

DOI 10.21292/2078-5658-2017-14-1-51-57

ОСОБЕННОСТИ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОПЕРАЦИЙ С НЕЙРОМОНИТОРИНГОМ ВОЗВРАТНЫХ ГОРТАННЫХ НЕРВОВ В ТИРЕОИДНОЙ ХИРУРГИИ

М. А. АЛЕКСЕЕВ¹, В. А. МАКАРЫН¹, О. В. КУЛЕШОВ^{1,2}, А. А. УСПЕНСКАЯ¹, А. Ю. КУЛИКОВ^{1,2}, Ю. Н. ФЕДОТОВ^{1,2}, А. Н. БУБНОВ^{1,2,3}

¹ФГБУ «Санкт-Петербургский многопрофильный центр» МЗ РФ (Университетская клиника Санкт-Петербургского государственного университета), Санкт-Петербург, Россия

²ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» МЗ РФ, Санкт-Петербург, Россия

³ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

В обзоре литературы рассмотрены особенности анестезии при проведении операций на щитовидных и паращитовидных железах с использованием нейромониторинга возвратных гортанных нервов. Приведено описание метода, изучены актуальность его применения и роль анестезиолога в обеспечении полноценного функционирования нейромониторинга. Освещены методики анестезии (выбор миорелаксантов, гипнотиков и анальгетиков), техника установки эндотрахеальной трубки, позиционирования электрода, причины возможных неудач и способы их исправления.

Ключевые слова: интраоперационный нейромониторинг, возвратный гортанный нерв, парез голосовых складок, миорелаксанты

SPECIFIC FEATURES OF ANESTHETIC SUPPORT IN THYROID SURGERY WITH NEUROMONITORING OF RECURRENT LARYNGEAL NERVES

M. A. ALEKSEEV¹, V. A. MAKARIN¹, O. V. KULESHOV^{1,2}, A. A. USPENSKAYA¹, A.YU. KULIKOV^{1,2}, YU. N. FEDOTOV^{1,2}, A. N. BUBNOV^{1,2,3}

¹St. Petersburg Multi-Purpose Center, (University Clinics of St. Petersburg University), St. Petersburg, Russia

²I. I. Mechnikov Northern-Western Medical University, St. Petersburg, Russia

³St. Petersburg University, St. Petersburg, Russia

The literature review describes the specifics of anesthesia when performing surgeries on the thyroid and parathyroid glands with neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves. This technique has been described, the rationale of its use and role of the anesthesiologist in the provision of full functioning of neuromonitoring have been investigated. The article describes the anesthesia techniques (choice of neuromuscular relaxant, hypnotic and analgesic agents), method of endotracheal tube insertion, electrode positioning, causes of potential failures and ways of their management.

Key words: intra-surgical neuromonitoring, recurrent laryngeal nerve, paresis of vocal folds, neuromuscular relaxants

В настоящее время неуклонно растет число пациентов с хирургической патологией щитовидной и околощитовидных желез [5]. Это связано как с широкой доступностью диагностических процедур, так и с сохранением йодной недостаточности во многих регионах России, приводящей к диффузным и узловым изменениям в ткани щитовидной железы [5, 3]. В 2014 г. в России диагностировано около 10 тыс. впервые выявленных злокачественных опухолей щитовидной железы, с динамикой прироста выявленных случаев с 2004 г. по 2014 г. на 18,47% [7]. Хирургические вмешательства до сих пор остаются основным методом лечения опухолей щитовидной железы [6, 11].

Одним из осложнений этого раздела хирургии является парез, или паралич гортани [1, 4]. Основной причиной нарушения функции гортани является интраоперационное повреждение возвратного гортанного нерва (ВГН) [15]. Различают временный и постоянный, а также односторонний и двусторонний парезы. Частота временного пареза верхних гортанных нервов, по данным разных авторов, варьирует от 0,5 до 18%, постоянного – от 0,2 до 1% [37]. Повреждение нерва приводит к парезу мышц, суживающих, расширяющих, а также натягивающих голосовые складки. Парез гортани может проявляться симптомами от незаметной охриплости голоса до таких жизнеугрожающих состояний,

как стридор и обструкция верхних дыхательных путей при двустороннем парезе, что может потребовать наложения трахеостомы и привести к инвалидизации пациента [12]. Вероятность развития пареза гортани возрастает при повторных операциях на щитовидной железе, злокачественных опухолях с распространением за пределы щитовидной железы, загрудинном расположении зоба, а также обратно коррелирует с количеством выполненных хирургом операций [22]. При этом некоторые авторы [22] указывают, что даже опытный хирург не застрахован от возникновения у пациента пареза гортани.

Со времен Н. В. Лежнева и Ф. Н. Лауеу золотым стандартом в контроле повреждения ВГН является его визуализация [8, 25]. Показано снижение количества парезов в группе пациентов с визуальной идентификацией нерва [32]. Важно отметить, что основным механизмом развития пареза гортани является натяжение ВГН – тракция. До 80% парезов гортани связаны с перерастяжением ВГН [14]. Таким образом, только визуального контроля недостаточно для оценки функционального состояния нерва [20]. Опубликованные данные показывают, что парезы ВГН подчас выявляются, даже если интраоперационно нерв был визуализирован [40].

Появление в арсенале хирургов и анестезиологов интраоперационного нейромониторинга (ИОНМ)

ВГН позволяет контролировать сохранность нервных структур на протяжении всей операции [19], прогнозировать функцию ВГН в послеоперационном периоде [35], а также получать графическое отражение функции ВГН с соответствующей документацией [36].

Учитывая растущую актуальность применения ИОНМ, усиливается и необходимость информирования о некоторых особенностях его применения не только хирургов, но и анестезиологов [36]. Неверный выбор миорелаксанта, его дозировки, кратности и времени введения, незнание тонкостей позиционирования эндотрахеальной трубки и ларингеального электрода могут сделать весь нейромониторинг (НМ) бесполезной дорогостоящей процедурой [16, 29, 45]. По мнению зарубежных авторов, для стабильной работы ИОНМ операционной бригаде необходимо провести не менее 100 операций с его использованием [46]. Основная задача данного обзора состоит в описании методики ИОНМ при оперативных вмешательствах на щитовидной и околощитовидных железах с позиции врача анестезиолога-реаниматолога, а также демонстрации важности тесного взаимодействия хирурга и анестезиолога при его проведении.

Методика проведения ИОНМ и механизмы повреждения ВГН

Система ИОНМ состоит из трех основных компонентов: регистрирующий электрод в области голосовых складок на эндотрахеальной трубке (ЭТТ), стимулирующий зонд и регистрирующий блок. Основной принцип действия ИОНМ состоит в том, что хирург при касании зондом нерва получает характерный звук и графическое изображение на мониторе регистрирующего блока. Данная информация позволяет дать прогноз в отношении целостности и послеоперационного состояния ВГН [23].

Патофизиологически повреждение нерва может быть обусловлено следующими причинами: компрессия, диваскуляризация, пересечение или избыточная тракция во время выделения [40]. Согласно последним исследованиям, именно тракционный механизм является ведущей причиной послеоперационных парезов [42]. В многочисленных исследованиях показано, что до 70–80% парезов гортани связано с натяжением железы и повреждением ВГН в области бугорка Цукеркандля, когда нерв пересекает связку Берри [41]. В настоящее время выделяют два типа повреждения ВГН: сегментарный и глобальный. При сегментарном типе повреждения хирург может точно определить с помощью нейромонитора точку повреждения (выше нее идет сигнал, ниже сигнал отсутствует), при глобальном типе повреждения сигнала нет на всем протяжении нерва [38]. Прогностически сегментарный тип повреждения хуже, при нем восстановление функции гортани происходит медленнее [39].

Особенности миорелаксации

Одним из главных компонентов ИОНМ ВГН в хирургии щитовидной и околощитовидной желез

является адекватный режим миорелаксации [43]. Это обусловлено особенностями самого метода – необходимость получить нейромышечный ответ с голосовых складок при стимуляции нерва, что, естественно, невозможно в условиях полного нейромышечного блока (НМБ). В этой ситуации крайне важна роль анестезиолога. С одной стороны, ему надо обеспечить безопасность пациента, атравматичную интубацию трахеи и комфортную работу хирурга, а с другой – полноценное функционирование системы НМ. В арсенале анестезиолога есть большой выбор миорелаксантов: недеполяризующие средней и короткой продолжительности и деполяризующий – сукцинилхолин. Именно сукцинилхолин по своим фармакокинетическим свойствам наиболее хорошо соответствует требованиям для проведения НМ – быстрый эффект и короткая продолжительность действия. Но он обладает рядом побочных эффектов, обусловленных механизмом его действия. Их спектр – от минимальных до катастрофических [16], таких как мышечная боль, аритмии, высвобождение калия, злокачественная гипертермия [29]. Несмотря на вышеперечисленное, сукцинилхолин остается весьма распространенным препаратом в анестезиологии [9]. Рекомендовано избегать его применения у пациентов с исходной гиперкалиемией, острым почечным повреждением, хронической болезнью почек, внутричерепной и внутриглазной гипертензией, принимающих статины и имеющих в анамнезе злокачественную гипертермию или предрасположенность к ней, аллергию на препарат и диагностированный дефицит активности псевдохолинэстеразы [34].

Существуют рекомендации, что при использовании ИОНМ вообще следует воздержаться от любых миоплегических агентов [18, 36]. Вместе с тем интубация без использования миорелаксантов может быть сопряжена с техническими трудностями. В исследовании Y. D. Han et al. (2015 г.) группа пациентов без применения миорелаксантов имела достоверно меньший балл по шкале Купера, нежели при использовании даже половинной дозы рокурония, не говоря уже о полной. Причем оптимальное соотношение легкости интубации по шкале Купера и качества НМ было в группе пациентов, получивших полную расчетную дозу рокурония [21].

Необходимо отметить, что в данном исследовании время от индукции анестезии и интубации до кожного разреза в среднем превышало 20 мин, а время до начала НМ и, соответственно, регистрации нейромышечного ответа на голосовых связках от ВГН или блуждающего нерва до резекции щитовидной железы – более 30 мин. В другом исследовании [31] время от развития НМБ до начала НМ составляло в среднем 36 ± 9 мин. Это согласуется с данными производителя препаратов о прогнозируемой продолжительности действия рокурония в расчетной дозировке. Также не стоит забывать, что в большинстве случаев длительность НМБ под действием миорелаксантов основана на данных

ТОФ-мониторинга (с мышцы, приводящей большой палец руки) [16, 21, 29], в то время как при проведении ИОНМ ВГН нас интересует движение голосовых складок. В работе F. Marusch et al. (2005 г.) показано, что сигнал с голосовых складок в ответ на стимуляцию ВГН был получен у всех пациентов, у которых по данным ТОФ-мониторинга степень релаксации находилась на отметке выше 90%. Таким образом, в мышцах гортани нейромышечная проводимость восстанавливается значительно быстрее, нежели в мышце, приводящей большой палец кисти [31].

Достаточно интересные данные представлены в небольшом исследовании I. C. Lu et al. (2013 г.) на свиньях: сукцинилхолин в дозе 1 мг/кг и рокуроний в дозе 0,3 мг/кг обеспечивают восстановление нервно-мышечной проводимости на 80% от исходного уровня через 19 и 16 мин соответственно, в то время как 0,6 мг/кг рокурония – через 29 мин. При этом возвращение к исходному уровню в первых двух группах произошло через 30 мин, а в третьей не произошло даже через 1 ч. У этой публикации имеется ряд недостатков, о которых упоминают и сами авторы: достаточно небольшая выборка и значительная вариабельность амплитуды электромиографии [27]. Опубликованы результаты работ об интраоперационном применении антагониста недеполяризующих миорелаксантов сугаммадекса для полной реверсии НМБ, вызванного рокуронием и векуронием, с целью обеспечения полноценного НМ [30, 43]. В дозе 16 мг/кг сугаммадекс позволяет полностью восстановить нейромышечную проводимость после введения расчетной дозировки аминостероидных миорелаксантов [24]. Впрочем, использование столь дорогостоящего препарата исключительно для этих целей не всегда обосновано по соотношению стоимость – эффективность [44].

Позиционирование эндотрахеальной трубки

Не менее важным компонентом успешного НМ является правильное позиционирование ларингеального электрода. До интубации не рекомендовано использовать лидокаиновые гели и другие лубриканты, наносимые на поверхность ЭТТ. Размер ЭТТ должен быть таким, чтобы обеспечить максимальный контакт электрода с голосовыми складками, при этом желательно использовать ЭТТ наибольшего размера, допустимого у данного пациента [36]. Глубина введения ЭТТ больше у мужчин, чем у женщин, и зависит от роста, но не от массы тела и возраста [28]. Установка ЭТТ может быть проведена как при обычной ларингоскопии, так и при использовании видеоларингоскопа, что позволит увидеть корректность нахождения ЭТТ не только анестезиологу, но и всей операционной бригаде [36]. Имеет значение также поворот ЭТТ в руках анестезиолога в момент интубации. Доктора-правши при установке ЭТТ непреднамеренно поворачивают ее по часовой стрелке, что может привести к смещению электрода и неэффективности НМ. Чтобы этого избежать, можно делать отметку на трубке

на 12 ч и при дислокации делать корректирующий поворот [36].

В хирургии щитовидной и околощитовидной желез для обеспечения максимальной визуализации операционного поля пациент находится в положении гиперэкстензии. Некоторые хирурги предпочитают подкладывать валик под плечи. Все эти манипуляции несут риск смещения ЭТТ, дислокации электрода и в итоге ведут к потере ответа с голосовых складок при стимуляции ВГН. Смещение ЭТТ при разгибании шейного отдела позвоночника происходит в проксимальном направлении приблизительно на 6 мм [48]. При гиперэкстензии шеи ЭТТ смещается проксимально в 90% случаев, причем в меньшей степени, если она не была зафиксирована до разгибания. Изменение положения трубки может произойти и во время операции, например из-за ассистента, опирающегося на лицо пациента. Фиксация трубки должна быть, с одной стороны, надежной, а с другой – легко снимаемой, для облегчения репозиции ЭТТ при ее смещении. Место узла должно соответствовать уровню губ, поскольку это препятствует смещению ЭТТ дистально. Подтверждение позиции электродов можно произвести с помощью назоларингоскопии фиброоптической техникой. Тем не менее в 10% случаев может потребоваться репозиция ЭТТ для достижения оптимального контакта электродов с голосовыми складками [17, 36, 45].

В международных рекомендациях по ИОНМ приводятся три теста, при помощи которых можно проверить корректность положения ларингеальных электродов:

1) респираторная вариабельность базовой линии: после интубации и окончания действия миоплегии, но до развития достаточной глубины анестезии на основе ингаляционных анестетиков (ИА) на экране нейромонитора появляется респираторная вариабельность базовой линии амплитудой от 30 до 70 мВ. Ее наличие подтверждает корректность позиционирования ЭТТ, но требует дополнительной седации пациента после обнаружения ввиду возможности появления выраженной мышечной активности (кашель) и, как следствие, смещения ЭТТ;

2) повторная ларингоскопия или фиброоптическая бронхоскопия;

3) TAP-test: хирург или анестезиолог пальцем надавливает на щитовидный или перстневидный хрящ для получения ответа с голосовых связок на механическое раздражение (впрочем, корректность данного теста подвергается сомнению) [36].

Анестетики и анальгетики

Давно известно, что галогенсодержащие ИА удлиняют НМБ как депполяризующего, так и недеполяризующего (в большей степени) типа, хотя механизм остается до конца неясным. Причем между различными препаратами наблюдается разница в степени усиления НМБ [44]. ИА не только удлиняют НМБ, но и сами вызывают дозозависимую миорелаксацию поперечно-полосатой мускулатуры [10].

В исследовании Н. Wulf et al. изучали влияние ингаляций севофлурана, десфлурана и изофлурана на продолжительность НМБ, вызванного рокурониумом, в сравнении с тотальной внутривенной анестезией (ТВВА): потребность в миорелаксанте в группах ИА была достоверно ниже, чем в группе ТВВА. Причем в группе изофлурана отмечалась меньшая выраженность потенцирования НМБ [47]. Также отмечено, что она может зависеть не только от анестетика, но и от типа недеполяризующего миорелаксанта – НМБ под действием аминокортикостероидных препаратов пролонгируется в большей степени, нежели бензилизохинолиновых, и что данный эффект проявляется только при концентрации ИА от 1 МАК [49]. Для оценки влияния анестетиков и гипнотиков на НМБ при появлении гортанно-глоточных рефлексов у пациента во время манипуляций хирурга болюсно вводили пропофол или тиамилал, что никак не влияло на НМБ, но вызывало снижение артериального давления, причем в большей степени в группе пропофола [13]. При сравнении влияния пропофола, севофлурана и изофлурана на потребность в инфузии мивакурия для достижения целевых значений НМБ показано, что галогенсодержащие ИА снижали дозировку релаксанта в течение анестезии [33]. С другой стороны, есть данные, что восстановление нейромышечной проводимости при применении севофлурана происходит быстрее в сравнении с пропофолом. Но при этом частота проявлений гортанно-глоточных рефлексов в группе севофлурана была ниже [26].

Наркотические анальгетики, используемые при общей анестезии, не только не пролонгируют НМБ,

но, наоборот, могут повышать мышечный тонус и вызывать мышечную ригидность. Точный механизм не выяснен, но, вероятнее всего, это связано с воздействием на центральную нервную систему. Наиболее часто этот эффект проявляется при использовании высоких доз данных препаратов, хотя описаны случаи его проявления и при дозе, снижающей ноцицептивную стимуляцию при интубации трахеи. Адекватной профилактикой может быть использование как внутривенных гипнотиков (тиопентал, мидазолам, пропофол), так и собственно миорелаксантов [9]. Информация о влиянии анестетиков на НМБ достаточно противоречива. Использование ИА или ТВВА остается на усмотрение анестезиолога.

Резюмируя вышеизложенное, остается добавить, что ИОНМ ВГН – относительно новое и, безусловно, крайне важное и актуальное направление в анестезиологии и хирургии. Но, как уже указывалось, успешное функционирование НМ зависит от всей операционной бригады. Этого можно добиться только при полном взаимодействии и взаимопонимании хирурга и анестезиолога, а также их информированности об особенностях методики. Казалось бы, незначительные мелочи могут сыграть решающую роль в качестве жизни пациента после операции. Несмотря на то что НМ ВГВ – сравнительно новый метод, о нем написано достаточно много. Тем не менее многие аспекты применения НМ требуют дальнейшего рассмотрения и изучения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко В. О. Возвратный гортанный нерв в хирургии щитовидной и паращитовидной желез. – М., 2006. – 120 с.
2. Бунятян А. А., Мизиков В. М., Бабалян Е. О. и др. Рациональная фармакоанестезиология. – М.: Литерра, 2006. – С. 58–59.
3. Ветшев П. С., Ипполитов И. И., Лощенов В. Б. и др. Экспресс-диагностика заболеваний щитовидной железы. Актуальные проблемы современной эндокринологии: Тезисы IV Всероссийского конгресса эндокринологов. – СПб., 2001. – С. 87–88.
4. Гагаркин Г. Н., Ужва В. П., Гагаркин И. Г. Повреждения возвратного нерва во время выполнения операции на щитовидной железе // *Клин. хирургия.* – 1991. – № 12. – С. 47–48.
5. Герасимов Г. А., Трошина Е. А. Дифференциальная диагностика и выбор метода лечения при узловом зобе // *Пробл. эндокринологии.* – 1998. – № 5. – С. 35–41.
6. Дедов И. И., Кузнецова Н. С., Мельниченко Г. А. Эндокринная хирургия. – М.: Литерра, 2011. – 352 с.
7. Каприн А. Д., Старинский В. В., Петрова Г. В. Злокачественные новообразования в России в 2014 г. (заболеваемость и смертность). – М., 2016. – 250 с.
8. Лажнев Н. В. Зоб в России. – М.: Тип. М. Борисенко, 1904. – 341 с.
9. Миллер Р. Анестезия Рональда Миллера / Пер. с англ. под ред. К. М. Лебединского. Кн. 2 – СПб.: Человек, 2015. – С. 942–943.
10. Морган Дж. Эдвард мл., Мэгид С. Михаил Клиническая анестезиология / Пер. с англ. под ред. А. М. Цейтлина. Кн. 1. – М.: Бином, 2013. – С. 119–124.

REFERENCES

1. Bondarenko V.O. *Vozvratny gortannyi nerv v khirurgii schitovidnoy i parashchitovidnoy zhelez.* [Recurrent laryngeal nerve in thyroid and parathyroid gland surgery]. Moscow, 2006, 120 p.
2. Bunyatyan A.A., Mizikov V.M., Babalyan E.O. et al. *Ratsionalnaya farmakoanesteziologiya.* [Rational pharmacological anesthesiology]. Moscow, Litera Publ., 2006, pp. 58–59.
3. Vetshev P.S., Ippolitov I.I., Loschenov V.B. et al. Rapid diagnostics of thyroid disorders. *Aktualnye problemy sovremennoy endokrinologii: Tezisy IV Vserossiyskogo Kongressa endokrinologov.* [Actual issues of current endocrinology. Abst. Bood of the IVth All-Russian Congress of Endocrinologists]. St. Petersburg, 2001, pp. 87–88. (In Russ.)
4. Gagarkin G.N., Uzhva V.P., Gagarkin I.G. Recurrent nerve injury during thyroid surgery. *Klin. Khirurgiya*, 1991, no. 12. pp. 47–48. (In Russ.)
5. Gerasimov G.A., Troshina E.A. Differential diagnostics and choice of treatment method in nodular goiter. *Probl. Endokrinologii*, 1998, no. 5, pp. 35–41. (In Russ.)
6. Dedov I.I., Kuznetsova N.S., Melnichenko G.A. *Endokrinная khirurgiya.* [Endocrine surgery]. Moscow, Littera Publ., 2011, 352 p.
7. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. *Zlokachestvennyye novoobrazovaniya v Rossii v 2014 g. (zabolevaemost' i smertnost').* [Malignous tumors in Russia in 2014. (Incidence and mortality)]. Moscow, 2016, 250 p.
8. Lezhnyov N.V. *Zob v Rossii.* [Goiter in Russia]. Moscow, Tip. M. Borisenko Publ., 341 p.
9. Ronald D. Miller. *Anesteziya.* (Russ. Ed.: Ronald D. Miller. Miller's Anesthesia), vol. 2, St. Petersburg, Chelovek Publ., 2015, pp. 942–943.
10. Edward J. Morgan Jr., Magid C. Mikhail. *Klinicheskaya Anesteziologiya.* (Russ. Ed.: Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology). vol. 1, Moscow, Binom Publ., 2013, pp. 119–124. (In Russ.)

11. Черников Р. А., Воробьев С. Л., Слепцов И. В. и др. Результаты хирургического этапа лечения папиллярного рака щитовидной железы // *Клин. и эксперимент. тиреологическая.* – 2014. – Т. 10, № 2. – С. 38–42.
12. Caragacianu D., Kamani D., Randolph G. W. Intraoperative monitoring: normative range associated with normal postoperative glottic function // *Laryngoscope.* – 2013. – Vol. 123. – P. 3026–3031.
13. Chang P. Y., Wu C. W., Chen H. Y. et al. Influence of intravenous anesthetics on neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery // *Kaohsiung J. Med. Sci.* – 2014. – Vol. 30, № 10. – P. 499–503.
14. Chiang F. Y., Lu I. C., Kuo W. R. et al. The mechanism of recurrent laryngeal nerve injury during thyroid surgery—the application of intraoperative neuromonitoring // *Surgery.* – 2008. – Vol. 143, № 6. – P. 743–749.
15. Chiang F. Y., Wang L. F., Huang Y. F. et al. Recurrent laryngeal nerve palsy after thyroidectomy with routine identification of the recurrent laryngeal nerve // *Surgery.* – 2005. – Vol. 137, № 3. – P. 342–347.
16. Chu K. S., Wu S. H., Lu I. C. et al. Feasibility of intraoperative neuromonitoring during thyroid surgery after administration of nondepolarizing neuromuscular blocking agents // *World J. Surg.* – 2009. – Vol. 33, № 7. – P. 1408–1413.
17. Dionigi G., Bacuzzi A., Boni L. et al. What is the learning curve for intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery? // *Int. J. Surg.* – 2008. – Vol. 6, Suppl. 1. – P. 7–12.
18. Dralle H., Sekulla C., Haerting J. et al. Risk factors of paralysis and functional outcome after recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery // *Surgery.* – 2004. – Vol. 136, № 6. – P. 1310–1322.
19. Dralle H., Sekulla C., Lorenz K. et al. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery // *World J. Surg.* – 2008. – Vol. 32, № 7. – P. 1358–1366.
20. Folek J., Snyder S. Mechanisms of recurrent laryngeal nerve injury // *The 1st World Congress on Neural Monitoring in Thyroid and Parathyroid Surgery.* – Cracow. – 2015. – P. 30.
21. Han Y. D., Liang F., Chen P. Dosage effect of rocuronium on intraoperative neuromonitoring in patients undergoing thyroid surgery // *Cell Biochem. Biophys.* – 2015. – Vol. 71, № 1. – P. 143–146.
22. Hayward N. J., Grodski S., Yeung M. et al. Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery: a review // *ANZ J. Surg.* – 2013. – Vol. 83, № 1–2. – P. 15–20.
23. Hermann M., Hellebart C., Freissmuth M. Neuromonitoring in thyroid surgery: prospective evaluation of intraoperative electrophysiological responses for the prediction of recurrent laryngeal nerve injury // *Ann. Surg.* – 2004. – Vol. 240. – P. 9–17.
24. Keating G. M. Sugammadex: A review of neuromuscular blockade reversal // *Drugs.* – 2016. – Vol. 76, № 10. – P. 1041–1052.
25. Lahey F. H. Routine dissection and demonstration of the recurrent laryngeal nerve in subtotal thyroidectomy // *Surg. Gynecol. Obstet.* – 1938. – Vol. 66. – P. 775–777.
26. Liu J., Dong S., Chen G. Comparison of propofol and sevoflurane anesthesia during thyroid and parathyroid surgery with electrophysiologic recurrent laryngeal nerve // *The 1st World Congress on Neural Monitoring in Thyroid and Parathyroid Surgery.* – Cracow. – 2015. – P. 5.
27. Lu I. C., Chang P. Y., Hsu H. T. et al. A comparison between succinylcholine and rocuronium on the recovery profile of the laryngeal muscles during intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve: a prospective porcine model // *Kaohsiung J. Med. Sci.* – 2013. – Vol. 29, № 9. – P. 484–487.
28. Lu I. C., Chu K. S., Tsai C. J. et al. Optimal depth of NIM EMG endotracheal tube for intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroidectomy // *World J. Surg.* – 2008. – Vol. 32, № 9. – P. 1935–1939.
29. Lu I. C., Tsai C. J., Wu C. W. et al. A comparative study between 1 and 2 effective doses of rocuronium for intraoperative neuromonitoring during thyroid surgery // *Surgery.* – 2011. – Vol. 149, № 4. – P. 543–548.
30. Lu I. C., Wu C. W., Chang P. Y. et al. Reversal of rocuronium-induced neuromuscular blockade by sugammadex allows for optimization of neural monitoring of the recurrent laryngeal nerve // *Laryngoscope.* – 2016. – Vol. 126, № 4. – P. 1014–1019.
31. Marusch F., Hussock J., Haring G. et al. Influence of muscle relaxation on neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery // *Br. J. Anaesth.* – 2005. – Vol. 94, № 5. – P. 596–600.
32. Moley J. F., Lairmore T. C., Doherty G. M. et al. Preservation of the recurrent laryngeal nerves in thyroid and parathyroid reoperations // *Surgery.* – 1999. – Vol. 125, № 13. – P. 673–679.
11. Chernikov R.A., Vorobiev S.L., Sleptsov I.V. et al. Results of surgical treatment of thyroid papillary carcinoma. *Klin. i Eksperiment. Tiroidologiya*, 2014, vol. 10, no. 2, pp. 38–42. (In Russ.)
12. Caragacianu D., Kamani D., Randolph G. W. Intraoperative monitoring: normative range associated with normal postoperative glottic function. *Laryngoscope*, 2013, vol. 123, pp. 3026–3031.
13. Chang P.Y., Wu C.W., Chen H.Y. et al. Influence of intravenous anesthetics on neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery. *Kaohsiung J. Med. Sci.*, 2014, vol. 30, no. 10, pp. 499–503.
14. Chiang F.Y., Lu I.C., Kuo W.R. et al. The mechanism of recurrent laryngeal nerve injury during thyroid surgery—the application of intraoperative neuromonitoring. *Surgery*, 2008, vol. 143, no. 6, pp. 743–749.
15. Chiang F.Y., Wang L.F., Huang Y.F. et al. Recurrent laryngeal nerve palsy after thyroidectomy with routine identification of the recurrent laryngeal nerve. *Surgery*, 2005, vol. 137, no. 3, pp. 342–347.
16. Chu K.S., Wu S.H., Lu I.C. et al. Feasibility of intraoperative neuromonitoring during thyroid surgery after administration of nondepolarizing neuromuscular blocking agents. *World J. Surg.*, 2009, vol. 33, no. 7, pp. 1408–1413.
17. Dionigi G., Bacuzzi A., Boni L. et al. What is the learning curve for intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery? *Int. J. Surg.*, 2008, vol. 6, suppl. 1, pp. 7–12.
18. Dralle H., Sekulla C., Haerting J. et al. Risk factors of paralysis and functional outcome after recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery. *Surgery*, 2004, vol. 136, no. 6, pp. 1310–1322.
19. Dralle H., Sekulla C., Lorenz K. et al. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *World J. Surg.*, 2008, vol. 32, no. 7, pp. 1358–1366.
20. Folek J., Snyder S. Mechanisms of recurrent laryngeal nerve injury. *The 1st World Congress on Neural Monitoring in Thyroid and Parathyroid Surgery.* Cracow, 2015, pp. 30.
21. Han Y.D., Liang F., Chen P. Dosage effect of rocuronium on intraoperative neuromonitoring in patients undergoing thyroid surgery. *Cell Biochem. Biophys.*, 2015, vol. 71, no. 1, pp. 143–146.
22. Hayward N.J., Grodski S., Yeung M. et al. Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery: a review. *ANZ J. Surg.*, 2013, vol. 83, no. 1–2, pp. 15–20.
23. Hermann M., Hellebart C., Freissmuth M. Neuromonitoring in thyroid surgery: prospective evaluation of intraoperative electrophysiological responses for the prediction of recurrent laryngeal nerve injury. *Ann. Surg.*, 2004, vol. 240, pp. 9–17.
24. Keating G.M. Sugammadex: A review of neuromuscular blockade reversal. *Drugs*, 2016, vol. 76, no. 10, pp. 1041–1052.
25. Lahey F.H. Routine dissection and demonstration of the recurrent laryngeal nerve in subtotal thyroidectomy. *Surg. Gynecol. Obstet.*, 1938, vol. 66, pp. 775–777.
26. Liu J., Dong S., Chen G. Comparison of propofol and sevoflurane anesthesia during thyroid and parathyroid surgery with electrophysiologic recurrent laryngeal nerve. *The 1st World Congress on Neural Monitoring in Thyroid and Parathyroid Surgery.* Cracow, 2015, pp. 5.
27. Lu I.C., Chang P.Y., Hsu H.T. et al. A comparison between succinylcholine and rocuronium on the recovery profile of the laryngeal muscles during intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve: a prospective porcine model. *Kaohsiung J. Med. Sci.*, 2013, vol. 29, no. 9, pp. 484–487.
28. Lu I.C., Chu K.S., Tsai C.J. et al. Optimal depth of NIM EMG endotracheal tube for intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroidectomy. *World J. Surg.*, 2008, vol. 32, no. 9, pp. 1935–1939.
29. Lu I.C., Tsai C.J., Wu C.W. et al. A comparative study between 1 and 2 effective doses of rocuronium for intraoperative neuromonitoring during thyroid surgery. *Surgery*, 2011, vol. 149, no. 4, pp. 543–548.
30. Lu I.C., Wu C.W., Chang P.Y. et al. Reversal of rocuronium-induced neuromuscular blockade by sugammadex allows for optimization of neural monitoring of the recurrent laryngeal nerve. *Laryngoscope*, 2016, vol. 126, no. 4, pp. 1014–1019.
31. Marusch F., Hussock J., Haring G. et al. Influence of muscle relaxation on neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery. *Br. J. Anaesth.*, 2005, vol. 94, no. 5, pp. 596–600.
32. Moley J.F., Lairmore T.C., Doherty G.M. et al. Preservation of the recurrent laryngeal nerves in thyroid and parathyroid reoperations. *Surgery*, 1999, vol. 125, no. 13, pp. 673–679.

33. Motamed C., Donati F. Sevoflurane and isoflurane, but not propofol, decrease mivacurium requirements over time // *Can. J. Anaesth.* – 2002. – Vol. 49, № 9. – P. 907–912.
34. Muñoz-Martínez T., Garrido-Santos I., Arévalo-Cerón R. et al. Contraindications to succinylcholine in the intensive care unit. A prevalence study // *Med. Intensiva.* – 2015. – Vol. 39, № 2. – P. 90–96.
35. Puram S. V., Chow H., Wu C. W. et al. Vocal cord paralysis predicted by neural monitoring electrophysiologic changes with recurrent laryngeal nerve compressive neuropraxic injury in a canine model // *Head Neck.* – 2016. – Vol. 38, Suppl. 1. – P. 1341–1350.
36. Randolph G. W., Dralle H., Abdullah H. et al. Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: international standards guideline statement // *Laryngoscope.* – 2011. – Vol. 121. – P. 1–16.
37. Sancho J. J., Pascual-Damieta M., Pereira J. A. et al. Risk factors for transient vocal cord palsy after thyroidectomy // *Br. J. Surg.* – 2008. – Vol. 95, № 8. – P. 961–967.
38. Schneider R., Sekulla C., Machens A. et al. Dynamics of loss and recovery of the nerve monitoring signal during thyroidectomy predict early postoperative vocal fold function // *Head Neck.* – 2016. – Vol. 38. – P. 1144–1151.
39. Schneider R., Randolph G., Dionigi G. et al. Prospective study of vocal fold function after loss of the neuromonitoring signal in thyroid surgery: The International Neural Monitoring Study Group's POLT study // *Laryngoscope.* – 2016. – Vol. 126, № 5. – P. 1260–1266.
40. Serpell J. W., Lee J. C., Yeung M. J. et al. Differential recurrent laryngeal nerve palsy rates after thyroidectomy // *Surgery.* – 2014. – Vol. 156, № 5. – P. 1157–1166.
41. Shindo M. L., Wu J. C., Park E. E. Surgical anatomy of the recurrent laryngeal nerve revisited // *Otolaryngol Head Neck Surg.* – 2005. – Vol. 133. – P. 514–519.
42. Snyder S. K., Lairmore T. C., Hendricks J. C. et al. Elucidating mechanisms of recurrent laryngeal nerve injury during thyroidectomy and parathyroidectomy // *J. Am. Coll. Surg.* – 2008. – Vol. 206, № 1. – P. 123–130.
43. Starczewska A., Brol M., Żołnowska A. Advantages of rocuronium bromide in thyroid surgery with neuromonitoring // *The 1st World Congress on Neural Monitoring in Thyroid and Parathyroid Surgery.* – Cracow. – 2015. – P. 26.
44. Sugammadex for the Reversal of Neuromuscular Blockade in Adult Patients: A Review of Clinical Effectiveness and Cost-Effectiveness [Internet] Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2016 May. – CADTH Rapid Response Reports.
45. Tsai C. J., Tseng K. Y., Wang F. Y. et al. Electromyographic endotracheal tube placement during thyroid surgery in neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve // *Kaohsiung J. Med. Sci.* – 2011. – Vol. 27, № 3. – P. 96–101.
46. Wojtczak B., Kaliszewski K., Sutkowski K. et al. The learning curve for intraoperative recurrent laryngeal nerve neuromonitoring in thyroid surgery // *The 1st World Congress on Neural Monitoring in Thyroid and Parathyroid Surgery.* – Cracow. – 2015. – P. 31.
47. Wulf H., Ledowski T., Linstedt U. et al. Neuromuscular blocking effects of rocuronium during desflurane, isoflurane, and sevoflurane anaesthesia // *Can. J. Anaesth.* – 1998. – Vol. 45, № 6. – P. 526–532.
48. Yap S. J., Morris R. W., Pybus D. A. Alterations in endotracheal tube position during general anaesthesia // *Anaesth. Intens. Care.* – 1994. – Vol. 22, № 5. – P. 586–588.
49. Young C. J., Apfelbaum J. L. Inhalational anesthetics: desflurane and sevoflurane // *J. Clin. Anesth.* – 1995. – Vol. 7, № 7. – P. 564–577.
33. Motamed C., Donati F. Sevoflurane and isoflurane, but not propofol, decrease mivacurium requirements over time. *Can. J. Anaesth.*, 2002, vol. 49, no. 9, pp. 907-912.
34. Muñoz-Martínez T., Garrido-Santos I., Arévalo-Cerón R. et al. Contraindications to succinylcholine in the intensive care unit. A prevalence study. *Med. Intensiva*, 2015, vol. 39, no. 2, pp. 90-96.
35. Puram S.V., Chow H., Wu C.W. et al. Vocal cord paralysis predicted by neural monitoring electrophysiologic changes with recurrent laryngeal nerve compressive neuropraxic injury in a canine model. *Head Neck*, 2016, vol. 38, suppl. 1, pp. 1341-1350.
36. Randolph G.W., Dralle H., Abdullah H. et al. Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: international standards guideline statement. *Laryngoscope*, 2011, vol. 121, pp. 1-16.
37. Sancho J.J., Pascual-Damieta M., Pereira J.A. et al. Risk factors for transient vocal cord palsy after thyroidectomy. *Br. J. Surg.*, 2008, vol. 95, no. 8, pp. 961-967.
38. Schneider R., Sekulla C., Machens A. et al. Dynamics of loss and recovery of the nerve monitoring signal during thyroidectomy predict early postoperative vocal fold function. *Head Neck*, 2016, vol. 38, pp. 1144-1151.
39. Schneider R., Randolph G., Dionigi G. et al. Prospective study of vocal fold function after loss of the neuromonitoring signal in thyroid surgery: The International Neural Monitoring Study Group's POLT study. *Laryngoscope*, 2016, vol. 126, no. 5, pp. 1260-1266.
40. Serpell J.W., Lee J.C., Yeung M.J. et al. Differential recurrent laryngeal nerve palsy rates after thyroidectomy. *Surgery*, 2014, vol. 156, no. 5, pp. 1157-1166.
41. Shindo M.L., Wu J.C., Park E.E. Surgical anatomy of the recurrent laryngeal nerve revisited. *Otolaryngol Head Neck Surg.*, 2005, vol. 133, pp. 514-519.
42. Snyder S.K., Lairmore T.C., Hendricks J.C. et al. Elucidating mechanisms of recurrent laryngeal nerve injury during thyroidectomy and parathyroidectomy. *J. Am., Coll. Surg.*, 2008, vol. 206, no. 1, pp. 123-130.
43. Starczewska A., Brol M., Żołnowska A. Advantages of rocuronium bromide in thyroid surgery with neuromonitoring. *The 1st World Congress on Neural Monitoring in Thyroid and Parathyroid Surgery.* Cracow, 2015, pp. 26,
44. Sugammadex for the Reversal of Neuromuscular Blockade in Adult Patients: A Review of Clinical Effectiveness and Cost-Effectiveness [Internet] Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2016 May. CADTH Rapid Response Reports.
45. Tsai C.J., Tseng K.Y., Wang F.Y. et al. Electromyographic endotracheal tube placement during thyroid surgery in neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve. *Kaohsiung J. Med. Sci.*, 2011, vol. 27, no. 3, pp. 96-101.
46. Wojtczak B., Kaliszewski K., Sutkowski K. et al. The learning curve for intraoperative recurrent laryngeal nerve neuromonitoring in thyroid surgery. *The 1st World Congress on Neural Monitoring in Thyroid and Parathyroid Surgery.* Cracow, 2015, pp. 31.
47. Wulf H., Ledowski T., Linstedt U. et al. Neuromuscular blocking effects of rocuronium during desflurane, isoflurane, and sevoflurane anaesthesia. *Can. J. Anaesth.*, 1998, vol. 45, no. 6, pp. 526-532.
48. Yap S.J., Morris R.W., Pybus D.A. Alterations in endotracheal tube position during general anaesthesia. *Anaesth. Intens. Care*, 1994, vol. 22, no. 5, pp. 586-588.
49. Young C.J., Apfelbaum J.L. Inhalational anesthetics: desflurane and sevoflurane. *J. Clin. Anesth.*, 1995, vol. 7, no. 7, pp. 564-577.

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

ФГБУ «Санкт-Петербургский многопрофильный центр»
МЗ РФ (Университетская клиника Санкт-Петербургского
государственного университета),
198103, Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, д. 154.

Алексеев Михаил Александрович

врач отделения анестезиологии и реанимации.
E-mail: Miha_Decor@mail.ru

Макарьин Виктор Алексеевич

врач отделения эндокринной хирургии.
E-mail: mvaviktor@mail.ru

Кулешов Олег Владимирович

заведующий отделением анестезиологии и реанимации.
E-mail: dkov2001@mail.ru

Успенская Анна Алексеевна

кандидат медицинских наук,
врач отделения эндокринной хирургии.
E-mail: uspenskaya_anna@mail.ru

Куликов Алексей Юрьевич

врач отделения анестезиологии и реанимации.
E-mail: alexeykulikov1987@yandex.ru

Федотов Юрий Николаевич

доктор медицинских наук, профессор, директор.
E-mail: fedotovura@yandex.ru

Бубнов Александр Николаевич

доктор медицинских наук, профессор кафедры
оперативной анатомии и хирургии.
E-mail: lnbnova@mail.ru

FOR CORRESPONDENCE:

St. Petersburg Mutli-Purpose Center,
(University Clinics of St. Petersburg University),
154, Nab. Reki Fontanki,
St. Petersburg, 198103.

Mikhail A. Alekseev

Doctor of Anesthesiology and Intensive Care Department.
E-mail: Miha_Decor@mail.ru

Viktor A. Makarin

Doctor of Endocrine Surgery Department.
E-mail: mvaviktor@mail.ru

Oleg V. Kuleshov

Head of Anesthesiology and Intensive Care Department.
E-mail: dkov2001@mail.ru

Anna A. Uspenskaya

Candidate of Medical Sciences,
Doctor of Endocrine Surgery Department.
E-mail: uspenskaya_anna@mail.ru

Aleksey Yu. Kulikov

Doctor of Anesthesiology and Intensive Care Department.
E-mail: alexeykulikov1987@yandex.ru

Yury N. Fedotov

Doctor of Medical Sciences, Professor, Director.
E-mail: fedotovura@yandex.ru

Aleksandr N. Bubnov

Doctor of Medical Sciences,
Professor of Operative Anatomy and Surgery Department.
E-mail: lnbnova@mail.ru