



Интраоперационный нейромониторинг при оперативных вмешательствах на щитовидной и околощитовидных железах: показания к проведению, методика выполнения

Макарьин В.А.¹, Успенская А.А.¹, Алексеев М.А.¹, Слепцов И.В.^{1,3}, Черников Р.А.¹, Федотов Ю.Н.^{1,2}, Тимофеева Н.И.¹, Семенов А.А.¹, Малюгов Ю.Н.¹, Бубнов А.Н.^{1,2,3}

¹ ФГБУ "Санкт-Петербургский многопрофильный центр" Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

² ГБОУ ВПО "Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова" Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный университет" Минздрава России, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Интраоперационный нейромониторинг находит все более широкое применение при оперативных вмешательствах на щитовидной и околощитовидных железах как метод, позволяющий уменьшить количество повреждений гортанных нервов при хирургических вмешательствах. В настоящее время с помощью постоянного мониторинга возможно интраоперационно в режиме реального времени оценивать сохранность функции гортанных нервов. В статье, основываясь на опыте выполнения в клинике 1065 оперативных вмешательств с использованием нейромониторинга, мы подробно описываем методику выполнения интраоперационного нейромониторинга гортанных нервов: от особенностей анестезиологического пособия и постановки эндотрахеальной трубки до алгоритма поиска неисправности при потере электромиографического сигнала. Кроме того, в ней также даны объяснения электромиографических показателей, таких как амплитуда сигнала, латентность, порог, LOS (потеря сигнала), и приведены основные источники литературы, посвященные данной проблеме.

Ключевые слова: интраоперационный нейромониторинг гортанных нервов, парез гортани, паралич гортани, осложнения в эндокринной хирургии.

Intraoperative neuromonitoring in thyroid and parathyroid surgery: indications and method

Makarin V.A.¹, Uspenskaya A.A.¹, Alekseev V.A.¹, Slepstov I.V.^{1,3}, Chernikov R.A.¹, Fedotov Y.N.^{1,2}, Timofeeva N.I.¹, Semenov A.A.^{1,3}, Malugov Y.N.¹, Bubnov A.N.^{1,2,3}

¹ University hospital of Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russian Federation

² Northern-Western State Mechnikov Medical University, Saint-Petersburg, Russian Federation

³ Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russian Federation

Intraoperative neuromonitoring finds widespread application in thyroid and parathyroid surgery, as a preventive method against laryngeal nerves injuries. Today it is possible to monitor the laryngeal nerve function in real time during an operation. In this article based on experience of 1065 thyroid and parathyroid operations with intraoperative neuromonitoring, we describe in details the procedure of intraoperative neuromonitoring of laryngeal nerves: features of anaesthesia, endotracheal tube position, algorithm of trouble shooting in case of loss of electromyographical signal. Besides that, there is an explanation of electromyographical indices, such as: signal amplitude, latency, threshold, LOS (loss of signal); there are main literature sources on this problem.

Key words: intraoperative neuromonitoring, vocal cord palsy, paresis, complication in thyroid surgery.



Введение

Оперативное вмешательство остается основным методом лечения злокачественных опухолей щитовидной железы и ряда других ее заболеваний [1, 2]. По данным отечественных авторов, за период с 2004 по 2014 г. рост заболеваемости раком щитовидной железы в России составил 18,4% [3], следствием чего является увеличение числа оперативных вмешательств и, как результат, числа возможных послеоперационных осложнений.

Нарушение подвижности голосовых складок является одним из самых частых осложнений при операциях на щитовидной железе, занимая второе место после гипопаратиреоза [4–6]. В настоящее время принято различать парез и паралич гортани: под парезом подразумевают временное нарушение подвижности голосовых складок сроком до года, под параличом – стойкое нарушение подвижности более года [7].

По данным литературы, частота повреждения гортанных нервов (ГН) при первичных оперативных вмешательствах может варьировать от 0,5 до 23% [8–10], при повторных операциях риск возрастает до 62% [11–13]. При нарушении подвижности голосовых складок у пациентов могут возникнуть незначительные изменения в голосе: от легкой осиплости до выраженных фонационных проблем, вплоть до стридора. При двустороннем парезе нередко выполняют трахеостомию, что резко ухудшает качество жизни и приводит к инвалидизации пациента [14].

В настоящее время основным методом профилактики повреждения гортанных нервов является интраоперационная визуализация последних [15]. В многочисленных работах показано, что частота нарушений функции гортани может быть снижена за счет выделения нерва и его постоянного визуального контроля во время диссекции [16]. В настоящее время основным механизмом повреждения возвратного гортанного нерва (ВГН) является тракционный [17]. По данным различных авторов, до 80% всех случаев нарушений подвижности голосовых складок связано с перерастяжением нерва [18].

С учетом основного механизма повреждения ГН становится понятно, что визуально-

го контроля для обеспечения сохранности функции последнего недостаточно.

Начиная с 90-х годов XX века хирурги, оперирующие на щитовидной железе, стали использовать электромиографический (ЭМГ) контроль функции ГН [19]. В последние 15 лет интраоперационный нейромониторинг (ИОНМ) претерпел ряд значительных изменений, в первую очередь связанных с внедрением неинвазивных методов регистрации сигнала с голосовых складок [20]. Появилась возможность контроля и записи на цифровые носители таких нейрофизиологических параметров гортанных нервов, как амплитуда и латентность [21], и самое главное – хирург интраоперационно может оценить сохранность ГН, спрогнозировать функцию гортани в послеоперационном периоде и тем самым предотвратить двусторонний парез, изменив план операции [22].

Современные аппараты для ИОНМ позволяют выполнять не только переменный мониторинг, но и постоянный [23], когда специальная клипса фиксируется к *n. vagus*, что позволяет контролировать сохранность ВГН в течение операции ежесекундно [24].

Согласно опросу респондентов Ассоциации оториноларингологов США, применение ИОНМ при операциях на щитовидной железе происходит в 63% случаев [25], в Германии более 95% тиреоидэктомий выполняют с ИОНМ [26], в Великобритании до 90% хирургов используют ИОНМ при операциях в области головы и шеи [27]. Подобная информация по использованию ИОНМ в России, к сожалению, недоступна. Согласно неопубликованным данным Северо-Западного центра эндокринологии и эндокринной хирургии (анкетирование проведено среди 20 участников мастер-класса “ИОНМ” в рамках конгресса “Современные технологии в эндокринологии, эндокринной хирургии и радиологии”, Санкт-Петербург, 24–25 мая 2016 г.), рутинно используют ИОНМ только 15% хирургов, оперирующих на щитовидной железе, при этом отмечается тенденция, при которой чаще используют ИОНМ хирурги с опытом оперативных вмешательств до 10 лет.

Имеющиеся немногочисленные русскоязычные работы посвящены использованию ИОНМ в клинике с рекомендациями по при-

менению у пациентов с высоким риском повреждения гортанных нервов: повторные операции, при ожидаемых трудностях в обнаружении гортанных нервов, при недостаточном опыте хирурга или выполнении операции в неспециализированном центре [28, 29].

В отечественных публикациях мы не встретили подробного описания методики ИОНМ гортанных нервов (алгоритм выполнения, особенности анестезиологического пособия, особенности позиционирования эндотрахеальной трубки, постоянный мониторинг *n. vagus*), объяснения таких терминов, как латентность, амплитуда, порог чувствительности, потеря сигнала – LOS, сегментарный LOS, глобальный LOS. Эти сведения приводятся в данной работе, основанной на опыте выполненных в нашей клинике 1065 операций на щитовидной и околощитовидных железах с использованием ИОНМ в период с октября 2015 г. по февраль 2016 г. и анализе литературы.

Так же как и большинство зарубежных авторов, мы используем ИОНМ при операциях на щитовидной и околощитовидных железах рутинно, так как хирург не всегда может адекватно оценить вероятность затруднений при операции до вмешательства. ИОНМ дает преимущества при трудных операциях, его рутинное использование обеспечивает стабильную работу и возможность более подробно интерпретировать полученные ЭМГ-сигналы, а также реагировать на неисправности при нарушениях в работе системы [30].

По данным литературы, стимуляция ВГН или блуждающего нерва не вызывает их повреждения и безопасна при использовании у детей и взрослых [31]. Более того, стимуляция блуждающего нерва не вызывает брадикардию или бронхоспазм [32].

При использовании ИОНМ важным этапом является соблюдение определенного алгоритма, который включают следующее:

1. Ларингоскопия до операции. Необходимым этапом является оценка функционального статуса голосовых складок перед началом операции, для этой оценки рекомендуют использовать дооперационный осмотр гортани [33, 34].

2. Дооперационная стимуляция блуждающего нерва позволяет осуществлять конт-

роль адекватности функционирования аппаратуры для ИОНМ и тем самым позволяет выполнить последующее картирование ГН с высокой точностью.

3. Послеоперационная стимуляция блуждающего нерва позволяет наиболее точно спрогнозировать послеоперационную функцию гортани. Стимуляция блуждающего нерва позволяет оценивать всю нервную цепь, а также позволяет избежать потенциально ложной стимуляции поврежденного ГН дистально (ближе к месту входа в гортань) по отношению к участку повреждения.

4. Послеоперационная ларингоскопия.

В настоящее время при проведении ИОНМ для документирования результатов принято использовать следующие обозначения:

- V1 – стимуляция *n. vagus* до резекции щитовидной железы;
- R1 – стимуляция гортанного нерва до резекции щитовидной железы;
- R2 – стимуляция гортанного нерва после резекции щитовидной железы;
- V2 – стимуляция *n. vagus* после резекции щитовидной железы;
- LOS – loss of signal – потеря сигнала.

Пример протокола ИОНМ представлен на рис. 1. Важно отметить, что протокол

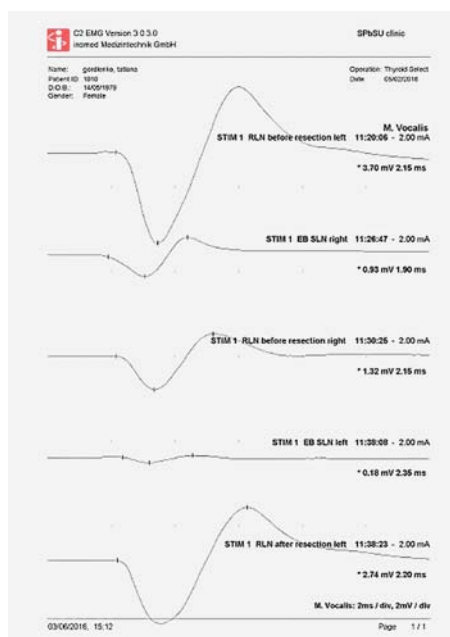


Рис. 1. Протокол нейромониторинга.



Рис. 2. Нейромонитор C2 NerveMonitor (InoMed, Германия).

ИОНМ может быть распечатан и прикреплен к истории болезни и выписному эпикризу пациента.

Основные компоненты ИОНМ и установка оборудования

Современные аппараты для ИОНМ включают следующие элементы:

1. Основной блок регистрации с функцией графического вывода ЭМГ-данных ГН и *n. vagus* (рис. 2).

2. Электроды для регистрации на интубационной трубке (рис. 3).

3. Зонды для стимуляции нервов.

В отделении эндокринной хирургии Северо-Западного центра эндокринологии



Рис. 3. Электрод для регистрации ЭМГ на интубационной трубке.

и эндокринной хирургии ИОНМ ГН проводили с использованием аппарата C2 (InoMed, Германия).

Существует несколько вариантов технического выполнения нейромониторинга:

- выполнение пальпации гортани при стимуляции ГН в области заднего констриктора глотки или крикотироидной мышцы [35, 36];

- наблюдение за голосовой щелью с помощью эндоскопа [37, 38];

- мониторинг давления голосовой щели с помощью специального тонометра [39];

- установление эндоскопически внутримышечных электродов в область голосовых складок [40];

- использование внутримышечных электродов, помещенных через перстнещитовидную мембрану [41, 42];

- использование поверхностных электродов на интубационную трубку [43–45];

- использование поверхностных электродов, введенных в заперстневидную область [46].

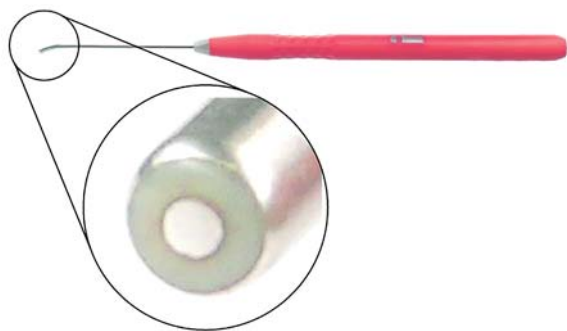


Рис. 4. Монополярный стимулирующий зонд.

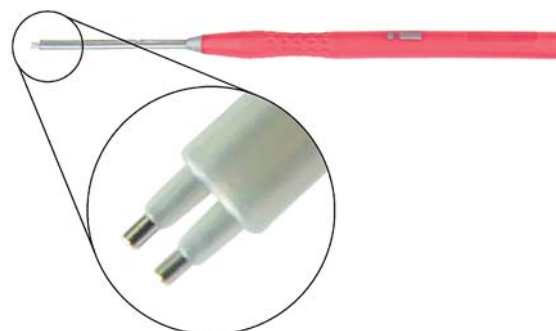


Рис. 5. Биполярный-вилчатый стимулирующий зонд.

Благодаря удобству и безопасности наиболее широкое распространение получила методика выполнения ИОНМ с помощью поверхностных электродов, располагающихся на интубационной трубке, когда происходит контакт медиальных поверхностей голосовых складок с электродом.

Стимулирующие электроды могут быть монополярными (рис. 4) или биполярными (рис. 5). Стимулирующими электродами могут быть и хирургические инструменты.

Для поиска нерва наиболее предпочтительным стимулирующим электродом является монополярный, обладающий более диффузным распространением тока, что в свою очередь увеличивает зону картирования нерва. Биполярный зонд имеет более очаговый характер распространения тока, но также может быть использован для картирования нерва.

Особенности анестезиологического пособия при проведении ИОНМ

Несмотря на то что ИОНМ ГН используется для снижения частоты хирургических осложнений, роль анестезиолога в его полноценном проведении крайне важна. Краеугольными камнями, о которых анестезиологи должны быть информированы, являются особенности миоплегии и позиционирование интубационной трубки.

Одним из главных компонентов ИОНМ ГН в хирургии щитовидной и околощитовидной желез является адекватный режим миорелаксации [47]. Это обусловлено особенностями самого метода – необходимостью получить нейромышечный ответ с голосовых складок при стимуляции нерва, что, естественно, невозможно в условиях полного нейромышечного блока. В этой ситуации крайне важна роль анестезиолога, который должен обеспечить, с одной стороны, безопасность пациента, атравматичную интубацию трахеи и комфортную работу хирурга, а с другой – полноценное функционирование системы нейромониторинга. Использование миорелаксантов длительного действия, таких как, например, пипекуроний, в расчетных дозировках само по себе исключено. Несмотря на это, в арсенале анестезиолога

все равно остается большой выбор препаратов: недеполяризующие средней и короткой продолжительности – рокуроний, атракурий, цисатракурий, мивакурий и деполяризующий ультракороткого действия – сукцинилхолин. Именно сукцинилхолин по своим фармакокинетическим свойствам наиболее соответствует требованиям для проведения нейромониторинга – быстрый эффект и короткая продолжительность действия. Однако он обладает рядом побочных эффектов, обусловленных механизмом его действия, от минимальных до катастрофических [48], таких как мышечная боль, аритмии, высвобождение калия, злокачественная гипертермия (ЗГТ) [49]. 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 ЗГТ или предрасположенность к ней, аллергию на препарат и диагностированный дефицит активности псевдохолинэстеразы. В условиях хорошо финансируемого центра возможно рутинное использование антагониста недеполяризующих миорелаксантов сугамадекса [50]. Есть рекомендации, что при использовании ИОНМ вообще следует воздержаться от любых миоплегических агентов. Вместе с тем интубация без использования миорелаксантов может быть сопряжена с техническими трудностями [51, 52].

Алгоритм интубации с установкой эндотрахеальной трубки для мониторинга

Не менее важным компонентом успешного НМ является правильное позиционирование ларингеального электрода. Интубацию лучше всего осуществлять с учетом перечисленных выше особенностей миорелаксации. Следует выбрать размер трубки, который обеспечит оптимальный контакт с голосовыми складками (обычно #7 для большинства взрослых). До интубации не рекомендовано использовать лидокаиновые гели и другие лубриканты, наносимые на поверхность эндотрахеальной трубки (ЭТТ). Размер ЭТТ должен быть таким, чтобы обеспечить максимальный контакт электрода с голосовыми

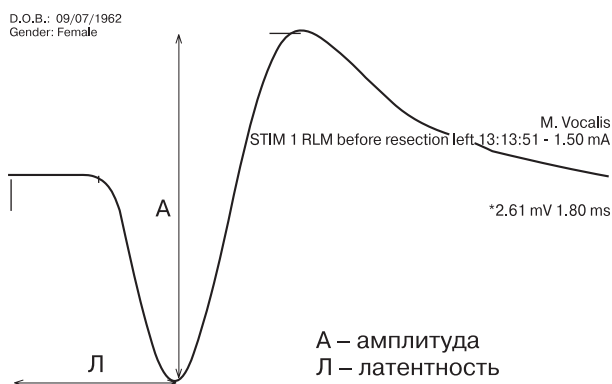


Рис. 6. Электромиографический сигнал от возвратного гортанного нерва.

складками, при этом желательно использовать ЭТТ наибольшего размера, допустимого у данного пациента. В течение операции пациент находится в положении гиперэкстензии. Эта манипуляция несет риск смещения ЭТТ, дислокации электрода и в итоге ведет к потере ответа с голосовых складок при стимуляции ГН. Как следствие, крайне важно надлежаще фиксировать ЭТТ. Фиксация трубки должна быть, с одной стороны, надежной, а с другой – легко снимаемой, для облегчения репозиции ЭТТ при ее смещении. 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 [53].

Основные электромиографические определения при ИОНМ

Амплитуда

Электромиографический сигнал обычно имеет двухфазную форму волны, представляя собой суммирование потенциалов двигательных волокон нерва. Графическое изображение амплитуды колебаний при мониторинге можно рассматривать как расстояние от вертикальной высоты вершины положительного начального отклонения волны до самой нижней точки в следующей противоположной фазе полярности формы волны (то есть от пика до пика).

Показатели амплитуды могут коррелировать с количеством мышечных волокон, участвующих в поляризации во время стандартной ЭМГ гортани. Амплитуды деполяризации голосовой складки колеблются от 100 до 800 мкВ во время нормальной произвольной речи [54].

При выполнении мониторинга возможны изменения амплитуды за счет нескольких факторов:

- 1) присутствие в зоне нерва жидкости или крови;
- 2) плохой контакт стимулирующего зонда с нервом (фасция прикрывает нерв);
- 3) изменение температуры операционного поля;
- 4) смещение электродов на интубационной трубке.

Порог

Порог представляет собой величину силы тока, при первичной подаче на нерв которой начинает запускаться минимальная ЭМГ-активность. У человека ВГН и блуждающий нерв начинают стимулироваться при силе тока приблизительно 0,3–0,4 мА. При максимальной стимуляции деполяризуются все волокна нерва, и нарастающий стимулирующий ток не приводит к дальнейшему увеличению амплитуды сигнала. Использование силы тока в 2 мА не дает более высокой амплитуды ЭМГ, но деполяризует больше ткани вокруг наконечника зонда, что полезно при начальном поиске/картировании ГН.

Латентность

Латентность (время ожидания) измеряют в миллисекундах. Она отражает время прохождения электрического импульса от точки возбуждения на нерве до точки приема сигнала (голосовые складки). Если амплитуда зависит от количества волокон, участвующих в деполяризации, то латентность зависит от расстояния от точки стимуляции до голосовой складки на этой стороне. Учитывая разную длину блуждающих нервов, время ожидания значительно больше слева по сравнению с правой стороной.

На сегодняшний день опубликованы данные о средних значениях латентности и амплитуды возвратных гортанных нервов –

3,96 ± 0,69 мс и 891,6 ± 731 мкВ, правого *n. vagus* – 5,47 ± 0,73 мс и 771,6 ± 295,14 мкВ, левого *n. vagus* – 8,14 ± 0,86 мс и 707,8 ± ± 318 мкВ, средние значения для наружной ветви верхнего гортанного нерва – 3,55 ± ± 0,49 мс и 246,6 ± 98,9 мкВ [55].

Начальное тестирование в хирургическом поле

Для контроля положения ЭТТ и электродов на голосовых складках в начале операции используют два способа: трансларингеальную стимуляцию и одностороннюю стимуляцию блуждающего нерва.

Трансларингеальная стимуляция по средней линии щитовидного хряща, перстнещитовидной мембраны и черпаловидного хряща позволит определить местоположение электродов на интубационной трубке в пределах гортани.

Прямая односторонняя стимуляция блуждающего нерва должна проводиться у пациентов в начале операции во всех случаях, обнаружение удовлетворительной ЭМГ при стимуляции блуждающего нерва указывает на правильное положение интубационной трубки.

Стандарты оценки интраоперационной потери сигнала

Если при стимуляции ГН активность ЭМГ отсутствует или находится на необычайно низкой амплитуде (ниже 100 мкВ), первым этапом должна стать оценка реакции подергивания гортани после стимуляции блуждающего нерва с данной стороны. Если реакция подергивания гортани присутствует, то блок стимуляции системы мониторинга работает, то есть анатомическая сохранность ГН не нарушена, но при этом имеется неисправность блока регистрации. В подавляющем большинстве случаев нарушение работы на стороне регистрации подразумевает неправильное расположение электрода интубационной трубки.

В случае, когда односторонняя стимуляция ГН не дает адекватный ЭМГ-сигнал, а объем запланированной операции заключается в тиреоидэктомии или центральной лимфодиссекции шеи VI уровня, необходимо

выделить контралатеральный блуждающий нерв и произвести его стимуляцию. Если контралатеральный блуждающий нерв также не дает хорошего ЭМГ-сигнала, возможна проблема на стороне регистрации (обычная связанная с интубационной трубкой). Если контралатеральный блуждающий нерв хорошо стимулируется (то есть интубационная трубка находится в правильном положении), то на этой стороне тела имеет место возможное повреждение нерва.

Потеря сигнала (LOS)

LOS (loss of signal) – потеря сигнала. LOS можно зарегистрировать только в том случае, если сигнал ЭМГ был хорошим изначально (то есть колебания с амплитудой >100 мкВ). Если происходит падение амплитуды менее 100 мкВ во время постоянного уровня стимуляции (то есть в диапазоне от 1 до 2 мА), следует интерпретировать данную ситуацию как LOS. Появление LOS свидетельствует о нарушении проводимости сигнала по нерву и потенциальной возможности развития пареза. По нашим данным, чувствительность LOS в отношении вероятности развития послеоперационного пареза составила 50%, специфичность – 99,6%, положительная прогностическая значимость (PPV) – 89,1%, отрицательная прогностическая значимость (NPV) – 96,7%.

Идентификация сегмента повреждения позволяет хирургу пересмотреть ход операции и лучше понять то хирургическое действие, которое, возможно, привело к повреждению данного сегмента (чрезмерная тракция, сжатие или коагуляция) [56]. В настоящее время различают два типа повреждения: сегментарный и глобальный [57].

При сегментарном типе потери сигнала возможно точно установить точку повреждения нерва с помощью ИОНМ. При этом существует возможность устранения повреждения, если имеет место наложение клипсы или шва на нерв, что позволит избежать постоянного повреждения ГН. Второй тип повреждения – глобальный, при котором стимуляция ВГН на всем протяжении не дает сигнала. Это указывает на более широкое поражение, вероятно соответствующее внутригортанному очагу. При наличии LOS

следует считать, что нерв на одной стороне поврежден (по крайней мере, временно), при этом хирург имеет возможность принятия решения о том, следует ли выполнять операцию на контралатеральной стороне в этот же день. При интраоперационной диагностике LOS хирург может избежать такого грозного осложнения, как двусторонний парез гортани.

Интраоперационные ошибки и сложности при стимуляции ВГН

Во время стимуляции ГН могут возникнуть следующие ошибки и сложности, которые приводят к потере или снижению ЭМГ-сигнала.

Основные факторы, приводящие к ошибкам и сложностям стимуляции, можно разделить на группы.

- Анестезиологические факторы:
 - парализующее средство еще действует или имеет место дефицит псевдохолинэстеразы;
 - скопление слюны на уровне голосовой щели;
 - некорректное положение эндотрахеальной трубки.
- Работа стимулирующего зонда и монитора:
 - нарушение функции стимулирующего зонда;
 - недостаточный ток стимулятора;
 - оборудование для нейромониторинга должно быть отделено от проводов электрохирургического аппарата.
- Хирургическая техника:
 - нерв закрыт кровью и фасцией, при этом отмечается недостаточный контакт с исследуемым нервом;
 - интраоперационная неневральная шунтирующая стимуляция – стимуляция током поблизости от нерва распространяется на нерв (это чаще возникает при высоком токе 2 мА, чем при 1 мА), кровь или кровеносные сосуды могут шунтировать ток от неневральной ткани к ткани нерва;
 - чрестрахеальная стимуляция – шунтирование тока непосредственно на электроды (обычно хирург замечает,

когда он стимулирует, но ГН, особенно в левой паратрахеальной области или в связке Берри, может располагаться рядом с трахеей и привести к этой ошибке);

- ложная активность может встречаться в тех случаях, когда регистрационные электроды и кабели стимулятора запутываются между собой, что ведет к появлению артефактов стимуляции, которые ошибочно рассматриваются как случаи ЭМГ;
- холодные и теплые растворы при воздействии поблизости от ГН могут давать спонтанную непрерывную реакцию ЭМГ от нерва, который не подвергался стимуляции напрямую.

Оценка функции нерва после окончания операции и прогнозирование функции голосовых складок

Используя послеоперационную подвижность голосовой складки в качестве основного параметра оценки результата функции ГН, истинно отрицательный тест определяется по наличию типичной реакции ЭМГ голосовой складки в конце процедуры и подвижностью интактной голосовой связки после операции. Напротив, если в конце операции имеет место LOS в сочетании с послеоперационным параличом голосовой связки, то результат определяется как истинно-положительный тест.

Ложноположительные реакции – возникновение LOS при сохранной подвижности голосовой складки.

Причины ложноположительных реакций:

- 1) различные проблемы оборудования на стороне стимуляции и на стороне регистрации, обычно смещение интубационной трубки;
- 2) кровь или фасция, покрывающая стимулируемый сегмент нерва;
- 3) нервно-мышечная блокада;
- 4) элиминация раннего ответа: происходит ускользание ответа в рамках подавления артефакта стимуляции;
- 5) раннее восстановление нерва при параличе голосовой складки во время операции (развитие транзиторной или временной

нейропраксии, которая может иметь короткую продолжительность).

Ложноотрицательные реакции – хорошая картина ЭМГ с послеоперационным параличом голосовой связки.

Причины ложноотрицательных реакций:

1) дистальная стимуляция по отношению к травмированному сегменту нерва (для предотвращения данной ошибки следует стимулировать блуждающий нерв в конце операции);

2) повреждение после последней тестовой стимуляции;

3) отсроченная нейропраксия, как вариант за счет отека или возможного отсроченного сосудистого эффекта;

4) неподвижность голосовой связки из-за нехирургических проблем, таких как отек половины гортани или вывих черпаловидного хряща.

Постоянный мониторинг *n. vagus*

В настоящее время активно развивается постоянный нейромониторинг с использованием специальных клипс на *n. vagus* при выполнении операций на щитовидной железе. Постоянный мониторинг позволяет моментально реагировать на ЭМГ-сигнал, проводимый по ГН. Методика постоянного мониторинга сведена к установке специальной клипсы на *n. vagus*, далее на нерв подается постоянный импульс, который в свою очередь регистрируется эндотрахеальным электродом. Данная методика позволяет контролировать сохранность гортанного нерва и при изменении амплитуды и латентности менять ход операции вплоть до отмены запланированной тиреоидэктомии. Использование постоянного мониторинга позволяет моментально реагировать на тракцию железы, которая приводит к изменению ЭМГ-сигнала. Перспективным является разработка неинвазивных методов стимуляции *n. vagus*.

Заключение

Интраоперационный нейромониторинг, использование которого приобретает все большую популярность при выполнении оперативных вмешательств, дает возможность идентифицировать гортанные нервы и умень-

шить травму при их выделении. Постоянный нейромониторинг позволяет ежесекундно контролировать степень натяжения гортанного нерва как наиболее частую причину развития пареза мышц гортани. Оценка амплитуды и латентности электромиографического сигнала позволяет спрогнозировать функцию гортани в послеоперационном периоде. Использование интраоперационного нейромониторинга, по данным зарубежных авторов, статистически достоверно снижает количество временных парезов, позволяет избежать двусторонних парезов гортани, сменив план операции.

По нашему мнению, интраоперационный нейромониторинг должен быть обязательным компонентом при хирургических вмешательствах на щитовидной и околощитовидных железах.

Нам представляется целесообразным создание всероссийской рабочей группы по обобщению опыта использования ИОНМ с последующей разработкой отечественных рекомендаций по использованию и применению данной технологии.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в отношении данной статьи. Финансирование проведения данной работы какими-либо организациями не проводилось.

Список литературы

1. Дедов И.И., Кузнецова Н.С., Мельниченко Г.А. Эндокринная хирургия. – М.: Литтерра, 2011. – 352 с. [Dedov II, Kuznetsova NS, Mel'nichenko GA. Endocrine surgery. – Moscow: Litterra; 2011. 352 p. (in Russ.)]
2. Черников Р.А., Воробьев С.Л., Слепцов И.В., и др. Результаты хирургического этапа лечения папиллярного рака щитовидной железы // Клиническая и экспериментальная тиреодология. – 2014. – Т. 10. – №2 – С. 38–42. [Chernikov RA, Vorobjev SL, Sleptsov IV, et al. Results of surgical treatment of papillary thyroid cancer. *Clinical and experimental thyroidology*. 2014;10(2):38-42. (in Russ.)] doi: 10.14341/CET201410238-42
3. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2014 году (заболеваемость и смертность). – М., 2016. – 250 с. [Kaprin AD, Starinskiy VV, Petrova GV. *Malignant tumors in Russia in 2014 (morbidity and fatality)*. Moscow; 2016. 250 p. (in Russ.)]

4. Гагаркин Г.Н., Ужва В.П., Гагаркин И.Г. Повреждения возвратного нерва во время выполнения операции на щитовидной железе // Клиническая хирургия. – 1991. – №12. – С. 47–48. [Gagarkin GN, Uzhva VP, Gagarkin IG. Povrezhdeniya vozvratnogo nerva vo vremya vypolneniya operatsii na shchitovidnoy zheleze. *Klinicheskaya khirurgiya*. 1991;(12):47-48. (in Russ)]
5. Бондаренко В.О. Возвратный гортанный нерв в хирургии щитовидной и паращитовидной желез. – М., 2006. – 120 с. [Bondarenko VO. *Vozvratnyy gortannyi nerv v khirurgii shchitovidnoy i parashchitovidnoy zhelez*. Moscow; 2006. 120 p. (in Russ)]
6. Мустафаев Д.М., Свистушкин В.М., Осипенко Е.В., и др. Алгоритм клинического обследования при односторонних парезах и параличах гортани неясного генеза // Российская оториноларингология. – 2010. – №2. – С. 84–90. [Mustafaev DM, Svistushkin VM, Osipenko EV, et al. Algorithm of clinical tests in indeterminate unilaterally vocal fold paresis and paralysis. *Russian otorhinolaryngology*. 2010;(2):84-90. (in Russ.)]
7. Готовякина Т.В. Хирургические вмешательства на щитовидной железе как одна из причин дисфоний в раннем послеоперационном периоде // Российская оториноларингология. – 2010. – №1. – С. 12–17. [Gotovyakhina TV. Surgical interventions on a thyroid gland as one of the reasons of dysphonia in the early postoperative period. *Russian otorhinolaryngology*. 2010;(1):12-17. (in Russ.)]
8. Sancho JJ, Pascual-Damieta M, Pereira JA, et al. Risk factors for transient vocal cord palsy after thyroidectomy. *Br J Surg*. 2008;95(8):961-967. doi: 10.1002/bjs.6173.
9. Василенко Ю.С., Романенко С.Г. Клинико-функциональное обследование больных с односторонним параличом гортани // Вестник оториноларингологии. – 2000. – №5. – С. 50–53. [Vasilenko YS, Romanenko SG. Kliniko-funktsional'noe obsledovanie bol'nykh s odnostoronnim paralichom gortani. *Vestnik otorinolaringologii*. 2000;(5):50-53. (in Russ.)]
10. Sinclair IS. The risk to the recurrent laryngeal nerves in thyroid and parathyroid surgery. *J R Coll Surg Edinb*. 1994;39(4): 253-257.
11. Мышкин К.И., Амирова Н.М. Выбор операции у больных раком щитовидной железы // Вопросы онкологии. – 1991. – Т. 37. – №2. – С. 219–223. [Myshkin KI, Amirova NM. Vybora operatsii u bol'nykh rakom shchitovidnoy zhelezy. *Problems in oncology*. 1991;37(2):219-223. (in Russ.)]
12. Черенько М.П. Обоснование показаний и опыт хирургического лечения больных с патологией щитовидной железы // Клиническая хирургия. – 1987. – №5. – С. 76. [Cheren'ko MP. Obosnovanie pokazaniy i opyt khirurgicheskogo lecheniya bol'nykh s patologией shchitovidnoy zhelezy. *Klinicheskaya khirurgiya*. 1987;(5):76. (in Russ.)]
13. Caragacianu D, Kamani D, Randolph GW. Intraoperative monitoring: normative range associated with normal postoperative glottic function. *Laryngoscope*. 2013;123(12): 3026-3031. doi: 10.1002/lary.24195.
14. Anuwong A, Lavazza M, Kim HY, et al. Recurrent laryngeal nerve management in thyroid surgery: consequences of routine visualization, application of intermittent, standardized and continuous nerve monitoring. *Updates Surg*. 2016. doi: 10.1007/s13304-016-0393-9.
15. Hayward NJ, Grodski S, Yeung M, et al. Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery: a review. *ANZ J Surg*. 2013; 83(1-2):15-21. doi: 10.1111/j.1445-2197.2012.06247.x.
16. Chiang FY, Lu IC, Kuo WR, et al. The mechanism of recurrent laryngeal nerve injury during thyroid surgery – the application of intraoperative neuromonitoring. *Surgery*. 2008;143(6): 743-749. doi: 10.1016/j.surg.2008.02.006.
17. Snyder SK, Lairmore TC, Hendricks JC, Roberts JW. Elucidating mechanisms of recurrent laryngeal nerve injury during thyroidectomy and parathyroidectomy. *J Am Coll Surg*. 2008;206(1):123-130. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2007.07.017.
18. Dionigi G, Wu CW, Kim HY, et al. Severity of recurrent laryngeal nerve injuries in thyroid surgery. *World J Surg*. 2016;40(6):1373-1381. doi: 10.1007/s00268-016-3415-3.
19. Tschopp K, Probst R. New aspects in surgery of the thyroid gland with intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve. *Laryngorhinootologie*. 1994;73(11):568-572. doi: 10.1055/s-2007-997197.
20. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K, et al. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *World J Surg*. 2008;32(7):1358-1366. doi: 10.1007/s00268-008-9483-2.
21. Dionigi G, Barczynski M, Chiang FY, et al. Why monitor the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery? *J Endocrinol Invest*. 2010;33(11):819-822. doi: 10.1007/BF03350349.
22. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K, et al. Loss of the nerve monitoring signal during bilateral thyroid surgery. *Br J Surg*. 2012;99(8):1089-1095. doi: 10.1002/bjs.8831.
23. Schneider R, Randolph GW, Sekulla C, et al. Continuous intraoperative vagus nerve stimulation for identification of imminent recurrent laryngeal nerve injury. *Head Neck*. 2013;35(11):1591-1598. doi: 10.1002/hed.23187.
24. Phelan E, Schneider R, Lorenz K, et al. Continuous vagal IONM prevents recurrent laryngeal nerve paralysis by revealing initial EMG changes of impending neuropraxic injury: a prospective, multicenter study. *Laryngoscope*. 2014;124(6): 1498-1505. doi: 10.1002/lary.24550.
25. Henry L, Helou L, Solomon N, et al. Current practice patterns regarding the conduct of thyroidectomy and parathyroidectomy amongst surgeons – a survey study. *J Cancer*. 2012;3:207-216. doi: 10.7150/jca.4452.
26. Thomusch O, Sekulla C, Walls G, et al. Intraoperative neuro-monitoring of surgery for benign goiter. *Am J Surg*. 2002;183(6):673-678.
27. Hopkins C, Khemani S, Terry RM, Golding-Wood D. How we do it: nerve monitoring in ENT surgery: current UK practice. *Clin Otolaryngol*. 2005;30(2):195-198. doi: 10.1111/j.1365-2273.2004.00933.x.
28. Румянцев П.О. Интраоперационный нейромониторинг как метод функциональной визуализации двигательных нервов // Опухоли головы и шеи. – 2012. – №4. – С. 49–52.

- [Rumyantsev PO. Intraoperative neuromonitoring as a method of motor nerves functional visualization. *Head and neck tumors (HNT)*. 2012;(4):49-52. (in Russ.)]
doi: 10.17650/2222-1468-2012-0-4-49-52
29. Румянцев П.О. Интраоперационный нейромониторинг при операциях на щитовидной железе // Эндокринная хирургия. – 2012. – Т. 6. – №2 – С. 42–47. [Rumyantsev PO. Intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery. *Endocrine Surgery*. 2012;6(2):42-47. (in Russ.)].
doi: 10.14341/2306-3513-2012-2-42-47.
 30. Dionigi G, Bacuzzi A, Boni L, et al. What is the learning curve for intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery? *Int J Surg*. 2008;6(Suppl 1):S7-12.
doi: 10.1016/j.ijssu.2008.12.023.
 31. White WM, Randolph GW, Hartnick CJ, Cunningham MJ. Recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroidectomy and related cervical procedures in the pediatric population. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009;135(1):88-94.
doi: 10.1001/archoto.2008.520.
 32. Randolph GW. Surgical anatomy of the recurrent laryngeal nerve. In: Randolph GW, ed. *Surgery of the Thyroid and Parathyroid Glands*. Philadelphia, PA: Saunders; 2003: 300-349.
 33. Mihai R., Randolph GW. Thyroid surgery, voice and the laryngeal examination time for increased awareness and accurate evaluation. *World J Endocr Surg*. 2009;1(1):1-5.
 34. Randolph GW, Kamani D. The importance of preoperative laryngoscopy in patients undergoing thyroidectomy: voice, vocal cord function, and the preoperative detection of invasive thyroid malignancy. *Surgery*. 2006;139(3):357-362.
doi: 10.1016/j.surg.2005.08.009.
 35. Gavilan J, Gavilan C. Recurrent laryngeal nerve. Identification during thyroid and parathyroid surgery. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1986;112(12):1286-1288.
 36. Echeverri A, Flexon PB. Electrophysiologic nerve stimulation for identifying the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery: review of 70 consecutive thyroid surgeries. *Am Surg*. 1998;64(4):328-333.
 37. Riddell V. Thyroidectomy: Prevention of bilateral recurrent nerve palsy, results of identification of the nerve over 23 consecutive years (1946-69) with a description of an additional safety measure. *Br J Surg*. 1970;57(1):1-11.
doi: 10.1002/bjs.1800570102.
 38. Premachandra DJ, Radcliffe GJ, Stearns MP. Intraoperative identification of the recurrent laryngeal nerve and demonstration of its function. *Laryngoscope*. 1990;100(1):94-96.
doi: 10.1288/00005537-199001000-00019.
 39. Woltering EA, Dumond D, Ferrara J, et al. A method for intraoperative identification of the recurrent laryngeal nerve. *Am J Surg*. 1984;148(4):438-440.
doi: 10.1016/0002-9610(84)90365-9.
 40. Lipton RJ, McCaffrey TV, Litchy WJ. Intraoperative electrophysiologic monitoring of laryngeal muscle during thyroid surgery. *Laryngoscope*. 1988;98(12):1292-1296.
doi: 10.1288/00005537-198812000-00003.
 41. Hamelmann WH, Meyer T, Timm S, Timmermann W. A critical estimation of intraoperative neuromonitoring (IONM) in thyroid surgery]. *Zentralbl Chir*. 2002;127(5):409-413.
doi: 10.1055/s-2002-31982.
 42. Kunath M, Marusch F, Horschig P, Gastinger I. The value of intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery – a prospective observational study with 926 patients. *Zentralbl Chir*. 2003;128(3):187-190. doi: 10.1055/s-2003-38529.
 43. Dackiw AP, Rotstein LE, Clark OH. Computer-assisted evoked electromyography with stimulating surgical instruments for recurrent/external laryngeal nerve identification and preservation in thyroid and parathyroid operation. *Surgery*. 2002; 132(6):1100-1106; discussion 1107-1108.
doi: 10.1067/msy.2002.128483.
 44. Eisele DW. Intraoperative electrophysiologic monitoring of the recurrent laryngeal nerve. *Laryngoscope*. 1996;106(4): 443-449.
 45. Barwell J, Lytle J, Page R, Wilkins D. The NIM-2 nerve integrity monitor in thyroid and parathyroid surgery. *Br J Surg*. 1997;84(6):854-854. doi: 10.1046/j.1365-2168.1997.02674.x.
 46. Rea JL, Khan A. Clinical evoked electromyography for recurrent laryngeal nerve preservation: Use of an endotracheal tube electrode and a postcricoid surface electrode. *Laryngoscope*. 1998;108(9):1418-1420.
doi: 10.1097/00005537-199809000-00032.
 47. Starczewska A, Brol M, Żolnowska A. Advantages of rocuronium bromide in thyroid surgery with neuromonitoring. Proceedings of the 1st World Congress on Neural Monitoring in Thyroid and Parathyroid Surgery. Cracow; 2015. P. 26.
 48. Chu KS, Wu SH, Lu IC, et al. Feasibility of intraoperative neuromonitoring during thyroid surgery after administration of nondepolarizing neuromuscular blocking agents. *World J Surg*. 2009;33(7):1408-1413.
doi: 10.1007/s00268-009-0049-8.
 49. Lu IC, Tsai CJ, Wu CW, et al. A comparative study between 1 and 2 effective doses of rocuronium for intraoperative neuromonitoring during thyroid surgery. *Surgery*. 2011;149(4): 543-548. doi: 10.1016/j.surg.2010.11.006.
 50. *Sugammadex for the reversal of neuromuscular blockade in adult patients: a review of clinical effectiveness and cost-effectiveness*. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2016. PMID: 27336121.
 51. Randolph GW, Dralle H, International Intraoperative Monitoring Study. Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: international standards guideline statement. *Laryngoscope*. 2011; 12(Suppl 1):S1-16. doi: 10.1002/lary.21119.
 52. Han YD, Liang F, Chen P. Dosage effect of rocuronium on intraoperative neuromonitoring in patients undergoing thyroid surgery. *Cell Biochem Biophys*. 2015;71(1):143-146.
doi: 10.1007/s12013-014-0176-1.
 53. Tsai CJ, Tseng KY, Wang FY, et al. Electromyographic endotracheal tube placement during thyroid surgery in neuro-monitoring of recurrent laryngeal nerve. *Kaohsiung J Med Sci*. 2011;27(3):96-101. doi: 10.1016/j.kjms.2010.08.002.

54. Blitzer A, Crumley RL, Dailey SH, et al. Recommendations of the Neurolaryngology Study Group on laryngeal electromyography. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009;140(6):782-793. doi: 10.1016/j.otohns.2009.01.026.
55. Sritharan N, Chase M, Kamani D, et al. The vagus nerve, recurrent laryngeal nerve, and external branch of the superior laryngeal nerve have unique latencies allowing for intraoperative documentation of intact neural function during thyroid surgery. *Laryngoscope.* 2015;125(2):E84-89. doi: 10.1002/lary.24781.
56. Snyder SK, Lairmore TC, Hendricks JC, Roberts JW. Elucidating mechanisms of recurrent laryngeal nerve injury during thyroidectomy and parathyroidectomy. *J Am Coll Surg.* 2008;206(1):123-130. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2007.07.017.
57. 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;126(5):1260-1266. doi: 10.1002/lary.25807.

Макарьин Виктор Алексеевич – к.м.н., хирург-эндокринолог ФГБУ “Санкт-Петербургский многопрофильный центр” Минздрава России (Университетская клиника Санкт-Петербургского государственного университета), Санкт-Петербург, Россия.

Успенская Анна Алексеевна – хирург-эндокринолог ФГБУ “Санкт-Петербургский многопрофильный центр” Минздрава России (Университетская клиника Санкт-Петербургского государственного университета), Санкт-Петербург, Россия.

Алексеев Михаил Александрович – врач-анестезиолог, ФГБУ “Санкт-Петербургский многопрофильный центр” Минздрава России (Университетская клиника Санкт-Петербургского государственного университета), Санкт-Петербург, Россия.

Слепцов Илья Валерьевич – д.м.н., заместитель директора по медицинской части ФГБУ “Санкт-Петербургский многопрофильный центр” Минздрава России (Университетская клиника Санкт-Петербургского государственного университета); ФГБОУ ВПО “Санкт-Петербургский государственный университет”, Санкт-Петербург, Россия.

Черников Роман Анатольевич – к.м.н., заведующий отделением эндокринной хирургии ФГБУ “Санкт-Петербургский многопрофильный центр” Минздрава России (Университетская клиника Санкт-Петербургского государственного университета), Санкт-Петербург, Россия.

Федотов Юрий Николаевич – д.м.н., директор ФГБУ “Санкт-Петербургский многопрофильный центр” Минздрава России (Университетская клиника Санкт-Петербургского государственного университета); ГБОУ ВПО “Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова” Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.

Тимофеева Наталья Игоревна – к.м.н., хирург-эндокринолог ФГБУ “Санкт-Петербургский многопрофильный центр” Минздрава России (Университетская клиника Санкт-Петербургского государственного университета), Санкт-Петербург, Россия.

Семенов Арсений Андреевич – к.м.н., хирург-эндокринолог ФГБУ “Санкт-Петербургский многопрофильный центр” Минздрава России (Университетская клиника Санкт-Петербургского государственного университета), Санкт-Петербург, Россия.

Малюгов Юрий Николаевич – хирург-эндокринолог ФГБУ “Санкт-Петербургский многопрофильный центр” Минздрава России (Университетская клиника Санкт-Петербургского государственного университета), Санкт-Петербург, Россия.

Бубнов Александр Николаевич – д.м.н., профессор, директор Северо-Западного регионального эндокринологического центра ФГБУ “Санкт-Петербургский многопрофильный центр” Минздрава России (Университетская клиника Санкт-Петербургского государственного университета); ГБОУ ВПО “Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова” Минздрава России; ФГБОУ ВПО “Санкт-Петербургский государственный университет”, медицинский факультет, Санкт-Петербург, Россия.



Макарьин Виктор Алексеевич – E-mail: info@vmakarin.ru

РОССИЙСКАЯ ГРУППА ПО ИНТРАОПЕРАЦИОННОМУ НЕЙРОМОНИТОРИНГУ ГОРТАННЫХ НЕРВОВ



Группа объединяет специалистов в области хирургии
щитовидной и околощитовидных желез

Подробнее о группе: WWW.IONM.PRO

Участники группы получают следующие возможности:

- Доступ к последним научным работам по нейромониторингу гортанных нервов
- Участие в семинарах по ИОНМ
- Участие в мастер-классах по ИОНМ на базе Северо-Западного центра эндокринологии и эндокринной хирургии – крупнейшего центра эндокринной хирургии России и Европы (более 3000 операций на щитовидной и околощитовидных железах ежегодно)
- Апробация нейромонитора в своей клинике при поддержке специалистов Северо-Западного центра эндокринологии и эндокринной хирургии
- Стажировки в референтных центрах по ИОНМ в Германии и Польше

Оставить заявку на участие в группе можно на сайте: WWW.IONM.PRO

Российская группа по интраоперационному нейромониторингу
гортанных нервов – команда профессионалов!

C2 NerveMonitor

