

DOI: <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2025-15-2-85-91>

Нейромышечная блокада при анестезии в челюстно-лицевой онкохирургии: особенности, преимущества, проблемы и пути их решения (обзор литературы)

Т.Е. Селина, А.А. Афанасенков, В.Е. Груздев*Клинический госпиталь «Лапино» группы компаний «Мать и дитя»; Россия, 143081 Московская обл., д. Лапино, 1-е Успенское шоссе, 111***Контакты:** Татьяна Евгеньевна Селина dsl.adele@gmail.com

Данный обзор посвящен проблеме безопасной, управляемой миоплегии во время проведения анестезии у пациентов с опухолями челюстно-лицевой области. Рассмотрены анатомические особенности, присущие этой категории больных, которые могут повлиять на проходимость верхних дыхательных путей при стандартной индукции анестезии. Представлены современные препараты как для обеспечения миоплегии, так и для реверсии нейромышечного блока. В качестве иллюстрации приведены 2 клинических случая применения сугаммадекса для быстрого прекращения действия миорелаксантов в экстренной ситуации. Также даны современные рекомендации по безопасному использованию миорелаксантов и их антагонистов при анестезии в ходе плановых операций в челюстно-лицевой онкохирургии.

Ключевые слова: миоплегия, остаточный нейромышечный блок, рокуроний, сугаммадекс, реверсия нейромышечного блока, нейромышечный мониторинг

Для цитирования: Селина Т.Е., Афанасенков А.А., Груздев В.Е. Нейромышечная блокада при анестезии в челюстно-лицевой онкохирургии: особенности, преимущества, проблемы и пути их решения (обзор литературы). Опухоли головы и шеи 2025;15(2):85–91.

DOI: <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2025-15-2-85-91>

Neuromuscular blockade in anaesthesia for maxillofacial cancer surgery: specifics, advantages, challenges and solutions (literary review)

T.E. Selina, A.A. Afanasenkov, V.E. Gruzdev*Clinical Hospital "Lapino" of the "Mother and Child" Group of companies; 111 1st Uspenskoe Shosse, Lapino, Moscow Region 143081, Russia***Contacts:** Tatiana Evgenievna Selina dsl.adele@gmail.com

This review discusses the problem of safe, controlled myoplegia during anesthesia in patients with tumors of the maxillofacial area. Anatomical features of this category of patients affecting the permeability of the upper respiratory tract during standard induction of anesthesia are considered. Modern drugs for myoplegia and neuromuscular block reversal are presented. As an illustration, 2 clinical cases of using sugammadex for fast cessation of myorelaxant action in an emergency situation are described. Modern guidelines on safe use of myorelaxants and their antagonists for anesthesia in planned surgeries in maxillofacial oncological surgery are presented.

Keywords: myoplegia, residual neuromuscular block, rocuronium, sugammadex, neuromuscular block reversal, neuromuscular monitoring

For citation: Selina T.E., Afanasenkov A.A., Gruzdev V.E. Neuromuscular blockade in anaesthesia for maxillofacial cancer surgery: specifics, advantages, challenges and solutions (literary review). Opuholi golovy i shei = Head and Neck Tumors 2025;15(2):85–91. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2025-15-2-85-91>

Введение

В современной хирургии наблюдается тенденция к применению прецизионных малоинвазивных вмешательств. Тем не менее в ряде случаев высокотравматичные, а порой и калечащие операции проводятся и в настоящее время. Результаты лечения онкологических заболеваний и снижение частоты развития рецидивов во многом зависят от радикальности хирургического вмешательства. Поэтому основными задачами анестезиолога-реаниматолога являются безопасное проведение анестезии при любых виде и объеме операции, коррекция функциональных нарушений и адаптация организма пациента к анатомическим изменениям, произошедшим после вмешательства.

Особого внимания заслуживают пациенты после челюстно-лицевых операций. Наибольшие проблемы возникают при обеспечении проходимости верхних дыхательных путей (ВДП), что является неотъемлемой частью анестезиологического пособия. Это обусловлено тем, что перед операцией у таких больных уже имеются нарушения жизненно важной дыхательной функции из-за изменений анатомии, вызванных опухолью. Также после радикального хирургического вмешательства меняется путь прохождения воздуха в легкие. Обеспечение проходимости дыхательных путей во время вводной анестезии и безопасный перевод пациента на спонтанное дыхание после операции — важные задачи, которые стоят перед анестезиологом. Шаткое равновесие между компенсацией доставки воздуха в легкие и угрозой гипоксемии может в любой момент нарушиться при прогрессировании основного заболевания. Применение лекарственных препаратов с седативным или миорелаксирующим эффектом способно приблизить этот критический момент. Так в условиях измененной анатомии ВДП рутинная масочная вспомогательная вентиляция легких может оказаться неэффективной, а интубация трахеи — невозможной, что приведет к смерти пациента от гипоксемии. Лекарственные средства, которые призваны помочь решить проблему адаптации к искусственной вентиляции легких (ИВЛ) во время анестезии, у пациентов с опухолями челюстно-лицевой области могут вызвать специфические осложнения, о которых врач должен помнить, чтобы предотвратить или скорректировать их.

С совершенствованием хирургической техники появились новые требования к анестезиологическому обеспечению. Применение мышечных релаксантов — рутинная анестезиологическая процедура, которая в подавляющем большинстве случаев проводится при выполнении операций в условиях общей анестезии и ИВЛ, делая их более безопасными и менее травматичными. Это стало одним из ключевых факторов развития современной анестезиологии и малоинвазивной хирургии.

Несмотря на то что у анестезиологов имеется широкий арсенал препаратов, сукцинилхолин (миорелаксант с деполяризующим механизмом действия и большим количеством побочных эффектов) долгое время оставался лидером в обеспечении индукции миоплегии и короткой релаксации. С появлением альтернативы — рокурония бромид (миорелаксанта с недеполяризующим механизмом действия), схожего по скорости развития эффекта с сукцинилхолином, миоплегия, которая обеспечивалась минимум двумя компонентами (один — для индукции, второй — для поддержания), стала единой в составе общей анестезии. Рокуроний позволил анестезиологам избавиться от вынужденной комбинации миорелаксантов с разным механизмом действия. Эффективность концепции мономиоплегии (использование одного миорелаксанта на протяжении всего хирургического вмешательства) подтверждается множеством научных работ [26].

С введением миоплегии в основные компоненты общей анестезии появились новые серьезные проблемы, главная из которых — остаточный нейромышечный блок. Впервые он описан в 1954 г. Н.К. Beecher D.P. Todd, которые обнаружили, что при операциях, в ходе которых применяли миорелаксанты, наблюдалась более высокая летальность по сравнению с хирургическими вмешательствами без их использования. В 63 % случаев причиной летального исхода служило развитие дыхательных нарушений (обструкция ВДП и тяжелая гипоксемия) [1].

Проблема остаточного нейромышечного блока остается актуальной и в настоящее время. Согласно результатам исследования С.С. Петрикова и соавт., в которое вошли 124 пациента, остаточный нейромышечный блок выявлен в 87,7 % случаев [2]. В 2024 г. неполное восстановление нейромышечной проводимости отмечено почти у каждого 2-го пациента [3]. Результаты исследования А. Piersanti и соавт. подтверждают, что даже однократное введение миорелаксанта может привести к остаточному нейромышечному блоку [4].

Варианты реверсии нейромышечного блока

Традиционный вариант. Длительное время единственной возможностью реверсии нейромышечного блока было введение ингибиторов ацетилхолинэстеразы. Однако эти препараты также имеют недостатки. Результаты многочисленных исследований подтверждают, что при использовании ингибиторов ацетилхолинэстеразы может возникнуть большое количество побочных эффектов: брадикардия, аритмии, бронхоспазм, усиление секреции слюнных и бронхиальных желез, послеоперационные тошнота и рвота [5]. Результаты исследования J.E. Caldwell показали, что у 50 % пациентов после введения неостигмина метилсульфата развились осложнения со стороны сердечно-сосудистой

системы в виде тахикардии, брадикардии и нарушения ритма сердца [6]. Большое количество нежелательных явлений привело к необходимости использования комбинации из нескольких препаратов, что не всегда представлялось возможным из-за наличия у пациентов сопутствующей патологии. Применение антихолинэргических препаратов (атропина или гликопирролата) в большинстве случаев помогает избежать одних побочных эффектов, но вызывает другие — мидриаз, повышение внутриглазного давления, сухость во рту. Также введение ингибитора ацетилхолинэстеразы ограничивается глубиной нейромышечного блока. Необходимым условием для его реверсии является частичное восстановление нейромышечной проводимости [7].

Хирургические вмешательства по поводу опухолей головы и шеи, травм и аномалий строения челюстно-лицевой области сопряжены не только со сложностями во время интубации в связи с вариативностью изменений анатомии ВДП, но и при экстубации. У данной категории пациентов наблюдается более высокий риск развития дыхательных осложнений на этапе экстубации и после нее, что связано с возможным возникновением послеоперационного отека дыхательных путей (особенно после длительных реконструктивных операций), кровотечения, аспирации и ларингоспазма [8]. Нарушение анатомии ВДП, вызванное опухолью, сильно осложняет безопасную интубацию трахеи, а проведение операции может сделать невозможным быстрое нехирургическое обеспечение проходимости ВДП, если это потребуется.

Таким образом, необходим поиск вариантов решения проблемы реверсии нейромышечного блока и нового антагониста миорелаксантов, обладающего как безопасностью, так и способностью эффективно и надежно устранять его.

Современное состояние вопроса. В последние годы более надежной и безопасной альтернативой антихолинэстеразным препаратам является сугаммадекс, который представляет собой модифицированный γ -циклодекстрин, способный селективно связываться с аминостероидными миорелаксантами (рокурониум и т.п.). Трехмерная структура молекулы γ -циклодекстрина напоминает усеченный конус с липофильным ядром и гидрофильной наружной частью. Захваченные внутрь молекулы миорелаксанты связываются нековалентными связями с липофильным ядром, в результате чего формируется водорастворимый комплекс [9]. Преимущество применения циклодекстринов для восстановления нейромышечной проводимости заключается в их высокой растворимости и ограниченной биологической активности, что снижает риск развития побочных эффектов [10].

При образовании прочного комплекса между сугаммадексом и рокурониумом происходит быстрое снижение эффективной плазменной концентрации свободного рокурония, что создает градиент концентрации

между плазмой и нейромышечным синапсом. За счет обратной диффузии снижается количество связанных N-холинорецепторов и происходит восстановление нейромышечной проводимости без снижения абсолютной и относительной концентраций нейромедиатора в синапсе [11]. Результаты исследования R.K. Jones и соавт. показали, что в отличие от ингибиторов ацетилхолинэстеразы сугаммадекс способен устранить даже глубокий нейромышечный блок [25].

Согласно клиническим рекомендациям к моменту немедленной или отсроченной экстубации нейромышечный блок должен быть полностью устранен [8, 12]. Влияние миорелаксантов на нейромышечную проводимость индивидуальна, поэтому для контроля за реверсией блока рекомендовано выполнять рутинный интраоперационный мониторинг нейромышечной проводимости. Наиболее часто используют режим стимуляции 4 последовательными импульсами (train-of-four stimulation, TOF). Результат представлен в виде количества TOF-ответов (оценка мышечных подергиваний (от 0 до 4) в ответ на четырехразрядную стимуляцию). Оценивается отношение амплитуд T4 и T1 (4-го импульса к 1-му). При отсутствии нейромышечного блока оно равно 100 %. Глубокий нейромышечный блок — это полное отсутствие проведения сигнала после TOF-стимуляции. При нормальной нейромышечной проводимости TOF составляет 90–100 %. Экстубация считается безопасной при восстановлении нейромышечной проводимости до TOF >90 % [12].

Клиническое применение сугаммадекса

Безопасность и эффективность сугаммадекса продемонстрирована результатами ряда клинических исследований. В отличие от антихолинэстеразных препаратов он не влияет на холинэргическую систему, что выражается в отсутствии брадикардии, бронхоспазма, гиперсаливации слюнных и бронхиальных желез [13].

K. Suu и соавт. исследовали эффективность и дозозависимость реверсии нейромышечного блока у 80 пациентов при введении сугаммадекса после применения рокурония (в дозе 0,6 мг/кг) или векурония (в дозе 0,1 мг/кг). Пациенты были случайно распределены на группы рокурония и векурония, а также сугаммадекса и плацебо. Время спонтанного восстановления нейромышечной проводимости у пациентов с плацебо (TOF >90 %) в группе рокурония составило 31,8 мин, в группе векурония — 48,8 мин. Сугаммадекс применяли при TOF, равном 1–2 ответам. Время реверсии блока у пациентов группы рокурония при введении сугаммадекса в дозах 0,5 и 4 мг/кг составило 3,7 и 1,1 мин соответственно, у больных группы векурония, получавших сугаммадекс в дозах 1 и 8 мг/кг, — 2,5 и 1,4 мин соответственно [14].

S. Schaller и соавт. сравнили скорость реверсии нейромышечного блока у 99 пациентов после введения неостигмина и сугаммадекса. После достижения зна-

чения TOF 50 % больных случайно распределили на группы неостигмина, сугаммадекса и плацебо. Среднее время реверсии нейромышечного блока (TOF >90 %) в группе сугаммадекса составило 2 мин, в группе неостигмина — 5 мин, в группе плацебо — 19 мин [15].

P. Duvaldestin и соавт. описали реверсию глубокого нейромышечного блока с помощью сугаммадекса после применения рокурония или векурония на фоне анестезии севофлураном. Результаты этого исследования продемонстрировали дозозависимое ускорение восстановления нейромышечной проводимости: при введении сугаммадекса в дозах 4 и 8 мг/кг достижение TOF >90 % заняло 1,7 и 1,1 мин соответственно [16].

Хирургические вмешательства, связанные со злокачественными опухолями области головы и шеи, травмами и аномалиями строения челюстно-лицевой зоны, часто требуют поддержания глубокого нейромышечного блока. Примером этого служит микрохирургия гортани — непродолжительная операция, при которой необходимы общая анестезия и обеспечение глубокого нейромышечного блока. Мышцы гортани обладают более высокой резистентностью к миорелаксантам в отличие от других периферических мышц, таких как мышца, приводящая большой палец [17]. Без должного уровня релаксации интраоперационное воздействие на гортань может привести к нежелательным реакциям со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем [18]. Поддержание глубокого нейромышечного блока на протяжении операции обеспечивает наилучшие условия для ларингоскопии, однако это может вызвать остаточный нейромышечный блок в раннем послеоперационном периоде. Риск остаточной миорелаксации неизбежно повышается после микрохирургических операций на гортани, поскольку большинство вмешательств занимают 30 мин, а этого времени недостаточно для полной спонтанной реверсии блока [19].

В исследование E.S. Choi и соавт. вошли 44 пациента, которым предстояла плановая микрохирургическая операция на гортани. Больные случайным образом были разделены 2 группы. В 1-ю группу вошли пациенты, которые получали рокуроний в дозе 0,9 мг/кг и сугаммадекс в дозе 4 мг/кг, во 2-ю — пациенты, которым назначали рокуроний в дозе 0,45 мг/кг и неостигмин с гликопирролатом. В 1-й группе условия для интубации и хирургического вмешательства были лучше, а время реверсии нейромышечного блока — меньше, чем во 2-й группе [20].

Помимо эффективности восстановления нейромышечной проводимости не менее важны безопасность и минимизация побочных эффектов, связанных с введением антидотов миорелаксантов. П.А. Кириенко и соавт. сравнили эффективность и безопасность использования сугаммадекса и неостигмина для декураризации

пациентов после хирургического вмешательства. В группе неостигмина отмечались следующие нежелательные эффекты: тошнота и рвота (21,6 % случаев), гиперсаливация (21,6 % случаев), непродолжительная синусовая тахикардия (40,5 % случаев). Временной интервал от введения антидота до достижения TOF >90 % был более чем в 2 раза меньше при использовании сугаммадекса [5], чем неостигмина. В рекомендациях Американского общества анестезиологов (American Society of Anesthesiologists, ASA) приводятся результаты сравнения 10 рандомизированных исследований, посвященных выявлению остаточного нейромышечного блока при реверсии сугаммадексом и неостигмином. При применении сугаммадекса он был выявлен в 4 % случаев, неостигмина — в 25 % [21].

Дозозависимость, скорость реверсии глубокого нейромышечного блока и отсутствие побочных эффектов позволяет использовать сугаммадекс в экстренных ситуациях. В 2012 г. L. Calixto и соавт. описали клинический случай использования сугаммадекса в ситуации «не могу интубировать, не могу вентилировать» [22]. Представляем его.

Клинический случай 1

Пациентке, 44 лет, с ожирением и умственной отсталостью с рождения планировали провести септопластику и турбинэктомию. Физический статус по классификации ASA — III ASA. Оценку открывания рта и трудностей интубации по шкале Маллампа не проводили в связи с невозможностью продуктивного контакта с больной из-за ее сопутствующей патологии. Тироментальное расстояние составило >6 см, разгибание шеи — >90°.

Проведены преоксигенация, индукция пропофолом и ремифентанилом. При пробной видеоларингоскопии (GlideScope) — визуализация структур гортани II степени по шкале Кормака—Лехана. Масочная вентиляция без особенностей, капнограмма получена. Введен рокуроний. При повторной ларингоскопии — визуализация структур гортани IV степени по шкале Кормака—Лехана.

После репозиции пациентки предприняты попытки интубации с помощью клинков Макинтош и МакКой, стилета и интродьюсера для интубации, которые оказались безуспешными. Масочная вентиляция с участием 2 человек также не дала эффекта, сатурация у пациентки снижалась. Спустя 5 мин после введения рокурония применен сугаммадекс в дозе 16 мг/кг. Еще спустя 57 с стала возможна масочная вентиляция. Через 1 мин 15 с после введения сугаммадекса TOF >90 %. Принято решение разбудить пациентку и отложить хирургическое вмешательство [22].

В том же году описан еще один клинический случай использования сугаммадекса в экстренной ситуации [23]. Представляем его.

Клинический случай 2

Пациент, 47 лет, рост 179 см, масса тела 86 кг, с новообразованием голосовой складки. За 2 дня до хирургического вмешательства проведены фиброларингоскопия и биопсия опухоли в условиях местной анестезии лидокаином. Планировалось удаление опухоли с использованием подвешного ларингоскопа Kleinsasser в условиях внутривенной анестезии с миоплегией и безынтубационной высокочастотной ИВЛ. При оценке дыхательных путей — III класс по шкале Маллампасти (большой язык, ограниченное открывание рта, короткая уздечка языка).

Премедикация: реланиум в дозе 10 мг внутримышечно за 40 мин до вмешательства.

Проведены орошение корня языка и глотки спреем 10 % лидокаина, преоксигенация в течение 5 мин.

Индукция: фентанил в дозе 200 мкг, пропופол в дозе 140 мг, рокуроний в дозе 50 мг (под контролем ТОФ-мониторинга). Через 1 мин после введения рокурония и наступления апноэ вентиляция через маску с помощью аппарата ИВЛ оказалась неэффективной. Предприняты попытки введения орофарингеальных воздуховодов № 3 и 4 с целью восстановления проходимости дыхательных путей, которые также были безуспешными. Стремительно нарастала десатурация. При SpO_2 75–80 % (через 1 мин после начала десатурации и 4 мин после введения рокурония) анестезиолог принял решение об экстренной декураризации — введен сугаммадекс в дозе 200 мг внутривенно (2,32 мг/кг).

Одновременно с этим шла подготовка к пункционной катетеризации трахеи через коническую связку и к транстрахеальной высокочастотной ИВЛ. Через 60 с после введения сугаммадекса появилась возможность масочной вентиляции (ТОФ — 26 %, SpO_2 — 62 %). Через 1 мин 15 с появились самостоятельные вдохи (ТОФ — 46 %, SpO_2 — 98 %). Через 2 мин вспомогательная вентиляция уже не требовалась, ингаляция кислорода продолжалась, больной проснулся, жалоб на затруднение дыхания не предъявлял (ТОФ — 68 %, SpO_2 — 98 %). Через 4 мин отмечено полное восстановление нейромышечной проводимости (ТОФ — 92 %) [23].

Следует отметить, что данные клинические случаи демонстрируют лишь общий принцип подхода к трудным дыхательным путям: без разработки основного и резервного планов обеспечения проходимости ВДП быстрая реверсия миоплегии не приведет к желаемым результатам.

N.G. Abou Nafeh и соавт. выявили, что в ситуации «не могу интубировать, не могу вентилировать» среднее время принятия решения об использовании сугаммадекса составляет 8 мин [24]. Такой временной интервал не позволяет избежать опасной для жизни гипоксемии. Для успешного использования сугаммадекса в случае экстренной декураризации немаловажно и количество предпринятых попыток интубации трахеи. Многочисленные попытки ларингоскопии могут привести к отеку ВДП и трудностям вентиляции, несмотря на полное восстановление нейромышечной проводимости.

В 37,5 % случаев после введения сугаммадекса развилась обструкция ВДП. Для полного восстановления нейромышечной проводимости мышцам гортаноглотки и диафрагме требуется разное время: при неполной реверсии нейромышечного блока и первых попытках самостоятельного дыхания у пациента может возникнуть обструкция за счет формирования отрицательного давления в трахее [24].

Заключение

Обеспечение и поддержание проходимости ВДП у пациентов после хирургических вмешательств в области головы и шеи в послеоперационном периоде являются первостепенными задачами в связи с высоким риском развития дыхательных осложнений. При принятии решения об экстубации больного необходимо учитывать возможность наличия остаточного нейромышечного блока. Применение сугаммадекса с целью его реверсии является более эффективным, безопасным, а потому и предпочтительным по сравнению с неостигмином. Временной интервал достижения ТОФ >90 % при использовании сугаммадекса меньше более чем в 2 раза, при этом практически не возникают нежелательные явления.

Наш опыт показал, что сугаммадекс может быть неотъемлемой частью большинства анестезиологических пособий, особенно в челюстно-лицевой хирургии. Это обусловлено тем, что использование данного препарата при высокотравматичных, продолжительных операциях позволяет почти полностью исключить вероятность остаточного нейромышечного блока и безопасно экстубировать пациентов на операционном столе, что особенно важно для больных с новообразованиями в области головы и шеи.

Безопасность пациента в ходе хирургического лечения опухолей головы и шеи во многом зависит от умения анестезиолога обеспечить проходимость ВДП при индукции анестезии и, что более важно, после окончания операции.

Селективный антагонист аминостероидных миорелаксантов сугаммадекс обеспечивает высокую скорость реверсии нейромышечного блока без побочных реакций со стороны холинергической системы. В большинстве современных исследований рекомендуются рутинное интраоперационное мониторирование нейромышечной проводимости и использование сугаммадекса для реверсии нейромышечного блока и создания условий для безопасной экстубации.

Использовать сугаммадекс у пациентов с опухолями головы и шеи в качестве препарата 1-й линии в экстренных ситуациях не рекомендуется в связи с изменением анатомии ВДП и высоким риском возникновения их обструкции. Перед операцией необходимо разработать основной и альтернативный планы интубации и экстубации трахеи и использовать сугаммадекс только как вспомогательное средство.

Л И Т Е Р А Т У Р А / R E F E R E N C E S

1. Beecher H.K., Todd D.P. A study of the deaths associated with anesthesia and surgery: based on a study of 599, 548 anesthetics in ten institutions 1948–1952, inclusive. *Ann Surg* 1954;140(1):2–35. DOI: 10.1097/0000658-195407000-00001
2. Петриков С.С., Солодов А.А., Тимербаев В.Х. и др. Остаточный нейромышечный блок после применения миорелаксантов у нейрохирургических больных. Частота развития, диагностика и реверсия. *Анестезиология и реаниматология* 2012;4:73–6. Petrikov S.S., Solodov A.A., Timerbaev V.Kh. et al. Residual neuromuscular block after the use of muscle relaxants in neurosurgical patients. Frequency of development, diagnosis, and reversion. *Anesteziologiya i reanimatologiya = Anesthesiology and Intensive Care Medicine* 2012;4:73–6. (In Russ.).
3. Blum F.E., Locke A.R., Nathan N. et al. Residual neuromuscular block remains a safety concern for perioperative healthcare professionals: a comprehensive review. *J Clin Med* 2024;13(3):861. DOI: 10.3390/jcm13030861
4. Piersanti A., Garra R., Sbaraglia F. et al. Neuromuscular monitoring and incidence of postoperative residual neuromuscular blockade: a prospective observational study. *J Anesth Analg Crit Care* 2025;5(1):5. DOI: 10.1186/s44158-025-00226-1
5. Кириенко П.А., Бабаянц А.В., Шамаков И.А. и др. Оценка эффективности и безопасности применения препарата сугаммадекс для реверсии нейромышечного блока. *Анестезиология и реаниматология* 2013;6:46–51. Kirienko P.A., Babayants A.V., Shmakov I.A. et al. Evaluation of the efficacy and safety of sugammadex for the reversal of neuromuscular block. *Anesteziologiya i reanimatologiya = Anesthesiology and Intensive Care* 2013;6:46–51. (In Russ.).
6. Caldwell J.E. Reversal of residual neuromuscular block with neostigmine at one to four hours after a single intubating dose of vecuronium. *Anesth Analg* 1995;80(6):1168–74. DOI: 10.1097/00000539-199506000-00018
7. Frenkel M., Lien C.A. Eliminating residual neuromuscular blockade: a literature review. *Ann Transl Med* 2024;12(4):65. DOI: 10.21037/atm-23-1743
8. Cleere E.F., Read C., Prunty S. et al. Airway decision making in major head and neck surgery: Irish multicenter, multidisciplinary recommendations. *Head Neck* 2024;46(9):2363–74. DOI: 10.1002/hed.27868
9. Магомедов М.А., Заболотских И.Б. Миоплегия. М.: Практическая медицина, 2010. 224 с. Magomedov M.A., Zabolotskikh I.B. Myoplegia. Moscow: Prakticheskaya meditsina, 2010. 224 p. (In Russ.).
10. Kheterpal S., Vaughn M.T., Dubovoy T.Z. et al. Sugammadex versus neostigmine for reversal of neuromuscular blockade and postoperative pulmonary complications (STRONGER): a multicenter matched cohort analysis. *Anesthesiology* 2020;132(6):1371–81. DOI: 10.1097/ALN.0000000000003256
11. Ploeger B.A., Smeets J., Strougo A. et al. Pharmacokinetic-pharmacodynamic model for the reversal of neuromuscular blockade by sugammadex. *Anesthesiology* 2009;110(1):95–105. DOI: 10.1097/ALN.0b013e318190bc32
12. Крылов В.В., Кондратьев А.Н., Лубнин А.Ю. и др. Рекомендации по диагностике и реверсии остаточного нейромышечного блока в нейрохирургии. *Вестник интенсивной терапии* 2011;5:52–62. Krylov V.V., Kondrat'ev A.N., Lubnin A.Yu. et al. Recommendations for the diagnosis and reversal of residual neuromuscular block in neurosurgery. *Vestnik intensivnoy terapii = Bulletin of Intensive Care* 2011;5:52–62. (In Russ.).
13. Adam J.M., Bennett D.J., Bom A. et al. Cyclodextrin-derived host molecules as reversal agents for the neuromuscular blocker rocuronium bromide: synthesis and structure-activity relationships. *J Med Chem* 2002;45(9):1806–16. DOI: 10.1021/jm011107f
14. Suy K., Morias K., Cammu G. et al. Effective reversal of moderate rocuronium- or vecuronium-induced neuromuscular block with sugammadex, a selective relaxant binding agent. *Anesthesiology* 2007;106(2):283–8. DOI: 10.1097/00000542-200702000-00016
15. Schaller S.J., Fink H., Ulm K. et al. Sugammadex and neostigmine dose-finding study for reversal of shallow residual neuromuscular block. *Anesthesiology* 2010;113(5):1054–60. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181f4182a
16. Duvaldestin P., Kuizenga K., Saldien V. et al. A randomized, dose-response study of sugammadex given for the reversal of deep rocuronium- or vecuronium-induced neuromuscular blockade under sevoflurane anesthesia. *Anesth Analg* 2010;110(1):74–82. DOI: 10.1213/ANE.0b013e3181c3be3c
17. Donati F., Meistelman C., Plaud B. Vecuronium neuromuscular blockade at the adductor muscles of the larynx and adductor pollicis. *Anesthesiology* 1991;74(5):833–7. DOI: 10.1097/00000542-199105000-00006
18. Hagberg C.A. Benumof and Hagberg's airway management. 3rd edn. Philadelphia: Saunders, 2013. Pp. 794–802.
19. Kim H.J., Lee K., Park W.K. et al. Deep neuromuscular block improves the surgical conditions for laryngeal microsurgery. *Br J Anaesth* 2015;115(6):867–72. DOI: 10.1093/bja/aev368
20. Choi E.S., Oh A.Y., Koo B.W. et al. Comparison of reversal with neostigmine of low-dose rocuronium vs. reversal with sugammadex of high-dose rocuronium for a short procedure. *Anaesthesia* 2017;72(10):1185–90. DOI: 10.1111/anae.13894
21. Thilen S.R., Weigel W.A., Todd M.M. et al. 2023 American Society of Anesthesiologists practice guidelines for monitoring and antagonism of neuromuscular blockade: a report by the american society of anesthesiologists task force on neuromuscular blockade. *Anesthesiology* 138(1):13–41. DOI: 10.1097/ALN.0000000000004379
22. Calixto L., Almeida A. “Can't intubate, can't ventilate”: the use of sugammadex as a rescue technique — a case report: 19AP3-8. *Eur J Anaesthesiology* 2012;29:234.
23. Горобец Е.С., Анисимов М.А. Экстренная декураризация сугаммадексом при неудавшейся вентиляции легких (клиническое наблюдение и анализ проблемы). *Вестник интенсивной терапии* 2012;3:71–8. Gorobets E.S., Anisimov M.A. Emergency decurarization with sugammadex in case of failed ventilation (clinical observation and problem analysis). *Vestnik intensivnoy terapii = Bulletin of Intensive Care* 2012;3:71–8. (In Russ.).
24. Abou Nafeh N.G., Aouad M.T., Khalili A.F. et al. Use of sugammadex in “cannot intubate, cannot ventilate” scenarios: a systematic review of case reports. *Anesth Analg* 2025;140(4):931–7. DOI: 10.1213/ANE.0000000000007199

Вклад авторов

Т.Е. Селина: обзор литературы по теме статьи, написание текста статьи;

А.А. Афанасенков: подбор источников литературы, редактирование;

В.Е. Груздев: написание текста статьи, редактирование.

Authors' contributions

T.E. Selina: literature review on the topic of the article, article writing;

A.A. Afanasev: selection of literature sources, editing

V.E. Gruzdev: article writing, editing.

ORCID авторов / ORCID of authors

Т.Е. Селина / T.E. Selina: <https://orcid.org/0009-0004-5652-5436>

А.А. Афанасенков / A.A. Afanasev: <https://orcid.org/0000-0001-7280-5471>

В.Е. Груздев / V.E. Gruzdev: <https://orcid.org/0000-0002-9454-0002>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Funding. The work was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов. Пациенты подписали информированное согласие на публикацию своих данных.

Compliance with patient rights. The patients gave written informed consent to the publication of their data.

Статья поступила: 11.05.2025. **Принята к публикации:** 29.05.2025. **Опубликована онлайн:** 27.06.2025.

Article submitted: 11.05.2025. **Accepted for publication:** 29.05.2025. **Published online:** 27.06.2025.