сохранялась на протяжении всей седации. Изменения частоты сердечных сокращений на этапах седации представлены в таблице 16.

Таблица 16 - Данные параметров гемодинамики и дыхания на этапах седации (M±m).

Параметры	Значение показателей на этапах исследования														
	Исходно			2 балла по WSS			Начало обследования			Окончание обследования			Пробуждение		
	5-12 мес.	1-2 года	2-5 лет	5-12 мес.	1-2 года	2-5 лет	5-12 мес.	1-2 года	2-5 лет	5-12 мес.	1-2 года	2-5 лет	5-12 мес.	1-2 года	2-5 лет
ЧСС	116,3 ±9,6	110,6 ±11,1	100,7 ±11,1	101,9 ±7,5	93,3 ±7,9*	87,7 ±7,1*	97,3 ±7,6	91,9 ±7,6	86 ±9,8	97 ±9,3	90,9 ±6,3	85,7 ±11,7	108,8 ±6,6	101, 4	91,3 ±9,3
АДс, мм.рт.	94,5± 5,2	96,6± 8,4	104,6±8 ,4	92,4± 5,4	97,6± 5,6	102,4 ±7,6	91,2 ±5,5	94,4± 6,9	99,6± 5,4	93,1 ±5,6	95,3± 6,4	101,3 ±8,2	97,6± 4,2	97,4 ±9,7	10216 ±8,5
АДд, мм.рт.	51,1± 4,3	55,9± 6,4	58,9 ±6,4	50±4, 7	52,3± 5,7	56,4 ±7,1	48±4 ,3	51,5± 5,5	55,9 ±5,1	49,9 ±4,7	52,3± 4,3	56,8± 6,7	56,6± 5,5	51±7 ,7	55,9 ±6,9
АДср, мм.рт.	66,3± 4,3	72,4± 5,5	74,8 ±7,5	63,2± 6,1	69,7± 7,3	72,5 ±6,8	62,9 ±4,1	68,2± 5,1	70,8 ±6,5	61,1 ±5,7	68,9± 6,5	71,7± 6,5	71,3± 6,2	67,2 ±6,1	73,4 ±6,7
ЧДД	23,1 ±1,7	22,1 ±2,7	22 ±3,3	22,8 ±3,0	21,2 ±2,5	23,1 ±5,6	23,2 ±3,5	21,4 ±3,7	21,6 ±4,4	23,3 ±2,8	21 ±2,8	21,6 ±2,9	23,7 ±1,8	21,7 ±2,1	22 ±2,8
SpO ₂	99,3± 0,7	99,1± 0,8	99,4±0, 8	98,9± 0,9	98,9± 1,0	98,9± 0,9	99,4 ±0,5	99,2± 0,7	99,4± 0,6	98,9 ±0,8	99,3± 0,7	99,1± 0,8	98,9± 0,8	99,3 ±0,7	99,1±0 ,8

* - достоверность различий по сравнению с предыдущим этапом при $p < 0,01$

** - достоверность различий по сравнению с предыдущим этапом при $p < 0,05$

Изменение частоты сердечных сокращение в группах пациентов 1-2 года и 2-5 лет на этапе достижения 2 баллов по WSS по сравнению с исходными данными было заметным, но клинически незначимым и не требовало медикаментозной коррекции ($p < 0,01$, Критерий Вилкоксона $p = 0,009$). На остальных этапах седации во всех возрастных группах изменения частоты сердечных сокращений были статистически не существенными ($p > 0,05$), что говорит о гемодинамической стабильности на протяжении седации дексметомидином. Также мы не отметили значимых изменений со стороны артериального давления на всех этапах седации критерий Вилкоксона, $p > 0,05$, $p = 0,09$.

Применение дексметомидина не влияет на частоту дыхательных движений, о чём свидетельствуют полученные нами во время ретроспективного анализа анестезиологических карт данные. Во всех возрастных группах и на всех этапах седации не отмечалось достоверного изменения частоты дыхательных движений (критерий Вилкоксона, $p > 0,05$, $p = 0,08$). Не отмечалось эпизодов апноэ или явлений десатурации во время седации и в периоде пробуждения. Приведённые

наблюдения подтверждают данные об отсутствии влияния дексмететомидина на дыхание, что вкупе со стабильным гемодинамическим профилем позволяет говорить о стабильности течения седации.

5.3. Оценка скорости достижения целевого уровня седации и её эффективности при интраназальном применении дексмететомидина.

В нашем исследовании мы оценивали уровень седации как целевой и достаточный для укладывания в катушку томографа и начала проведения рентгенологического исследования при достижении пациентом 2 баллов по Wisconsin Sedation Scale. При таком уровне седации дети не реагировали на переукладывание, налаживание мониторинга, обеспечение акустической защиты и отлучение от родителей в случае такой необходимости. В разных возрастных группах время достижения 4, 3 и 2 баллов по шкале WSS было разным. В таблице 17 приведены полученные нами данные о времени достижения требуемого уровня седации в разных возрастных группах. В младшей возрастной группе седация развивалась быстрее, чем у детей более старшего возраста. Скорость достижения 4, 3, и 2 баллов по WSS была достоверно выше у пациентов до 1 года по сравнению с группой больных 1-2 лет месяцев ($p < 0,01$, критерий Манна-Уитни $p = 0,002$). Пациентам старше 2 лет требовалось больше времени для достижения седации, однако статистически межгрупповые различия у пациентов 1-2 лет и 2-5 лет оценивались как не существенные (критерий Манна-Уитни, $p = 0,07$).

Таблица 17 - Время достижения целевого уровня седации при применении дексмететомидина в исследуемых возрастных группах ($M \pm m$).

Возраст	Среднее время достижения 4 баллов по WSS, мин	Среднее время достижения 3 баллов по WSS, мин	Среднее время достижения 2 баллов по WSS, мин
5-12 мес.	9,2±2,1	12,7±2,6	17±6
1-2 года	12,7±4,7	16,7±4,9	21±7
2-5 лет	13,5±7,3	18,5±7,2	22±8

При достижении уровня седации, оцениваемого в 2 балла по WSS, пациента укладывали в катушку, подключали линии мониторинга и начинали обследование. Из 51 пациентов, которым применялась интраназальная седация дексмететомидином, 50 пациента находились в состоянии сна на протяжении всего исследования. 1 пациент из группы 5-12 месяцев проснулся на 53 минуте сканирования, что потребовало дополнительного введения дексмететомидина в дозе 2 мкг/кг. Через 7 минут после этого обследование было продолжено и успешно выполнено в полном объёме. Качество полученных в ходе наблюдения изображений были оценены рентгенологами как хорошее. Отсутствие пробуждения пациентов во время исследования и удовлетворительное качество полученных снимков позволяет говорить об эффективности методики интраназальной седации, в том числе для проведения длительных магнитно-резонансных исследований.

5.4. Особенности течения периода пробуждения

По окончании исследования пациенты реагировали на прикосновение родителей, на переключивание из катушки томографа в посленаркозную палату, открывали глаза и сразу же засыпали. Ввиду особенностей седации дексмететомидином, пациенты были сонные, но их можно было разбудить при помощи умеренной стимуляции. У всех пациентов, которым для седации интраназально вводился дексмететомидин, по шкале Watcha на 1-ой и 10-ой минуте после оконча-

ния исследования, а также на момент пробуждения уровень ажитации оценивался в 1 балл (пациент спокоен или спит).

После интраназальной седации дексметомидином отмечался длительный период от начала седативного эффекта до полного пробуждения пациентов. При отсутствии тактильной или голосовой стимуляции со стороны родителей пациенты просыпались самостоятельно в среднем через 84 ± 26 минут, после чего проводилась оценка по шкале Aldrete – уровень восстановления сознания составлял 9 баллов. При пробуждении пациенты были спокойны, но испытывали чувство голода. После кормления они вновь засыпали, но их также можно было легко разбудить с помощью умеренной стимуляции при необходимости. В отсутствие стимуляции дети просыпались самостоятельно в среднем через 129-152 минут, после чего возвращались к привычному режиму сна/бодрствования. После второго пробуждения дети также были спокойны, контактны. Среднее время до первого и второго пробуждения представлены в таблице 18.

Таблица 18 - Время до первого пробуждения (8-9 баллов по модифицированной шкале Aldrete), мин ($M \pm m$); время до повторного пробуждения, мин ($M \pm m$).

Возраст, мес.	Пробуждение после окончания исследования, мин	Пробуждение после перевода в палату наблюдения, мин
5мес – 1 год	$82,5 \pm 41,1$	$152,3 \pm 40,4$
1-2 года	$82,4 \pm 18,5$	$144,1 \pm 20,1$
2-5 лет	$87,5 \pm 18,6$	$129,5 \pm 31,8$

В большинстве случаев после первого пробуждения и кормления пациенты засыпали вновь, после повторного пробуждения возвращались к своему привычному режиму сна-бодрствования. Достоверной статистической разницы по длительности периода после седации до первого и второго пробуждения между возрастными группами не отмечалось (критерий Манна-Уитни, $p > 0,05$, $p = 0,07$). После пробуждения пациенты были спокойны, контактны. В течение дня восстанавливался их привычный режим сна и бодрствования. Родители пациентов оценива-

ли седацию как удовлетворительную, а длительный сон в восстановительном периоде не вызывал негативных отзывов с их стороны.

Резюме.

Основной контингент пациентов, которым проводилась интраназальная седация дексмететомидином, - дети младше 12 месяцев. Это объяснялось наличием у них либо нейромышечного заболевания, либо подозрения на него, что является противопоказанием к применению галогенсодержащих анестетиков. Кроме того постановка периферического венозного катетера без анестезии болезненна и ассоциируется у детей со значительным стрессом и скорее всего может быть технически затруднена вследствие возрастными анатомическими особенностями. У пациентов старше 1 года методика применялась при наличии противопоказаний к применению севофлурана и пропофола.

Интраназальное введение 4 мкг/кг дексмететомидина хорошо переносилось детьми, так как этот препарат не обладает вкусом и запахом и не оказывает раздражающего действия на слизистую носовой полости. Среднее время достижения необходимого уровня седации (2 балла по шкале Wisconsin Sedation Scale) составило $17,1 \pm 6,1$ минуты у пациентов 5-12 месяцев. У пациентов старше 1 года скорость наступления седации была длительнее в среднем на 3 ± 2 минуты.

Планирование начала седации на привычное для пациента время первого сна после утреннего пробуждения способствовало успешному достижению необходимого для проведения сканирования уровня седации. Однако нарушение режима сна-бодрствования накануне или в день исследования потребовало дополнительных мер в виде повторного интраназального введения дексмететомидина в дозе 2 мкг/кг. Среди всех пациентов в исследуемой группе в 88,3% однократного введения дексмететомидина было достаточно для достижения необходимого уровня седации. По данным американских авторов после интраназального введения 4 мкг/кг дексмететомидина успешная седация наблюдалась в 96,3% [121], но в приведённой статье исследование проводилось у детей до 1 года. Такая разница с полученными нами данными объясняется возрастными особенностями исследуемых групп. В нашем исследовании были случаи применения методики пациен-

там до 5 лет включительно. И, тем не менее, лишь 11,7% пациентов потребовались дополнительные мероприятия для достижения целевого уровня седации.

Изменения со стороны сердечно-сосудистой системы заключались в статистически значимом снижении частоты сердечных сокращений на этапе достижения 2 баллов по шкале WSS в группе пациентов 1-2 лет и 2-5 лет, но медикаментозная коррекция не требовалась. У детей младше 1 года изменения этого показателя были незначительными. Показатели артериального давления были стабильными на всех этапах седации у пациентов всех исследуемых возрастных групп. Одна из особенностей дексмедетомидина – отсутствие влияния на ритм и глубину дыхания и также мы не выявили изменений частоты дыхательных движений. При развитии необходимого уровня седации сканирование всем пациентам было в основном проведено успешно без каких-либо дополнительных мероприятий, а качество полученных изображений оценивались рентгенологами как хорошее.

Период пробуждения после интраназальной седации дексмедетомидином довольно длительный по сравнению с ингаляционной анестезией. В среднем до первого пробуждения проходит $82,4 \pm 26$ минут, объясняется фармакокинетическими особенностями препарата – период полувыведения его составляет в среднем 139 минут. После кормления дети чаще снова засыпают, повторное и окончательное пробуждение происходит на 142 ± 31 минуте от момента окончания исследования. Однако сон после применения дексмедетомидина отличается тем, что пациентов легко разбудить при помощи умеренной тактильной или голосовой стимуляции, поэтому длительность периода пробуждения не вызывала беспокойства со стороны родителей. Пробуждение пациентов не сопровождалось ажитацией в 100% случаев. После пробуждения дети возвращались к привычному для них режиму сна/бодрствования.

ГЛАВА 6. АЛГОРИТМ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ АНЕСТЕЗИИ И СЕДАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С НЕВРОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ПРИ НЕИНВАЗИВНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЯХ В ОТДЕЛЕНИИ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКИ.

В нашем исследовании мы ретроспективно оценивали методики анестезии для проведения исследований в отделении рентгенодиагностики на предмет их безопасности, эффективности, а также комфортности для пациента. Каждая методика имеет свои преимущества и недостатки, показания и противопоказания, и выбор в пользу того или иного анестезиологического пособия рекомендуется осуществлять с учётом индивидуальных особенностей пациента.

Для выбора оптимальной тактики анестезии в первую очередь следует определить, относится ли ребёнок к пациентам неврологического профиля. При наличии неврологической патологии важно знать, верифицирован ли диагноз или нейро-рентгенологическое исследование проводится с целью постановки диагноза. При первичной диагностике можно предположить наличие нейромышечного заболевания или митохондриальной патологии исходя из неврологического осмотра и лабораторных данных. Неврологический осмотр и сбор анамнеза позволяет получить информацию о характере поражении нервной системы (центральное или периферическое), нарушениях тонуса скелетных мышц (по локализации - локальные или распространённые, по характеру – гипотония, гипертония, дистония), наличии эпилепсии, особенностях когнитивного статуса. Информативны могут быть данные нейроэлектрмиографии - уровень поражения - нервно-мышечная передача и мышечные волокна. При наличии подтверждённой нейромышечной или митохондриальной патологии мы рекомендуем *интраназальную седацию дексметомидином* вне зависимости от возраста пациента.

При наличии верифицированного неврологического диагноза без нейромышечной и митохондриальной патологии выбор тактика анестезии определяется возрастом пациентов. Детям до 12 месяцев мы рекомендуем интраназальную седацию дексметомидином как наиболее комфортную, позволяющую решить

проблему анестезиологического обеспечения неинвазивных исследований в отделении рентгенодиагностики минимальными усилиями и без риска развития посленаркозной ажитации.

Во всех возрастных группах при выборе ингаляционной анестезии севофлураном рекомендуется проводить интраназальную премедикацию мидазоламом в дозе 0,3 мг/кг за 10-15 минут до начала анестезии. Несмотря на то, что мидазолам в момент интраназального введения вызывает чувство жжения и может вызывать негативную реакцию со стороны пациентов, по мере развития седации они быстро успокаиваются, а индукция в анестезию проходит для детей наиболее комфортно (1 балл по шкале MAS). Однако не исключено, что после седации мидазоламом дети могут негативно среагировать на маску в процессе индукции (MAS 3), а ажитация на этапе индукции является одним из факторов риска развития посленаркозной ажитации. Поэтому в случае развития негативной реакции на маску, которая оценивается в 3 балла по MAS, с целью профилактики посленаркозной ажитации мы рекомендуем обеспечить инфузию пропофола в дозе 3 мг/кг за 10-12 минут до окончания анестезии. Если же индукция прошла спокойно, инфузия пропофола не целесообразна, и анестезия проводится севофлураном.

На рисунке 15 представлена схема по выбору оптимальной методики анестезии у пациентов с неврологической патологией.

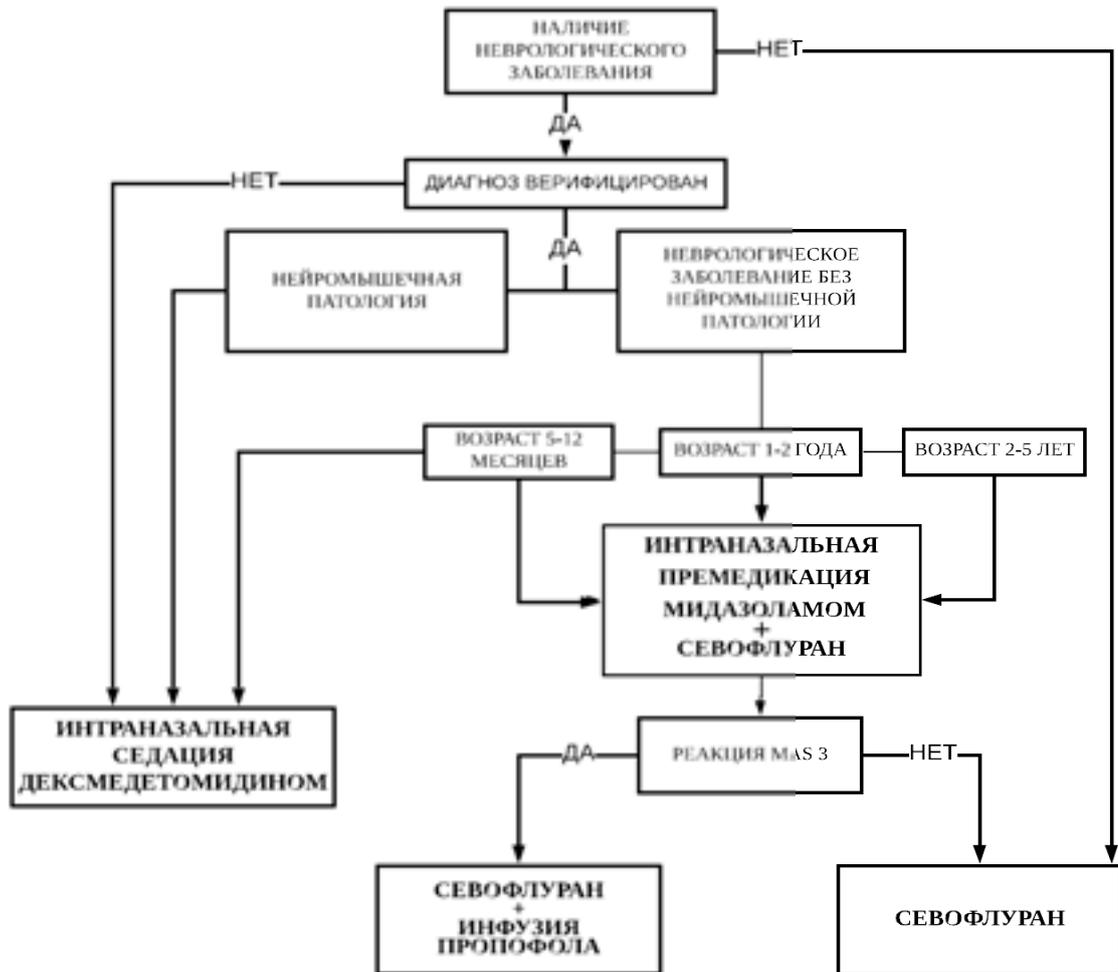


Рисунок 15. Алгоритм выбора методики анестезии по результатам проведенного исследования у пациентов с неврологической патологией для обеспечения неинвазивного нейро-рентгенологического обследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нейровизуализация является обязательным компонентом диагностики неврологических заболеваний, и часто пациенты впервые сталкиваются с необходимостью нейро-рентгенологического обследования в младшем возрасте. Детям до 5 месяцев возможно проведение сканирования в условиях физиологического сна, старше 5 лет – в сознании, но после соответствующей психологической подготовки и/или ознакомления с предстоящим обследованием в игровой форме, что помогает маленькому пациенту справиться со страхом. Чаще всего анестезиологическая помощь требуется для проведения сканирования детям от 5 месяцев до 5 лет. В этом возрасте они негативно реагируют на незнакомую обстановку и испытывают страх перед обследованием, но вербальный контакт с ними ещё затруднён и поэтому психологическая и игровая подготовка не решают проблемы. Для получения качественных снимков требуется полная неподвижность обследуемого, а для ребёнка в условиях стресса эта задача трудновыполнима.

При выборе метода анестезии для пациента неврологического профиля необходимо учитывать диагноз и особенности их соматического и психо-эмоционального статуса. Кроме того, данная категория пациентов чаще других подвержена развитию осложнений, связанными с проведением анестезии. В частности, у неврологически скомпрометированных пациентов чаще развивается синдром посленаркозной ажитации. И, хотя это осложнение не относится к жизнеугрожающим, оно доставляет крайний дискомфорт ребёнку, вызывает негативную реакцию со стороны родителей, а также увеличивает необходимое время наблюдения медицинским персоналом и, соответственно, длительность пребывания в стационаре.

В основном посленаркозная ажитация ассоциируется с применением ингаляционного анестетика севофлурана и по данным разных авторов варьирует от 20 до 80% и степень ажитации носит выраженный характер. В нашем исследовании ажитации при проведении моноанестезии севофлураном отмечалась в 47% случаев среди пациентов 1-2 лет на 1-ой минуте пробуждения и 54,5% - на 10-ой; у па-

циентов 2-5 лет у 56% на 1-ой минуте пробуждения, у 47,1 % на 10-ой. Посленаркозное возбуждение в группе севофлурана чаще оценивалось как выраженной (4 балла по шкале Watcha) и даже крайне выраженной степени (5 баллов по шкале Watcha). В группе пациентов 1-2 лет ажитация в 4 балла по Watcha отмечалась у 15,2% детей на 1-ой минуте пробуждения и у 31,8% на 10-ой. Крайнее возбуждение в 4,5% и на 1-ой и 10-ой минуте. Среди пациентов 2-5 лет на 1-ой минуте пробуждение 4 балла зафиксировано у 23,5% пациентов, 5 баллов – у 6%. К 10-ой минуте у 14,7% и 2,9% больных соответственно. Данные по частоте и степени выраженности возбуждения при проведении ингаляционной анестезии севофлураном, полученные в нашем исследовании, сопоставимы с данными литературы.

Другой проблемой ингаляционной анестезии галогеносодержащими анестетиками является риск развития злокачественной гипертермии, который значительно выше при наличии нейромышечной патологии. Однако зачастую нейрорентгенологическое обследование у потенциально предрасположенных к злокачественной гипертермии пациентов проводится с целью верификации диагноза, в том числе нейромышечной и митохондриальной патологии, соответственно, ингаляционная анестезия севофлураном таким больным противопоказана.

Для анестезиологического обеспечения компьютерной и магнитно-резонансной томографии возможно применение седативных препаратов - бензодиазепина мидазолама и $\alpha 2$ -адреномиметика дексмететомидина. Мидазолам ввиду короткого периода его действия в основном применяется для обеспечения непродолжительных исследований, в частности КТ. Дексмететомидин может обеспечить седацию для проведения более длительных сканирований, в том числе в качестве единственного компонента анестезии. Дексмететомидин не влияет на дыхание и обеспечивает стабильную гемодинамику на протяжении седации, а кроме того обладает нейропротективными свойствами, что особенно важно для пациентов с исходно повреждённой нервной системой. Оба препарата вводятся внутривенно, но на сегодняшний день у детей всё чаще применяется менее болезненный интраназальный путь доставки лекарственных средств. Он не уступает по скорости наступления эффекта парентеральному, но значительно более комфор-

тен для детей. Это особенно важно, когда речь идёт о пациентах неврологического профиля – они эмоционально более лабильны и крайне реагируют на болезненные медицинские манипуляции, с которыми им приходится часто сталкиваться на протяжении многочисленных госпитализаций.

По этим причинам вопрос обеспечения не только безопасной, но и комфортной анестезии для пациентов с неврологической патологией ввиду их соматических и психо-эмоциональных особенностей требует усовершенствования и делает данное исследование актуальным.

Целью исследования является оптимизация анестезиологического обеспечения неинвазивных обследований в отделении рентгенодиагностики у пациентов с неврологической патологией.

Для достижения поставленной цели исследования нами были решены задачи по исследованию методик ингаляционной анестезии на основе севофлурана у детей с неврологической патологией, разработана методика интраназальной седации дексметомидином и проведена её клиническая оценка, проанализирован период пробуждения исследуемых методик анестезии седации, изучены особенности организации и проведения анестезии и седации в условиях рентгенотделения. На основе проведённого исследования разработан алгоритм выбора оптимального анестезиологического пособия для пациентов с неврологической патологией для проведения неинвазивных нейро-рентгенологических обследований.

Для решения поставленных задач мы провели ретроспективное рандомизированное исследование на основе анализа 206 историй болезни и такого же количества протоколов анестезиологического обеспечения плановых неинвазивных исследований в отделении рентгено-диагностики на базе ГБУЗ Научно-практического центра детской психоневрологии Департамента здравоохранения города Москвы в период с 2018 по 2019 год.

В исследование мы включены пациенты в возрасте от 5 месяцев до 5 лет с неврологической патологией, с оценкой физического статуса по ASA I,II и III.

По виду проводимой анестезии пациенты были разделены на 4 группы:

1 группа – ингаляционная анестезия севофлураном (группа сравнения).

2 группа – комбинация ингаляционной анестезии севофлураном с внутривенным введением пропофола.

3 группа – ингаляционная анестезия севофлураном с предварительной интраназальной премедикацией мидазоламом.

4 группа – интраназальная седация дексметомидином.

Пациенты были разделены на три возрастные подгруппы – от 5 месяцев до 1 года, от 1 года до 2-х лет, от 2-х до 5-ти лет. Младшая группа (от 5 месяцев до 1 года) была представлена только в группе, где проводилась интраназальная седация дексметомидином. Это объяснялось тем, что этим пациентам проводилась первичная диагностика неврологической патологии, в том числе с целью решения вопроса о наличии у них нейромышечной или митохондриальной патологии.

Оказание анестезиологической помощи в отделении рентгенодиагностики подчиняется тем же стандартам, что и проведение анестезии в условиях операционной, и регламентирует наличие соответствующего оборудования, медикаментов и расходных материалов, а также стандарт базового мониторинга во время анестезии. При оценке особенностей оказания анестезиологической помощи в условиях рентген-отделения имеются такие особенности, как удалённость от пациента во время исследования, затруднения в прямой визуализации пациента из-за конструкции сканера, необходимость в хранении медикаментов и расходных материалов в отдельном помещении (процедурном кабинете). Для обеспечения безопасности пациентов на всех этапах анестезии требуется проведение непрерывного мониторинга параметров гемодинамики и вентиляции, обеспечение визуального контроля за пациентом посредством камер наблюдения, а также чёткой скоординированности действий с медицинским персоналом рентген-отделения при возникновении критических ситуаций.

С целью обеспечения комфортных для пациента условий все манипуляции проводились только в присутствии родителей или официальных представителей ребёнка, они находились рядом с пациентом до момента его засыпания и при пробуждении. Предварительно родителям в доступной форме доносилась информа-

ция о предстоящей анестезии и их роль в создании комфортных для ребёнка условий. При проведении анестезии на время исследования пациентам обеспечивалась акустическая защита, согревание пациентов, при интраназальной седации дексметомидином была возможность также создать комфортное освещение в кабинете томографа. Пациенты неврологического профиля эмоционально лабильны, пугливы, часто имеют негативный опыт болезненных медицинских манипуляций, поэтому обеспечение не только безопасности, но и комфорта особенно важно для данной категории пациентов. Все предпринятые нами меры позволили исключить стрессовые факторы, не связанные непосредственно с анестезией (разлучение с родителями или их встревоженность, некомфортное освещение, холод, акустический стресс), что позволило оценить комфортность исследуемых методик анестезии для неврологически скомпрометированных пациентов.

Для оценки безопасности анестезии и седации нами оценивались исходные параметры гемодинамики (ЧСС, АД_с, АД_д, АД_{ср}) и системы дыхания (ЧДД, SpO₂) и их изменения на этапе индукции, поддержания анестезии и в период пробуждения, а также на всех этапах проведения седации. Изменения со стороны гемодинамики и системы дыхания в группе моноанестезии севофлураном были значимы на этапе индукции – отмечалось увеличение частоты сердечных сокращений, снижение систолического и среднего артериального давления и увеличение частоты дыхательных движений. Схожие изменения были зафиксированы в группах, где севофлуран комбинировался с инфузией пропофола или премедикацией мидазоламом. Таким образом, мы можем говорить о том, что изменения параметров сердечнососудистой и дыхательной системы вызваны в основном ингаляционным анестетиком севофлураном, а влияние пропофола и мидазолама в применяемых дозах не существенно. В процессе поддержания значимых изменений параметров не отмечалось во всех трёх группах, что говорит о стабильности анестезии как в группе севофлурана, так и в группах, где ингаляционная анестезия сочеталась с внутривенным введением пропофола или интраназальным введением мидазолама.

При проведении интраназальной седации дексметомидином изменения со стороны сердечно-сосудистой системы заключались в статистически значимом снижении частоты сердечных сокращений на этапе достижения 2 баллов по шкале Wisconsin Sedation Scale в группе пациентов 1-2 лет и 2-5 лет ($p < 0,05$, критерий Вилкоксона). В группе детей младше 12 месяцев изменения этого показателя были незначительны. Мы не выявили изменений частоты дыхательных движений и артериального давления на протяжении всех этапов седации дексметомидином.

Комфорт анестезии для пациента оценивался на этапе индукции и пробуждения. На этапе индукции в анестезию нами оценивалась реакция ребёнка на ингаляцию анестетика через лицевую маску (по Mask Acceptance Scale). В периоде пробуждения отмечалась скорость восстановления уровня сознания по модифицированной шкале Aldrete, а также наличие посленаркозного возбуждения и степень его выраженности по шкале ажитации Watcha.

Интраназальная премедикация мидазоламом обеспечивала комфортную индукцию в анестезию - реакция на маску оценивалась в 1 балл по шкале MAS (ребёнок спит или спокоен в процессе индукции) у 60% детей 1-2 лет и у 64% детей 2-5 лет. В двух других группах большую часть составили пациенты, у которых реакция на маску была крайне негативной и оценивалась в 3 балла по MAS (ребёнок возбуждён, требуется фиксация для проведения индукции). В группе севофлурана такая выраженная реакция отмечалась у 58,8% пациентов 1-2 лет и 56,5% 2-5 лет, в группе, где проводилась инфузия пропофола, – в 63,2% и 40% соответственно. В указанных двух группах спокойная реакция на маску встречалась крайне редко: 5,8% у пациентов 1-2 лет и 13% у пациентов 2-5 лет в первой группе (севофлуран), а во второй группе (группа пропофола) – в 0% и 11,1% соответственно. Предварительная седация мидазоламом позволила достоверно снизить негативную реакцию на ингаляцию анестетика через лицевую маску (По критерию Хи-квадрат уровень значимости $p < 0,001$).

Скорость пробуждения во всех четырёх исследуемых группах оценивалась по модифицированной шкале восстановления сознания Aldrete. Средняя продолжительность периода пробуждения составила $8 \pm 2,5$ минуты в группе, где приме-

нялся пропофол, и в группе сравнения (севофлуран). В группе пациентов, где применялась премедикация мидазоламом, мы отмечали незначительное увеличение этого периода в среднем на $2,5 \pm 1,5$ минуты, однако эта разница по сравнению с двумя другими группами не была статистически значимой ($p > 0,05$ согласно критерию Манна-Уитни).

Период пробуждения после интраназальной седации дексмететомидином отличался значительно большей длительностью. Среднее время до первого пробуждения составила $82,4 \pm 26$ минуты. После первого пробуждения и кормления пациенты засыпали снова, окончательное пробуждение происходило в среднем на 142 ± 31 минуте от момента окончания исследования. Но особенность сна после седации дексмететомидином отличается тем, что пациентов легко разбудить при помощи умеренной тактильной или голосовой стимуляции, поэтому длительность периода пробуждения не вызывала беспокойства со стороны родителей.

В исследовании проводилось сравнение методик анестезии на предмет развития синдрома посленаркозной ажитации и степени её выраженности. Сравнение проводилось с группой моноанестезии севофлурана. Инфузия пропофола в конце анестезии снизила частоту развития синдрома посленаркозной ажитации, но статистически разница была существенна у пациентов 1-2 лет на 10ой минуте пробуждения и у пациентов 2-5 лет – на 1ой минуте. Однако данная методика позволила достоверно снизить выраженность посленаркозной ажитации в обеих возрастных группах. У пациентов 1-2 лет на первой минуте пробуждения ажитация, в случае её возникновения, носила только умеренный характер (3 балла по шкале Watcha) у 36,8% больных. На десятой минуте у 26,3% зафиксировано умеренное возбуждение, а у 10,5% детей - возбуждение средней степени (4 балла по шкале Watcha). По критерию Хи-квадрат уровень значимости $p < 0,01$. В подгруппе пациентов 2-5 лет на 1ой минуте пробуждение 4 балла по Watcha зафиксировано у 6,7%, 3 балла – у 20,5% детей. На 10ой минуте ажитация в 4 балла по Watcha была у 8,8% пациентов, у одного пациента (4,3%) отмечалась крайне выраженная ажитация (5 баллов); у 21,7% детей возбуждение было умеренным. По сравнению с

группой севофлурана разница по степени выраженности ажитации была существенной - по критерию Хи-квадрат уровень значимости $p < 0,01$.

В группе, где проводилась премедикация мидазоламом, удалось достоверно снизить частоту возникновения возбуждения у пациентов обеих возрастных групп ($p < 0,01$, критерий Хи-квадрат), но лишь на первой минуте пробуждения. К десятой минуте вероятность его развития приближалась к показателям двух других исследуемых групп (40% и 44% соответственно). Однако премедикация мидазоламом также позволила изменить процентное соотношение по степени выраженности ажитации. В младшей группе пациентов (1-2 года) на 1-ой минуте возбуждение возникало в 20% случаев: в 10% оно оценивалось как умеренное (3 балла по Watcha), в 10% - средней степени (4 балла). На 10-ой минуте у 20% детей оценка по Watcha составила 3 балла, у 10% - 4 балла и у 10% - 5 баллов (1 пациент). У больных 2-5 лет на первой минуте 3 балла отмечалось у 8% пациентов, 4 балла – у 4%, 5 баллов – также у 4% детей. Однако к десятой минуте эти различия с группой сравнения выражены незначительно.

Методика интраназальной седации дексмететомидином отличалась полным отсутствием возбуждения в периоде пробуждения. Пациенты просыпались спокойными, что было комфортно для детей и вызывало положительные отзывы со стороны родителей.

Дексмететомидин применялся при наличии у пациентов противопоказаний для проведения ингаляционной анестезии. Основной контингент пациентов составили дети младше 12 месяцев с нейромышечной патологией или подозрением на неё. Но при наличии показаний проводилась интраназальная седация дексмететомидином и у пациентов более старшего возраста. В рамках проведённого исследования нами сформулированы рекомендации для проведения успешной седации дексмететомидином у пациентов неврологического профиля с учётом их психосоматических особенностей.

Начало седации предпочтительно скоординировать с привычным для ребёнка временем первого сна после утреннего пробуждения. У детей до 1 года он физиологически наступает через 1,5-2 часа после пробуждения. В возрасте 1-2 лет

этот период составляет 2-3 часа. У детей старше 2-5 лет мы также просили разбудить пациентов за 2-3 часа до начала седации, так как дальнейшее увеличение времени бодрствования доставляло дискомфорт из-за выраженного чувства голода.

Дексмететомидин в дозе 4 мкг/кг вводился интраназально с помощью атомайзера. Через 17 ± 2 минуты у пациентов 5-12 месяцев и через 21 ± 5 минут у детей более старшего возраста седация достигала целевых значений (2 балла по Wisconsin Sedation Scale). После этого пациента укладывали в катушку томографа, налаживали мониторинг, создавался акустический комфорт с помощью наушников и начинали обследование. В исследуемой группе у 88,3% седация была успешной, качество изображений оценивалось рентгенологами как хорошее. У 6 детей (11,7%) для развития нужного уровня седации потребовались дополнительные мероприятия. Если пациенты не достигали 2 баллов по WSS к предполагаемому времени или засыпали, но пробуждались при перекладывании или в момент начала исследования, дополнительно вводился дексмететомидин в дозе 2 мкг/кг интраназально. Повторного введения дексмететомидина было достаточно для успешной седации. У 1 пациента (1,9%) из этих 11,7% седация дополнительных мероприятий для седации потребовалась по причине длительности исследования – пациент проснулся на 53 минуте сканирования. После введения 2 мкг/кг дексмететомидина пациент уснул через 7 минут, и обследование было успешно завершено.

Необходимость в дополнительных мероприятиях для седации была связана с нарушением режима сна/бодрствования пациентов накануне или в день исследования. Чаще они отмечались у детей старше 12 месяцев, так как с этого возраста у них чаще возникают нарушения сна и процесса засыпания, что ассоциируется с трудностями засыпания и в процессе седации дексмететомидином. Интраназальная седация дексмететомидином хорошо переносится пациентами и вызывает положительные отзывы родителей и в случае развития желаемого эффекта после однократного введения препарата, и при необходимости дополнительных мероприятий.

На основе проведённого исследования нами разработан алгоритм выбора оптимальной методики анестезии для проведения неинвазивных исследований в отделении рентгенодиагностики у пациентов с неврологической патологией. Выбор в пользу той или иной методики проводится на основании неврологического диагноза, возраста пациента, а также прогнозируемой реакции на индукцию и риска развития ажитации в посленаркозном периоде.

Методика интраназальной седации дексмететомидином, а также усовершенствованные методики ингаляционной анестезии севофлураном, а также внедрены в практику работы отделения анестезиологии и реанимации ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии» Департамента здравоохранения города Москвы, отделения анестезиологии и реанимации «НИИ детской онкологии и гематологии» ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н.Блохина» Министерства здравоохранения РФ.

ВЫВОДЫ

1. Ингаляционная анестезия севофлураном безопасна с точки зрения гемодинамической стабильности и влияния на спонтанное дыхание у пациентов с неврологической патологией, что позволяет провести длительные неинвазивные исследования в условиях полной неподвижности пациентов. Интраназальная седация мидазоламом позволяет снизить негативную реакцию пациентов на ингаляцию анестетика на этапе индукции

2. При наличии противопоказаний для проведения ингаляционной анестезии эффективна и безопасна методика интраназальной седации дексмететомидином в дозе 4 мг/кг. Она позволяет провести неинвазивное исследование длительностью до 60 минут без риска развития злокачественной гипертермии. Особенности интраназальной седации дексмететомидином являются клинически незначимое снижение частоты сердечных сокращений на этапе достижения необходимого уровня седации, отсутствие влияния препарата на ритм дыхания и уровень оксигенации, отсутствие ажитации и длительный эффект постмедикации (до 3 часов) который, однако не оказывает негативного влияния на показатели сердечно-сосудистой и дыхательной системы.

3. Использование моноанестезии севофлураном у пациентов с неврологической патологией сопряжено с развитием посленаркозной ажитации средней и крайней степени выраженности. Комбинация ингаляционной анестезии севофлураном с интраназальной премедикацией мидазоламом или инфузией пропофола за 10-12 минут до конца исследования не приводит к значимому снижению количества эпизодов посленаркозной ажитации, но достоверно снижает степень её выраженности. Интраназальная седация дексмететомидином характеризуется более длительным периодом пробуждения и полным отсутствием ажитации.

4. Алгоритм выбор методики анестезии или седации в отделении рентгенодиагностики у пациентов с неврологической патологией базируется на диагнозе пациента. При наличии предрасположенности к злокачественной гипертермии предпочтительна интраназальная седация дексмететомидином. В остальных слу-

чаях рекомендована ингаляционная анестезия с интраназальной премедикацией мидазоламом или внутривенной инфузией пропофола с целью снижения риска развития синдрома посленаркозной ажитации.

5. Особенность проведения анестезиологического пособия в отделении рентгенодиагностики КТ и МРТ заключается в удалённости от пациента во время исследования и необходимости использования специального оборудования. Обеспечение безопасности пациента требует соблюдения стандартов оказания анестезиологической помощи и мониторинга, а также скоординированности действий с персоналом рентген-отделения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выборе анестезиологического обеспечения неинвазивных исследований в отделении рентгенодиагностики у пациентов с неврологической патологией до 1 года рекомендуется отдавать предпочтение интраназальной седации дексмететомидином, у детей старше (при отсутствии противопоказаний) – ингаляционной анестезии севофлураном.

2. Необходимый мониторинг: определение ЧСС, пульсоксиметрию, неинвазивное артериальное давление, частоту дыхания, концентрации O_2 , CO_2 и севофлурана во вдыхаемой и выдыхаемой дыхательной смеси.

3. Индукция в анестезию севофлураном проводится с обязательным контролем реакции пациентов на лицевую маску по шкале MAS, для прогнозирования риска развития постнаркозной ажитации.

4. Интраназальная премедикация мидазоламом в дозе 0,3 мг/кг проводится за 10-15 минут до начала анестезии. Первая реакция пациента может быть негативной за счёт раздражающего действия стабилизатора мидазолама (хлористоводородной кислоты), но по мере развития седативного эффекта ребёнок успокаивается.

5. Инфузия пропофола начинают за 10 минут до окончания обследования, в дозе 3 мг/кг/час.

6. Для интраназальной седации дексмететомидином пациентов в возрасте до 12 месяцев рекомендуется будить за 1,5-2 часа до предполагаемого времени начала седации, пациентов старше 1 года – за 2-3 часа. Дексмететомидин вводится интраназально с помощью атомайзера в дозе 4 мкг/кг. После достижения уровня седации 2 балла по Wisconsin sedation scale пациента укладывают в катушку томографа. Возможно повторное введение дексмететомидина в дозе 2 мкг/кг при необходимости

7. После окончания нейро-рентгенологического исследования, во время которого использовалась седация дексмететомидином, рекомендуется наблюдение за пациентом на протяжении 180 минут.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АД – артериальное давление

АДс – артериальное давление систолическое

АДд – артериальное давление диастолическое

АДср – артериальное давление среднее

ВДП – верхние дыхательные пути

ГАМК – гамма-аминомасляная кислота

ДО – дыхательный объём

ДЦП – детский церебральный паралич

КТ – компьютерная томография

МАК – минимальная альвеолярная концентрация

МРТ – магнитно-резонансная томография

ЧДД – частота дыхательных движений

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЦНС – центральная нервная система

ЭНМГ - электронейромиография

ЭЭГ – электроэнцефалограмма

ASA –американское общество анестезиологов

EtCO₂ - концентрации углекислого газа в конце выдоха

EtO₂ - концентрация кислорода в конце выдоха

FiO₂ – фракция кислорода на входе

IQ – intelligence quotient – коэффициент интеллекта

MAS – Mask acceptance scale

PAED – The Pediatric Anesthesia Emergence Delirium Scale – шкала после-наркозного делирия у детей

SpO₂ – насыщение гемоглобина артериальной крови кислородом

Watcha - шкала оценки ажитации

WSS - Wisconsin sedation scale – шкала седации детского госпиталя

Wisconsin

ЛИТЕРАТУРА.

1. Nagrebetsky, A. Growth of Nonoperating Room Anesthesia Care in the United States: A Contemporary Trends Analysis / A. Nagrebetsky, R.A. Gabriel, R.P. Dutton [et al.] // *Anesthesia & Analgesia*. – 2017. – V.124. I.4. – P. 1261–1267. DOI: 10.1213/ANE.0000000000001734
2. Горбунов, А.В. Роль лучевой диагностики в оценке состояния центральной нервной системы у новорожденных и детей раннего возраста : дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.09 / Горбунов Александр Валерьевич. – М., 2003. – 315 с.
3. Морозов, С.П. Информативность методов лучевой диагностики при различных патологических состояниях организма : методические рекомендации / С.П. Морозов, Д.С. Бурмистров, В.Ю. Босин. – Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 22. – М., 2018. – 29 с.
4. Lawrence, A. F. T. Children and MRIs: Why Sometimes the Best Anesthesia is No Anesthesia [Электронный ресурс]/ University of Vermont Medical Center Blog/ Blog/ Children's Health. – 2015. Режим доступа: <https://medcenterblog.uvmhealth.org/children-health/infants-children-and-mris-why-sometimes-the-best-anesthesia-is-no-anesthesia/>
5. Malisza, K. L. Reactions of Young Children to the MRI Scanner Environment / K. L. Malisza, T.Martin, D. Shiloff [et al.] // *Magnetic Resonance in Medicine*. – 2010. – № 64. – P. 377–381. DOI: 10.1002/mrm.22438
6. Schmit, P. Presence of parents in pediatric imaging/ P. Schmit // *Journal de radiologie*. – 1996. – V. 77.№1. – P. 60–63.
7. Newcastle Clinic. 10 inspiring examples of child-friendly MRI scanners [Электронный ресурс] / Newcastle Clinic // Newcastle Clinic News. – 2018. – Режим доступа: <https://newcastleclinic.co.uk/10-inspiring-examples-child-friendly-mri-scanners/>.
8. Lemaire, C. Impact of audio/visual systems on pediatric sedation in magnetic resonance imaging/ C. Lemaire, G.R. Moran, H. Swan // *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. – 2009. – V.30. I.3. – P. 649– 655. DOI: 10.1002/jmri.21870

9. Rothman, S. Does preparation of children before MRI reduce the need for anesthesia? Prospective randomized control trial. / S. Rothman, A. Gonen, A. Vodonos [et al.] // *Pediatric Radiology*. – 2016. – V.- 46. I.11. – P.1599-1605.
DOI: 10.1007/s00247-016-3651-6
10. Pressdee, D. The use of play therapy in the preparation of children undergoing MR imaging / D. Pressdee, L. May, E. Eastman [et al.] // *Clinical Radiology*. – 1997. – V. 52. I.12. – P. 945–947. DOI: 10.1016/s0009-9260(97)80229-2
11. Rosenberg, D.R. Magnetic resonance imaging of children without sedation: preparation with simulation / D.R. Rosenberg, J.A. Sweeney, J.S. Gillen [et al.] // *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. – 1997. – V. 36. I.6. – P. 853–859. DOI: 10.1097/00004583-199706000-00024
12. J. Zagoudis J. Pediatric MRI Calming Techniques New technologies and play-based simulation are providing new opportunities to reduce the number of procedures requiring anesthesia [Электронный ресурс] / J. Zagoudis / *Imaging technology news / Pediatric imaging*. – 2017. Режим доступа:
<https://www.itnonline.com/article/pediatric-mri-calming-techniques>
13. Arthurs, O. Anaesthesia or sedation for paediatric MRI: Advantages and disadvantages / O. Arthurs, M. Sury // *Current opinion in anaesthesiology*. – 2013. – V. 26. I.4. – P. 489-494. DOI: 10.1097/ACO.0b013e3283620121
14. Айзенберг, В.Л. Принципы анестезии у детей с церебральным параличом: методические рекомендации / В.Л. Айзенберг, А.В. Виноградов, А.В. Диордиев. – М.: Юрайт, 2011. – 128 с.
15. Ghaydaa, S. Childhood Cognitive Impairment / S. Ghaydaa // *Acta Psychopathologica*. – 2016. – V. 2. № 5. – P. 37. DOI: 10.4172/2469-6676.100063
16. Güzel, A. Magnetic Resonance Imaging in Children under Anesthesia: The Relationship between the Degree of Information Provided to Parents and Parents' Anxiety Scores / A. Güzel, A. Atlı, E. Doğan [et al.] // *Biomed Research International*. – 2014. – V. 2014. – P.425107. DOI: 10.1155/2014/425107
17. Guidelines for Patient Care in Anesthesiology [Электронный ресурс] / Committee on Surgical Anesthesia Last Amended // Сайт Американского общества

анестезиологов. – 2016. – Режим доступа: <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/guidelines-for-patient-care-in-anesthesiology>.

18. Mongodi, S. Ten-year experience with standardized non-operating room anesthesia with Sevoflurane for MRI in children affected by neuropsychiatric disorders /S. Mongodi, G. Ottonello, R. Viggiano [et al.]// BMC Anesthesiology. – 2019. – V.19. – P. 235. DOI: 10.1186/s12871-019-0897-1

19. Brioni, J.D. A clinical review of inhalation anesthesia with sevoflurane: from early research to emerging topics./ J.D. Brioni, S. Varughese, R. Ahmed [et al.]// J Anesth.- 2017 – V.31. – P.764–778 (2017). DOI:10.1007/s00540-017-2375-6

20. Линькова, Т.В. Введение в наркоз севофлураном у детей : дисс. ...канд. мед. наук: 14.01.20 / Линькова Татьяна Викторовна. – М., 2010. – 115 с.

21. Eger I.E. The pharmacology of inhaled anesthetics/ I. E.Eger. // Seminars in Anesthesia, Perioperative Medicine and Pain. – 2005. – № 2. – P. 89–100.

22. В.А. Михельсон. Детская анестезиология и реаниматология: учебное пособие / В.А. Михельсон, В.А. Гребенников. – М.: Изд-во «Медицина», 2001. – 52 с.

23. Sanders, R. D. Xenon: no stranger to anaesthesia / R. D. Sanders, N. P. Franks, M. Maze // British Journal of Anaesthesia. – 2003. – V. 91.№5. – P. 709–717. DOI: 10.1093/bja/aeg232

24. Yoshinori, N. Cost analysis of xenon anesthesia: a comparison with nitrous oxide–isoflurane and nitrous oxide–sevoflurane anesthesia / N. Yoshinori, G. Takahisa, N. Yoshinari // Journal of Clinical Anesthesia. – 1999. –V. 11.I.6. – P. 477–481. DOI: 10.1016/s0952-8180(99)00087-2

25. Brown, S.M. Nitrous oxide in modern anaesthetic practice / S.M. Brown, J.R. Sneyd // BJA Education. – 2016. – V.16. I.3. – P. 87– 91. DOI:10.1093/bjaceaccp/mkv019

26. Smith, I. Nitrous oxide in ambulatory anaesthesia: does it have a place in day surgical anaesthesia or is it just a threat for personnel and the global environment? / I. Smith // Current Opinion in Anaesthesiology. – 2006. – V.19. I.6. – P. 592–596. DOI: 10.1097/01.aco.0000247339.84685.d7.

27. Fassoulaki, A. Pretreatment with nitrous oxide enhances induction of anesthesia with sevoflurane: A randomized controlled trial / A. Fassoulaki, C. Staikou // *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*. – 2015. – V.31. I.4. – P. 511–516. DOI: 10.4103/0970-9185.169079
28. Von Ungern–Sternberg B. S. Desflurane but Not Sevoflurane Impairs Airway and Respiratory Tissue Mechanics in Children with Susceptible Airways / B. S. von Ungern–Sternberg, S. Saudan, F. Petak // *Anesthesiology*. – 2008. – V.108. I2. – P. 216–224. DOI: 10.1097/01.anes.0000299430.90352.d5
29. TerRiet, M. F., DeSouza, G. J. A., Jacobs, J. S. Which is most pungent: isoflurane, sevoflurane or desflurane? / M. F. TerRiet, G. J. A. DeSouza, J. S. Jacobs // *British Journal of Anaesthesia*. – 2000. – V.85. I.2. – P. 305–307. DOI: 10.1093/bja/85.2.305.
30. Лазарев, В.В. Анестезия галотаном у детей: все еще актуально? / В.В. Лазарев // *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. – 2019. – Т.9. №3. – С. 58–64.
31. Лазарев, В.В. Анестезия севофлураном при магнитно–резонансной томографии у детей/ В.В. Лазарев, В.С. Кочкин // *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. – 2012. – Т. 2. № 3. – с. 127-130.
32. Yoon, T. Blood Gas Analysis of Respiratory Depression during Sevoflurane Inhalation Induction for General Anesthesia in the Disabled Patients / T. Yoon, S. J. Kim // *Korean Acad Pediatr Dent*. – 2018. – V. 45.№4. – P. 508–513. DOI: 10.5933/jkapd.2018.45.4.508.
33. Цыпин, Л.Е. Ингаляционный наркоз севораном (севофлураном) у детей (Медицинская технология) : методическое пособие / Л.Е. Цыпин, В.В. Лазарев, А.А. Корсунский. – М.: Изд–во РГМУ, 2008. – 53 с.
34. Malan, T.P. Jr. Cardiovascular effects of sevoflurane compared with those of isoflurane in volunteers / T.P. Jr. Malan, J.A. Di Nardo, R.J. Isner [et al.]// *Anesthesiology*. – 1995. – V.83. I.5. – P. 918–928. DOI: <https://doi.org/10.1097/00000542-199511000-00004>

35. Artru, A.A. Intracranial pressure, middle cerebral artery flow velocity, and plasma inorganic fluoride concentrations in neurosurgical patients receiving sevoflurane or isoflurane/ A.A. Artru, A.M. Lam, Johnson J.O. [et al.]// *Anesthesia & Analgesia*. – 1997. – V.85. I.3. – P. 587–592. DOI: 10.1097/00000539-199709000-00019
36. Jääskeläinen, S.K. Sevoflurane is epileptogenic in healthy subjects at surgical levels of anesthesia / S.K. Jääskeläinen, K. Kaisti, L. Suni [et al.] // *Neurology*. – 2003. – V.61. I.8. – P. 1073–1078. DOI: 10.1212/01.wnl.0000090565.15739.8d
37. Kurita, N. The effects of sevoflurane and hyperventilation on electrocorticogram spike activity in patients with refractory epilepsy. / N. Kurita, M. Kawaguchi, T. Hoshida [et al.] // *Anesth Analg*. – 2005. – V.101. I.2. – P. 517–523. DOI: 10.1213/01.ANE.0000158606.31021.1F
38. Nieminen, K. Sevoflurane anaesthesia in children after induction of anaesthesia with midazolam and thiopental does not cause epileptiform EEG / K. Nieminen, S. Westeren–Punnonen, H. Kokki [et al.]// *British Journal of Anaesthesia*. – 2002. – V. 89. I.6. – P. 853–856. DOI: 10.1093/bja/aef290
39. Crul, J.F. The Effect of Inhalation Anaesthetics on Skeletal and Smooth Muscle / J.F. Crul, K. Peter and F. Jesch / *Inhalation Anaesthesia Today and Tomorrow*. - Springer, Berlin, Heidelberg: Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, 1982 – V. 150. – P. 183-186. DOI: 10.1007/978-3-642-68713-6_22
40. Miller R.D. *Miller's Anesthesia*. / R.D. Miller, L. Eriksson L. Fleisher, – 7th ed. - Philadelphia: Churchill Livingstone-Elsevier, 2010. – P. 521
41. Andropoulos, D.B. Effect of Anesthesia on the Developing Brain: Infant and Fetus/ D.B Andropoulos. // *Fetal Diagnosis and Therapy*. – 2018. – V.43. -№1. – P. 1-11. DOI: 10.1159/000475928
42. Davidson, A.J. Neurodevelopmental outcome at 2 years of age after general anaesthesia and awake–regional anaesthesia in infancy (GAS): an international multi-centre, randomised controlled trial / A.J. Davidson, N. Disma, J.C., de Graaff [et al.]// *Lancet*. – 2016. – № 387. – P. 239-250.

43. Davidson, A.J. Anesthesia and the developing brain: a way forward for clinical research / A.J. Davidson, K. Becke, J.de Graaff [et al]// Paediatric Anaesthesia. – 2015. – V.25.I.5. – P. 447-452. DOI: 10.1111/pan.12652
44. Moore, A.D. Emergence Delirium in Pediatric Anesthesia / A.D. Moore, D.L. Angheliescu // Paediatric Drugs. – 2017. – V.19. I.1. – P. 11–20. DOI: 10.1007/s40272-016-0201-5
45. Lee, J.J. Report on the Sixth Pediatric Anesthesia Neurodevelopmental Assessment (PANDA) Symposium, "Anesthesia and Neurodevelopment in Children" / J.J. Lee, L.S. Sun, R.J. Levy // Journal of Neurosurgical Anesthesiology. – 2019. – V.31. I.1. – P. 103-107. DOI: 10.1097/ANA.0000000000000538
46. Лазарев, В.В. Синдром постнаркозного возбуждения при ингаляционной анестезии севофлураном у детей / В.В. Лазарев, Л.Е. Цыпин // Анестезиология и реаниматология. – 2010. – №1. – С. 62–66.
47. Khattab, A. M. Sevoflurane–emergence agitation: Effect of supplementary low–dose oral ketamine premedication in preschool children undergoing dental surgery/ A. M. Khattab, Z. A. El–Seify // Saudi Journal of Anaesth. – 2009. – V.3. I.2. – P. 61–66. DOI:10.4103/1658-354X.57878
48. Cohen–Salmon, D. Perioperative psychobehavioural changes in children / D. Cohen–Salmon //Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation. – 2010. – V.29. I.4. – P. 289–300. DOI: 10.1016/j.annfar.2010.01.020
49. G. P. Vlajkovic. Emergence Delirium in Children: Many Questions, Few Answers/ G.P. Vlajkovic, R.P. Sindjelic / Anesthesia & Analgesia. - 2007 – V.104. I.1. – P. 84-91 DOI: 10.1213/01.ane.0000250914.91881.a8
50. Xu, H. Cause analysis, prevention, and treatment of postoperative restlessness after general anesthesia in children with cleft palate/ H. Xu, X.P. Mei, L.X. Xu // J Dent Anesth Pain Med. – 2017. – V. 17.№1. – P.13-20. DOI: 10.17245/jdapm.2017.17.1.13
51. Ko, Y.P. Premedication with low–dose oral midazolam reduces the incidence and severity of emergence agitation in pediatric patients following sevoflurane

anesthesia/ Y.P. Ko, C.J. Huang, Y.C. Hung [et al.]// *Acta Anaesthesiol Sin.* – 2001. – V.39. I.4. – P. 169-177.

52. Lindenmayer, J.P. The pathophysiology of agitation/ J.P. Linden Zagoudiser // *Clin Psychiatry.* – 2000. – N.61. – P. 5–10.

53. Hussain, A. Effect of Two Techniques of Parental Interaction on Children's Anxiety at Induction of General Anaesthesia—A Randomized Trial /A. Hussain, F. A. Khan. // *Turk J Anaesthesiol Reanim.* – 2018. – V.46.I.4. – P. 305–310. DOI: 10.5152/TJAR.2018.66750

54. Chundamala, M.A. An evidence-based review of parental presence during anesthesia induction and parent/child anxiety / M.A. Chundamala, G. James M.D. Wright, S. M. Kemp// *Canadian Journal of Anesthesia.* – 2009. – V.56. I.1. – P. 57-70. DOI: 10.1007/s12630-008-9008-3

55. Banaschewski, T. Neuropsychological correlates of emotional lability in children with ADHD/ T. Banaschewski, C. Jennen–Steinmetz. // *Child Psychol Psychiatry.* – 2012. – V.53. I.11. – P. 1139–1148. DOI: 10.1111/j.1469-7610.2012.02596.x

56. Bjorgaas, H. M. Mental Health in Children with Cerebral Palsy: Does Screening Capture the Complexity? /H. M. Bjorgaas, I. Elgen // *Scientific World Journal.*–2013. – V. 20. I.12. – P. 390–453. DOI: 10.1155/2013/468402

57. Gooden, R. The incidence of emergence delirium and risk factors following sevoflurane use in pediatric patients for day case surgery/ R. Gooden, I. Tennant // *Bras. Anesthesiol.*– 2014. – V.64. I.6. – P. 413-418. DOI: 10.1016/j.bjan.2013.09.011

58. El Batawi, H. Y. Effect of preoperative oral midazolam sedation on separation anxiety and emergence delirium among children undergoing dental treatment under general anesthesia/ H. Y. El Batawi // *Journal of International Society of preventive and Community Dentistry.* – 2015. –V.5.I2. – P.88–94.DOI: 10.4103/2231-0762.155728

59. Nandini, M. D. Premedication and Induction of Anaesthesia in paediatric patients / M. D. Nandini // *Indian J Anaesth.* – 2019. – V.63. I.9. – P. 713–720.

60. Fortier, M.A. Perioperative anxiety in children/ M.A. Fortier, A.M. Del Rosario, S.R. Martin [et al.] // *Paediatr Anaesth.* – 2010. – V.20. I.4. – P. 318–322. DOI: 10.1111/j.1460-9592.2010.03263.x
61. Fernandez, J. Partnering with families to minimize exposure to anesthesia [Электронный ресурс] / J. Fernandez // Boston Children's hospital. – 2009. – Режим доступа: <https://answers.childrenshospital.org/partnering-with-families-to-minimize-exposure-to-anesthesia/>.
62. Kawai M. The effect of midazolam administration for the prevention of emergence agitation in pediatric patients with extreme fear and non-cooperation undergoing dental treatment under sevoflurane anesthesia, a double-blind, randomized study./ M. Kawai, S. Kurata, T. Sanuki [et al.]// *Drug Des Devel Ther.* – 2019 – V.13 – P.1729-1737. DOI: 10.2147/DDDT.S198123
63. Breschan, C. Midazolam does not reduce emergence delirium after sevoflurane anesthesia in children/ C. Breschan, M. Platzer, R. Jost [et al.]// *Paediatr Anaesth.* – 2007. – V.17.I.4. – P. 347-352. DOI: 10.1111/j.1460-9592.2006.02101.x
64. Sikich, N. Development and psychometric evaluation of the pediatric anesthesia emergence delirium scale/ N. Sikich , J. Lerman // *Anesthesiology.* – 2004. – V.100. I.5. –P. 1138–1145. DOI: 10.1097/00000542-200405000-00015
65. Bajwa, S.A. A comparison of emergence delirium scales following general anesthesia in children / S.A. Bajwa, D.Costi, A.M. Cyna // *Paediatr Anaesth.* – 2010. – V.20. I.8 . – P. 704–711.DOI: 10.1111/j.1460-9592.2010.03328.x
66. Ali, M.A. Prevention of sevoflurane related emergence agitation in children undergoing adenotonsillectomy: A comparison of dexmedetomidine and propofol / M.A. Ali, A.A. Abdellatif // *Saudi J Anaesth.* – 2013. – V. 7. I.3. – P. 296–300. DOI: 10.4103/1658-354X.115363
67. Wu, X. Efficacy and safety of propofol in preventing emergence agitation after sevoflurane anesthesia for children / X. Wu, J. Cao, C. Shan // *Exp Ther Med.* – 2019. – № 17. – P. 3136–3140. DOI: 10.3892/etm.2019.7289
68. Abbas, M.S. Three minutes propofol after sevoflurane anesthesia to prevent emergence agitation following inguinal hernia repair in children: a randomized con-

- trolled trial/ M.S. Abbas, E.E.A. El-Hakeem, H.E. Kamel // *Korean J Anesthesiol.* – 2019. – V.72. I.3. – P. 253–259. DOI: 10.4097/kja.d.18.00345
69. Dong-Chan, K. Malignant hyperthermia/ K. Dong-Chan // *Korean J Anesthesiol.* – 2012. – V.63. I.5. – P. 391–401 DOI: 10.4097/kjae.2012.63.5.391.
70. Шнайдер, Н.А. Злокачественная гипертермия (синдром Икара): новый взгляд на старую проблему / Н.А. Шнайдер, В.А. Шнайдер // *Нервно-мышечные болезни.* – 2014. – № 1. – С. 21–29.
71. Заболотских, И.Б. Периоперационное ведение пациентов с нервно-мышечными заболеваниями (проект клинических рекомендаций ФАР России)/ И.Б. Заболотских, К.М. Лебединский, А.А. Белкин [и др.] // *Регионарная анестезия и лечение острой боли.* – 2014. – Т. 8. – № 2. – С. 58–75.
72. Miller R.D. *Miller's Anesthesia.* / R.D. Miller, L. Eriksson L. Fleisher, – 7th ed. - Philadelphia: Churchill Livingstone-Elsevier, 2010 – P. 1181-1190.
73. Machata, A.M. Propofol-based sedation regimen for infants and children undergoing ambulatory magnetic resonance imaging/ A.M. Machata, H. Willschke, B. Kabon [et al.]// *British Journal of Anaesthesia.* – 2008. – № 2. – P. 239–243. DOI: 10.1093/bja/aen153
74. Kim S. Evaluation of the safety of using propofol for paediatric procedural sedation: A systematic review and meta-analysis/ S. Kim, Hahn S, Jang MJ, [et al]// *Scientific Reports.* – 2019. – V.9. I.1. -12245. DOI: 10.1038/s41598-019-48724-x
75. Miller R.D. *Miller's Anesthesia.* / R.D. Miller, L. Eriksson L. Fleisher, – 7th ed. - Philadelphia: Churchill Livingstone-Elsevier, 2010 – P. 720–728.
76. Chidambaran, V. Propofol: a review of its role in pediatric anesthesia and sedation/ V. Chidambaran, A. Costandi, A. D'Mello // *CNS Drugs.* – 2018. – V. 32.I9. – P. 543-563. DOI: 10.1007/s40263-015-0259-6
77. Sebe, A. Comparison of midazolam and propofol for sedation in pediatric diagnostic imaging studies/ A. Sebe , H.L. Yilmaz // *Postgrad Med.* – 2014. – V. 126. I.3. – P. 225–230. DOI: 10.3810/pgm.2014.05.2770
78. Grounds, R.M. The haemodynamic effects of intravenous induction. Comparison of the effects of thiopentone and propofol / R.M. Grounds, A.J. Twigley, F. Car-

li [et al.]// *Anaesthesia*. – 1985. – V.40. I. 8. – P. 735–740. DOI: 10.1111/j.1365-2044.1985.tb10996.x

79. Paventi, S. Effects of sevoflurane versus propofol on QT interval / S. Paventi, A. Santevecchi, R. Ranieri // *Minerva Anesthesiol.* — 2001. — V. 67. I.9. — P. 637-640.

80. Smith, A.L. Cerebral blood flow and metabolism: Effects of anesthetic drugs and techniques/ A.L. Smith, H. Wollman // *Anesthesiology*. – 1972. – V.36. – P. 378–400. DOI: 10.1097/00000542-197204000-00015

81. Ramani, R. A dose–response study of influence of propofol on cerebral blood flow, metabolism and the electroencephalogram in the rabbit/ R. Ramani, M.M. Todd, D.S. Warner // *J Neurosurg Anesth.* – 1992. – V.4. №2. – P.110–119. DOI: 10.1097/00008506-199204000-00006

82. Wang, B. Effect of sedative and hypnotic doses of propofol on the EEG activity of patients with or without a history of seizure disorders / B. Wang, Q. Bai, X. Jiao // *J Neurosurg Anesthesiol.* – 1997. – V. 9. №4. – P. 335–340. DOI: 10.1097/00008506-199710000-00008.

83. Цейтлин, А.М. Применение пропофола в нейроанестезиологии [Электронный ресурс] / А. М. Цейтлин, А. Ю. Лубнин // Сайт отделения анестезиологии НИИ имени Бурденко. – 2019. – Режим доступа: <http://www.neuroanesth.narod.ru/j/199/4.htm>

84. Цейтлин, А.М. Анестезия при хирургическом лечении эпилепсии у детей: влияние пропофола на интраоперационную ЭКГ и ЭЭГ/ А.М. Цейтлин, Н.А. Архипова, А.Ю. Лубнин // *Материалы конференции по детской челюстной–лицевой хирургии и нейрохирургии.* – М. – 1998. – С. 114.

85. Borgeat, A. Propofol and spontaneous movements: an EEG study/ A. Borgeat, C. Dessibourg, V. Popovic [et al.]// *Anesthesiology*. – 1991. – V.74. I.1. – P. 24–27. DOI: 10.1097/00000542-199101000-00005

86. Kam, P.C. Propofol infusion syndrome/ P.C. Kam, D. Cardone // *Anaesthesia*. – 2007. – V.62. I.7. – P. 690–701. DOI: 10.1111/j.1365-2044.2007.05055.x

87. Finsterer, J. Drugs Interfering With Mitochondrial Disorders. Affiliations expand /J. Finsterer, L. Segall // *Drug and Chemical Toxicology*. – 2010. – № 33(2). – P. 138–151. DOI: 10.3109/01480540903207076
88. Savard, M. Propofol-related infusion syndrome heralding a mitochondrial disease: Case report/ M. Savard, N. Dupré, A. F. Turgeon [et al.]// *Neurology*. – 2013. – V. 81. №8. – P. 770–771. DOI: 10.1212/WNL.0b013e3182a1aa78
89. Tan, C. H. Pain on injection of propofol/ C. H. Tan, M. K. Onsiong // *Anaesthesia*. – 1998. – № 53. – P. 468–476. DOI: 10.1046/j.1365-2044.1998.00405.x
90. Инструкция к применению лекарственного препарата Пропофол Фрезениус (Propofol Fresenius) [Электронный ресурс] // Справочник лекарственных и товаров аптечного ассортимента. – 2021. – Режим доступа: https://www.rlsnet.ru/tn_index_id_15661.htm.
91. Pacific, G. M. Clinical Pharmacology of Midazolam in Neonates and Children: Effect of Disease—A Review/ G. M. Pacific. // *Int J Pediatr*. – 2014. – V. 2014. – 309342. DOI: 10.1155/2014/309342
92. Reves, J.G. Midazolam: pharmacology and uses/ J.G. Reves, R.J. Fragen, H.R. Vinik // *Anesthesiology*. – 1985. – V. 62.I.3. – P. 310–324.
93. Rane, A. Clinical pharmacokinetics in infants and children/ A. Rane, J.T. Wilson // *Clin. Pharmacokinet*. – 1976. – № 1. – P. 2–24. DOI: 10.2165/00003088-197601010-00002
94. Edward, M. G. Clinical Anesthesiology/ M. G. Edward, M. S. Mikhail, M.J. Murray – 4th ed. –Large Medical Books/ McGraw–Hill Medical Publishing Division, 2005. – 1108 с.
95. Ranju, S. Midazolam as a Sole Sedative for Computed Tomography Imaging in Pediatric Patients/ S. Ranju, K. Nishant, V. Hoday // *Paediatr Anaesth*. – 2009. – V. 19. I.9. – P. 899–904. DOI: 10.1111/j.1460-9592.2009.03084.x
96. Cravero, J. P. Selection of medications for pediatric procedural sedation outside of the operating room [Электронный ресурс] / J. P Cravero, M. G. Roback // Literature review current through. –2020. – Режим доступа:

<https://www.uptodate.com/contents/selection-of-medications-for-pediatric-procedural-sedation-outside-of-the-operating-room>

97. Saad, S.A. Oral Midazolam Premedication for Children Undergoing General Anaesthesia for Dental Care/ S.A. Sheta, M. Al Sarheed// *Int J Pediatr.* – 2009 – V.2009 - 274380. DOI: 10.1155/2009/274380
98. Veldhorst–Janssen, N. M. Intranasal delivery of rapid acting drugs: Studies of pharmacokinetics, effect, tolerability and satisfaction/ N. M. Veldhorst–Janssen // *Universitaire Pers Maastricht. PhD Thesis.* – 2014. – 143 p. DOI: 10.26481/dis.20130322nv
99. Crowe, T. P. Mechanism of Intranasal Drug Delivery Directly to the Brain/ T. P Crowe, M. Greenlee, A. Kanthasamy [et al.]// *Life Sci.* – 2018. – V. 195. – P. 44-52. DOI: 10.1016/j.lfs.2017.12.025
100. Fortuna, A. Intranasal Delivery of Systemic–Acting Drugs: Small–Molecules and Biomacromolecules / A. Fortuna, G. Alves // *Eur J Pharm Biopharm.* – 2014. –V.88. I.1. – P. 8–27. DOI: 10.1016/j.ejpb.2014.03.004
101. Gupta, A. Comparison between intranasal dexmedetomidine and intranasal midazolam as premedication for brain magnetic resonance imaging in pediatric patients: A prospective randomized double blind trial /A. Gupta, N. Dalvi, B. Tendolkar // *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* – 2017. – V.33. I.2. – P. 236–240.
102. Schrier, L. Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of a New Highly Concentrated Intranasal Midazolam Formulation for Conscious Sedation /L. Schrier, R. Zuiker // *Br J Clin Pharmacol.* – 2017. – V. 83. I.4. – P. 721–731. DOI: 10.1111/bcp.13163
103. Naaz, S. Dexmedetomidine in Current Anaesthesia Practice– A Review/ S. Naaz, E. Ozair // *J Clin Diagn Res.* – 2014. – V.8. I.10.- P. 1-4. DOI: 10.7860/JCDR/2014/9624.4946
104. Gertler, R. Dexmedetomidine: a novel sedative–analgesic agent/ R. Gertler, H.C. Brown, D.H. Mitchell [et al.] // *Proc (Bayl Univ Med Cent).* – 2001. – V.14. I.1. – P. 13–21. DOI: 10.1080/08998280.2001.11927725

105. Coté, C.J. A Practice of Anesthesia for Infants and Children. 4th edition / Charles J. Coté, Jerrold Lerman, I. David Todres. W.B. / Saunders. – 2009. – P.89–146.
106. Hsu, Y.W. Dexmedetomidine pharmacodynamics: part I: crossover comparison of the respiratory effects of dexmedetomidine and remifentanyl in healthy volunteers/ Y.W. Hsu, L.I. Cortinez, K.M. Robertson [et al.] // Anesthesiology. – 2004. – V.101.I.5. – P. 1066—1076. DOI: 10.1097/00000542-200411000-00005.
107. Ebert, T.J. The effects of increasing plasma concentrations of dexmedetomidine in humans/ T.J. Ebert, J.E. Hall, J.A. Barney [et al.]//Anesthesiology.– 2000. – V. 93. – P. 382—394. DOI: 10.1097/00000542-200008000-00016
108. Ramsay, M.A. Dexmedetomidine as a total intravenous anesthetic agent/ M.A. Ramsay, D.L. Luterman // Anesthesiology. – 2004. – № 101. – P. 787—790. DOI: 10.1097/00000542-200409000-00028
109. Ice, C. Risk Factors for Dexmedetomidine–Associated Hemodynamic Instability in Noncardiac Intensive Care Unit Patients / C. Ice, H. Personett, E. Frazee [et al.]// Anesth Analg. – 2016. – V.122. I.2. – P. 462–469. DOI: 10.1213/ANE.0000000000001125
110. Talke, P. Dexmedetomidine does not reduce epileptiform discharges in adults with epilepsy. / P. Talke, C. Stapelfeldt, P. Garcia // J. Neurosurg. Anesthesiol. – 2007. – N.19. – P. 195—199. DOI: 10.1097/ANA.0b013e318060d281
111. Nelson, L.E. The alpha₂–adrenoceptor agonist dexmedetomidine converges on an endogenous sleep–promoting pathway to exert its sedative effects/ L.E. Nelson, J. Lu, T. Guo //Anesthesiology. – 2003. – N. 98. – P. 428—436.
112. Correa–Sales, C. A Hypnotic Response to Dexmedetomidine, an α^2 Agonist, Is Mediated in the Locus Coeruleus in Rats/ C. Correa–Sales, B. C. Rabin, M.Maze // Anesthesiology. – 1992. – V.76. I.6. – P. 948–952. DOI: 10.1097/00000542-199206000-00013
113. Venn, R.M. Preliminary UK experience of dexmedetomidine, a novel agent for postoperative sedation in the intensive care unit/ R.M. Venn, C.J. Bradshaw, R. Spencer //Anaesthesia. – 1999. – N.54. – P. 1136—1142. DOI: 10.1046/j.1365-2044.1999.01114.x

114. Avitsian, R. Dexmedetomidine and awake fiberoptic intubation for possible cervical spine myelopathy: a clinical series/ R. Avitsian, J. Lin, M. Lotto [et al.]// *Neurosurg Anesthesiol.* – 2005. – V.17. I.2. – P. 97–99. DOI: 10.1097/01.ana.0000161268.01279.ba
115. Schoeler, M. Dexmedetomidine is neuroprotective in an in vitro model for traumatic brain injury/ M. Schoeler, P.D. Loetscher, R. Rossaint // *BMC Neurol.* – 2012. – V.12.N.20. DOI: 10.1186/1471-2377-12-20
116. Zhang N. Neuroprotection of dexmedetomidine against propofol–induced neuroapoptosis partly mediated by PI3K/Akt pathway in hippocampal neurons of fetal rat / N. Zhang , S. Quan–ping, W. Zhang [et al] // *J Zhejiang Univ Sci B.* – 2017. – V. 18.I.9. – P. 789–796. DOI: 10.1631/jzus.B1600476
117. Perez–Zoghbi, J. F. Dexmedetomidine–mediated neuroprotection against sevoflurane–induced neurotoxicity extends to several brain regions in neonatal rats/ J. F. Perez–Zoghbi, W. Zhu, M. R. Grafe [et al.] // *British Journal of Anaesthesia.* – 2017. – V. 119. I.3. – P. 506–516. DOI: 10.1093/bja/aex222
118. Kim, J. Intraoperative Use of Dexmedetomidine for the Prevention of Emergence Agitation and Postoperative Delirium in Thoracic Surgery: A Randomized–Controlled Trial /J. Kim, H. Ahn // *Can J Anaesth.* – 2019. – V.66. I.4. – P. 371–379. DOI: 10.1007/s12630-019-01299-7
119. Flükiger, J. Dexmedetomidine in prevention and treatment of postoperative and intensive care unit delirium: a systematic review and meta–analysis/ J. Flükiger, A. Hollinger // *Ann Intensive Care.* – 2018. – N 8(92). DOI: 10.1186/s13613-018-0437-z.
120. Li, A. Pharmacokinetic and pharmacodynamic study of intranasal and intravenous dexmedetomidine/ A. Li, V. M. Yuen, S. Goulay–Dufay [et al.]// *Br J Anaesth.* – 2018. – V.120. I.5. – P. 960–968. DOI: 10.1016/j.bja.2017.11.100
121. Olgun, G. Use of Intranasal Dexmedetomidine as a Solo Sedative for MRI of Infants/ G. Olgun, M.H. Ali // *Hosp Pediatr.* – 2018. – V.8. I.2. – P. 68-71. DOI:10.1542/hpeds.2017-0120

122. Tug, A. Comparison of Two Different Intranasal Doses of Dexmedetomidine in Children for Magnetic Resonance Imaging Sedation/ A. Tug // *Paediatr Drugs*. – 2015. – V. 17. I.6. – P. 479–85. DOI: 10.1007/s40272-015-0145-1.
123. Pavithra, V. Comparison of two doses of intranasal dexmedetomidine as premedication in children Department of Anaesthesia, B. J. Medical College, Civil Hospital, Ahmedabad, Gujarat/ V. Pavithra, M. N. Ramani, S. K. Shah// *Pediatric Anesthesia and Critical Care Journal*. – 2017. – V.5. I.2 – P. 86–94. DOI: doi:10.14587/paccj.2017.14
124. Uusalo, P. Pharmacokinetics and Sedative Effects of Intranasal Dexmedetomidine in Ambulatory Pediatric Patients/ P. Uusalo, S. Guillaume // *Anesthesia & Analgesia*. – 2020. – V.130. I.4. – P. 949–957. DOI:10.1213/ANE.0000000000004264
125. Инструкция к применению лекарственного препарата Дексмедетомидин (Dexmedetomidinum) [Электронный ресурс] // Справочник лекарственных и товаров аптечного ассортимента. – 2021. – Режим доступа: https://www.rlsnet.ru/mnn_index_id_6128.htm.
126. Lee, S. Dexmedetomidine: present and future directions/ S. Lee // *Korean J Anesthesiol*. – 2019. – V.72. I.4. – P. 323–330. DOI: 10.4097/kja.19259
127. Abhijit N. Less explored off-label indications of dexmedetomidine/ N. Abhijit // *Korean J Anesthesiol*. – 2017. – V.70. I.3. – P. 361–362. DOI: 10.4097/kjae.2017.70.3.361
128. Мустафина–Бредихина, Д.М. Применение лекарственных препаратов off-label: международный опыт и перспективы в России/ Д.М. Мустафина–Бредихина// *Неонатология: новости, мнения, обучение*. – 2015.– №1(7) – С.77-79.
129. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 5 мая 2012 г. N 502н (ред. от 02.12.2013) «Об утверждении порядка создания и деятельности врачебной комиссии медицинской организации» (зарегистрировано в Минюсте России 09.06.2012 №24516) / *Российская газета – Федеральный выпуск* N 141 (5814) от 22 июня 2012 г.
130. Диордиев, А.В. Анестезиологическое обеспечение при реконструктивных оперативных вмешательствах у пациентов с детским церебральным пара-

lichem : дисс. ... д-ра мед. наук : 14.01.20 / Диордиев Андрей Викторович. – М., 2014. – 247 с.

131. Palisano, R. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy/ R. Palisano, P. Rosenbaum, S. Walter [et al.]// *Dev Med Child Neurol.* – 1997. – V. 39. I.4. – P. 214–223. DOI: 10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x

132. Ельникова, Т.Н. Особенности центральной и периферической гемодинамики у детей с церебральным параличом / Т.Н. Ельникова, Г.М. Дворяковская, А.П. Иванов // *Педиатрия.* – 1982. – N.4. – С.19–22.

133. Перепонов, Ю.П. Особенности кардиореспираторной системы у больных со стойкими последствиями детского церебрального паралича: автореф. дис. д-ра мед. наук / Перепонов Юрий Павлович. – М., 2000.

134. Del Giudice, E. Cerebral Palsy and Gut Functions / E. Del Giudice // *Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition.* – 1997. – N.25. – P. 22–23.

135. Read, N.W. Physiology of gastric emptying and pathophysiology of gastroparesis/ N.W. Read, L.A. Houghton // *Gastroenterol Clin North Am.* – 1989. – N. 18. – P. 359—373.

136. Диордиев, А. В. Анестезия у больных с церебральным параличом/ А. В. Диордиев, В. Л. Айзенберг, Е. С. Яковлева // *Регионарная анестезия и лечение острой боли.* – 2015. – Т. 9. №3. – С.29-36.

137. Tudor–Drobjewski, B. A. Randomised Controlled Trial Comparing Pre-operative Carbohydrate Loading With Standard Fasting in Paediatric Anaesthesia/ B. A. Tudor–Drobjewski, P. Marhofer, O. Kimberger // *Br J Anaesth.* – 2018. – V. 12. I.3. – P. 656–661. DOI: 10.1016/j.bja.2018.04.040

138. Jan, B. M. Dental health of children with cerebral palsy. / B. M. Jan, M. M. Jan // *FRCPC(C) Neurosciences (Riyadh).* – 2016. – V.21. I.4. – P. 314–318. DOI: 10.17712/nsj.2016.4.20150729

139. Singhi, P. Epilepsy in Children With Cerebral Palsy/ P. Singhi, S. Jagirdar, N. Khandelwal // *J Child Neurol.* – 2003. – V. 18. I.3. – P. 174–169. DOI: 10.1177/08830738030180030601.

140. Котов, А.Е. Медицинские манипуляции у больных с эпилепсией/ А.Е. Котов // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. – 2010. – Т. 2. № 4 – С.23-31.

141. Туровская, Н.Г. Эпилепсия и нарушения психического развития: обзор результатов научных исследований / Н.Г. Туровская // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2016. – Т. 9. № 3. – С. 40–53.

142. Мухин, К.Ю. Формирование когнитивных и психических нарушений при эпилепсии: роль различных факторов, связанных с заболеванием и лечением (обзор литературы и описания клинических случаев) / К.Ю. Мухин, О.А. Пылаева // Русский журнал детской неврологии. – 2017. – Т. 12. № 3. – С. 7-32

143. Patel, Y. Pediatric multiple sclerosis / Y. Patel, V. Bhise, L. Krupp // Ann Indian Acad Neurol. – 2009. – V. 12. I.4. – P. 238–245. DOI: 10.4103/0972-2327.58281

144. Hoffman G.M. Risk Reduction in Pediatric Procedural Sedation by Application of an American Academy of Pediatrics/American Society of Anesthesiologists Process Model/ G. M.Hoffman, R. Nowakowski, T. J. Troshynski [et al.] // Pediatrics. – 2002. – V.109. I.2. – P. 236–243.DOI: 10.1542/peds.109.2.236

145. Aldrete J.A. The post–anesthesia recovery score revisited/ J.A. Aldrete // Journal of Clinical Anesthesia. – 1995. – V7. I.1. –P. 89–91.DOI: 10.1016/0952-8180(94)00001-K

146. Kanal, E. Expert Panel on MR Safety. ACR guidance document on MR safe practices/ E. Kanal, A.J. Barkovich // J Magn Reson Imaging. – 2013. – N.37. – P. 501–530. DOI: 10.1002/jmri.24011

147. Practice Advisory on Anesthetic Care for Magnetic Resonance Imaging: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Anesthetic Care for Magnetic Resonance Imaging //Anesthesiology. – 2015. – № 122. – P. 495–520. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000458

148. Полуэктов, М.Г. Сон у детей: от физиологии к патологии/ М.Г. Полуэктов, П.В. Пчелина // Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова. Медицинский совет. – 2017. – № 9. – С. 97–102.