

УДК 616.441:616.8
DOI 10.52575/2687-0940-2022-45-2-217-232
Обзорная статья

Влияние качественной визуализации наружной ветви верхнего гортанного нерва при операциях на щитовидной железе с использованием нейромониторинга на ближайшие и отдаленные результаты лечения

Юдин М.Ю.¹, Климашевич А.В.²

¹ООО СМ-Клиника,

Россия, 109548, г. Москва, Волгоградский проспект, 42/12

²Московский клинический научный центр имени А.С. Логинова,

Россия, 111123, г. Москва, шоссе Энтузиастов, 86

E-mail: doctor.judin@gmail.com; a.klimashevich@mknc.ru

Аннотация. Проблема сохранения, идентификации и оценки функциональности наружной ветви верхнего гортанного нерва актуальна в настоящее время. Повреждение наружной ветви верхнего гортанного нерва может влиять на качество жизни пациентов, их социальный статус в обществе, трудовую деятельность. Применение нейромониторинга во время операции на щитовидной железе в настоящее время широко распространено только лишь в отношении возвратно-гортанного нерва. Наружной ветви верхнего гортанного нерва, как правило, не уделяется должного внимания ввиду многих причин: вариантной анатомии нерва, небольшого размера нерва, отсутствия нейромонитора в качестве инструмента для его идентификации, а также отсутствия навыков хирурга при работе с нейромонитором. Применение нейромониторинга для обеспечения целостности не только возвратно-гортанного нерва, но и наружной ветви верхнего гортанного нерва позволяет в большинстве случаев избежать интраоперационного повреждения этой «тонкой», но важной для пациента структуры.

Ключевые слова: наружная ветвь верхнего гортанного нерва, нейромониторинг, возвратно-гортанный нерв, травма наружной ветви верхнего гортанного нерва, измененный голос после тиреоидэктомии/гемитиреоидэктомии

Для цитирования: Юдин М.Ю., Климашевич А.В. 2022. Влияние качественной визуализации наружной ветви верхнего гортанного нерва при операциях на щитовидной железе с использованием нейромониторинга на ближайшие и отдаленные результаты лечения. Актуальные проблемы медицины. 45 (1): 217–232. DOI: 10.52575/2687-0940-2022-45-2-217-232

The influence of high-quality visualization of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroid surgery using neuromonitoring on the immediate and long-term results of treatment

Maksim Yu. Yudin¹, Alexander V. Klimashevich²

¹SM-Clinic,

42/12 Volgogradskiy Ave., Moscow 109548, Russia

²Clinical Research Center of Moscow,

86 Enthusiast highway, Moscow 111123, Russia

E-mail: doctor.judin@gmail.com; a.klimashevich@mknc.ru

Abstract. The problem of preserving, identifying and evaluating the functionality of the external branch of the superior laryngeal nerve is relevant today. Damage to the external branch of the superior laryngeal



nerve can affect the quality of life of patients, their social status in society, and work activity. The use of neuromonitoring during thyroid surgery is currently widespread only in relation to the recurrent laryngeal nerve. The external branch of the superior laryngeal nerve is usually neglected due to many reasons: variant anatomy of the nerve, small size of the nerve, lack of a neuromonitor as a tool for its identification, and lack of surgeon skill in working with a neuromonitor. The use of neuromonitoring to ensure the integrity of not only the recurrent laryngeal nerve, but also the external branch of the superior laryngeal nerve in most cases avoids intraoperative damage to this important structure for the patient.

Keywords: external branch of the superior laryngeal nerve, neuromonitoring, recurrent laryngeal nerve, external branch of the superior laryngeal nerve injury, changed voice after thyroidectomy/hemithyroidectomy

For citation: Yudin M.Yu., Klimashevich A.V. 2022. The influence of high-quality visualization of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroid surgery using neuromonitoring on the immediate and long-term results of treatment. *Challenges in Modern Medicine*. 45 (1): 217–232 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2022-45-2-217-232

Введение

Измененный голос – распространенная проблема после операции на щитовидной железе. Предыдущие исследования показывают, что от 25 до почти 90 % пациентов сообщают о нарушении голоса в течение первых нескольких недель после операции, а 11–15 % пациентов сообщают о сохраняющихся проблемах с голосом через 3–6 месяцев после тиреоидэктомии [Henry, 2010].

Повреждение возвратно-гортанного нерва – не единственная причина изменения голоса после операции на щитовидной железе. Многие пациенты замечают минимальные изменения сразу после операции, без признаков повреждения возвратно-гортанного нерва. Частыми жалобами были изменение голоса при громком разговоре, изменение высоты голоса и нарушение голоса при пении. Другие причины изменения голоса наиболее часто связаны с повреждением верхнего гортанного нерва и перстне-щитовидных мышц [Sinagra et al., 2004].

Наружная ветвь верхнего гортанного нерва подвергается риску повреждения при операциях на щитовидной железе, во время диссекции верхнего полюса и перевязки верхних щитовидных сосудов. Частота повреждения этого нерва сильно различается в литературе, но может достигать 58 % [Jansson et al., 1988]. Наружная ветвь верхнего гортанного нерва является единственным двигательным нервом перстнещитовидной мышцы, его дисфункция приводит к снижению частоты, проекции голоса, повышенной усталости голоса и неспособности воспроизводить высокочастотные звуки. Также этот нерв помогает поддерживать напряжение голосовых связок во время фонации. Таким образом, паралич наружной ветви верхнего гортанного нерва может изменить способность производить острые звуки и привести к дисфагии, особенно при приеме жидкости [Estrela et al., 2011].

Во время своего нисходящего пути наружная ветвь верхнего гортанного нерва изгибается и пересекает верхнюю щитовидную вену сзади. Чем ниже это пересечение происходит на шее, тем выше риск хирургического повреждения нерва путем пересечения, тракции, ущемления, термического повреждения или нарушения кровоснабжения. Вероятность хирургической травмы также увеличивается из-за размера щитовидной железы, «короткой» шеи. Изменения голоса после хирургического вмешательства на щитовидной железе являются частыми и многофакторными. Фактическая частота нарушений голоса из-за травмы наружной ветви верхнего гортанного нерва неясна, поскольку изменения голоса при повседневной речи могут быть минимальными, а результаты исследований гортани обычно малозаметны и противоречивы [Potenza, 2017].

Таким образом, несмотря на то, что клиническая значимость наружной ветви верхнего гортанного нерва остается незначительной на фоне возвратно-гортанного нерва, необходимость его сохранения очевидна. Во время операции наружную ветвь верхнего гортанного нерва нужно пытаться так же тщательно идентифицировать, как и возвратно-гортанный нерв, сохранять его от различных травмирующих факторов – коагуляции, лигирования или тракции. Необходимо с должной осторожностью во время операции относиться и к перстнещитовидной мышце, находящимся рядом суставам гортани и к предгортанным мышцам.

История вопроса

Заболевания щитовидной железы тяготили умы врачей во все времена. Понимание работы этого важного органа было ошибочным на протяжении многих столетий. Ранние попытки выполнения операций на щитовидной железе были предприняты в Салерно (Италия) в XII–XIII вв. Суть операции заключалась в установке двух нагретых железных пластин под прямым углом на шею. Задачей было уменьшение кровотока в щитовидной железе. После обнажения участок зоба с его капсулой удаляли пальцем. Во время таких процедур пациента привязывали к столу и крепко держали. Хотя эти процедуры иногда уменьшали размер зоба, пациенты часто умирали от сепсиса или кровоизлияний [Sarkar et al., 2016].

Первое описание успешной тиреоидэктомии было приписано Albucasis. Albucasis (1013–1106) прооперировал пациента со «слоновостью» горла, которая на самом деле была опухолью щитовидной железы. Он использовал опиумное успокоительное, на шею надевал мешок для сбора потерянной крови [Leoutsakos, 2004].

Roger Frugardii в 1170 г. выполнил тиреоидэктомию с помощью сетонов, горячего железа и едких порошков. Они были классифицированы как «нережущие операции» на щитовидной железе. Хирурги использовали различные методы лечения зоба, обтурирующего дыхательные пути; одним из способов было рассечение грудинно-ключично-сосцевидной мышцы или фасций шеи [Dorairajan, Pradeep, 2013].

Позднее, в XVI–XVII вв., различными хирургами предпринимались попытки выполнения операций на щитовидной железе, но частота осложнений и летальные исходы после операций надолго определили развитие этой области хирургии как неперспективное [Sarkar et al., 2016].

В течение многих лет не было развития в области хирургии щитовидной железы, поскольку католическая церковь начала контролировать законодательство. Хирургические работы были изъяты из библиотек, а на медицинском факультете не преподавали хирургию. Роберт Листон и Сэмюэл Гросс считали, что операции на щитовидной железе слишком рискованны. Гросс заявил, что «ни один здравомыслящий хирург никогда не будет этим заниматься» [Liston, 1846]. Французская медицинская академия запретила операции на щитовидной железе в 1850 г.

Три важных события в середине XIX в. улучшили результаты операций на щитовидной железе. Это введение анестезии, использование кровоостанавливающих щипцов и профилактика инфекций [Dadan, Nowaska, 2008].

Однако успешное удаление щитовидной железы, снижение летальности после операций на щитовидной железе, улучшение результатов лечения компрессионных синдромов при «больших зобах» открыло ряд новых проблем в этой области хирургии: послеоперационный гипопаратиреоз и травмы возвратно-гортанных нервов.

По данным Welbourn R.B. [Welbourn, 1990], первое описание травмы возвратно-гортанного нерва выполнил Karl von Klein. После удаления зоба пациент потерял голос; позднее его голос вернулся, но был изменен по сравнению с нормальным.



Бильрот, Кохер и другие исследователи избегали повреждения нерва во время операции, однако August Bier (1911) предпочитал преднамеренно обнажать нерв [Wade, 1955]. Frank Lahey в 1938 г. утверждал, что обнажение нерва обычно приводит к травмам всего в 0,3 % случаев.

Важность функции верхнего гортанного нерва была осознана после повреждения нерва во время операции известной певицы Амелиты Галли-Курчи. Arnold Kegel и G. Raphael Dunleavy выполнили операцию с повреждением наружной ветви верхнего гортанного нерва [Welbourn, 1990].

В конце XX в. были изучены и постепенно внедрены в практику многие другие подходы. Пионерская работа Gagner [Gagner et al., 1996] описывает шейную эндоскопическую паратиреоидэктомию. Впоследствии P. Miccoli и соавторы [Miccoli et al., 1999] применили эндоскопическую технику к щитовидной железе. P. Miccoli разработал методику малоинвазивной видеоассистированной тиреоидэктомии (MIVAT), выполняемой через небольшой разрез на шее (< 3 см) с использованием эндоскопа и специальных инструментов для диссекции [Miccoli et al., 2006].

Альтернативный доступ к щитовидной железе изучался в Японии, где Ikeda Y. и соавторы разработали эндоскопический доступ через подмышечный разрез [Ikeda et al., 2001]. Согласно обзору Touzouroulos P. с соавторами, разработано множество модификаций экстрацервикальных доступов к щитовидной железе [Touzouroulos et al., 2011].

Развитие роботизированной хирургии способствовало внедрению новых подходов, таких как трансоральная видеоассистированная тиреоидэктомия (TOVAT), или ретроаурикулярный доступ (RA) [Schardey et al., 2010; Karakas et al., 2011].

Таким образом, понимание анатомии, физиологии и патологии щитовидной железы претерпело огромные изменения на протяжении многих столетий. Совершенствование методов диагностики, достижения в области анестезии, улучшение хирургического инструментария позволили добиться отличных хирургических результатов и свести к минимуму летальность после операций на щитовидной железе. Однако увеличение количества операций на щитовидной железе требовало решения вопросов, связанных со специфическими осложнениями, такими как послеоперационный гипопаратиреоз, травма возвратно-гортанного нерва, травма наружной ветви верхнего гортанного нерва, которые значительно ухудшали качество жизни оперированных пациентов.

Хирургическая анатомия наружной ветви верхнего гортанного нерва

Представление анатомических особенностей верхнего гортанного нерва, ветви блуждающего нерва дает информацию, позволяющую свести к минимуму возможность ятрогенного интраоперационного повреждения, тем самым предотвращая моторные и сенсорные дисфункции гортани [Dekhoul et al., 2021] (рис. 1).

Верхний гортанный нерв начинается от нижнего блуждающего ганглия, спускается кзади медиально к внутренней сонной артерии, разветвляется дистально на два нерва: меньшую наружную ветвь верхнего гортанного нерва и большую – внутреннюю ветвь верхнего гортанного нерва [Cheruiyot et al., 2018].

Каждая ветвь верхнего гортанного нерва имеет уникальную взаимосвязь с соответствующей артерией: наружная ветвь – с верхней щитовидной артерией, а внутренняя ветвь – с верхней гортанной артерией [Kiray et al., 2006; Cheruiyot et al., 2018]. Внутренняя ветвь верхнего гортанного нерва, сопровождая верхнюю гортанную артерию, прободает щитоподъязычную мембрану и обеспечивает чувствительную иннервацию слизистой гортани выше голосовой щели, слизистой глотки, корня языка и надгортанника [Kochilas et al., 2008].

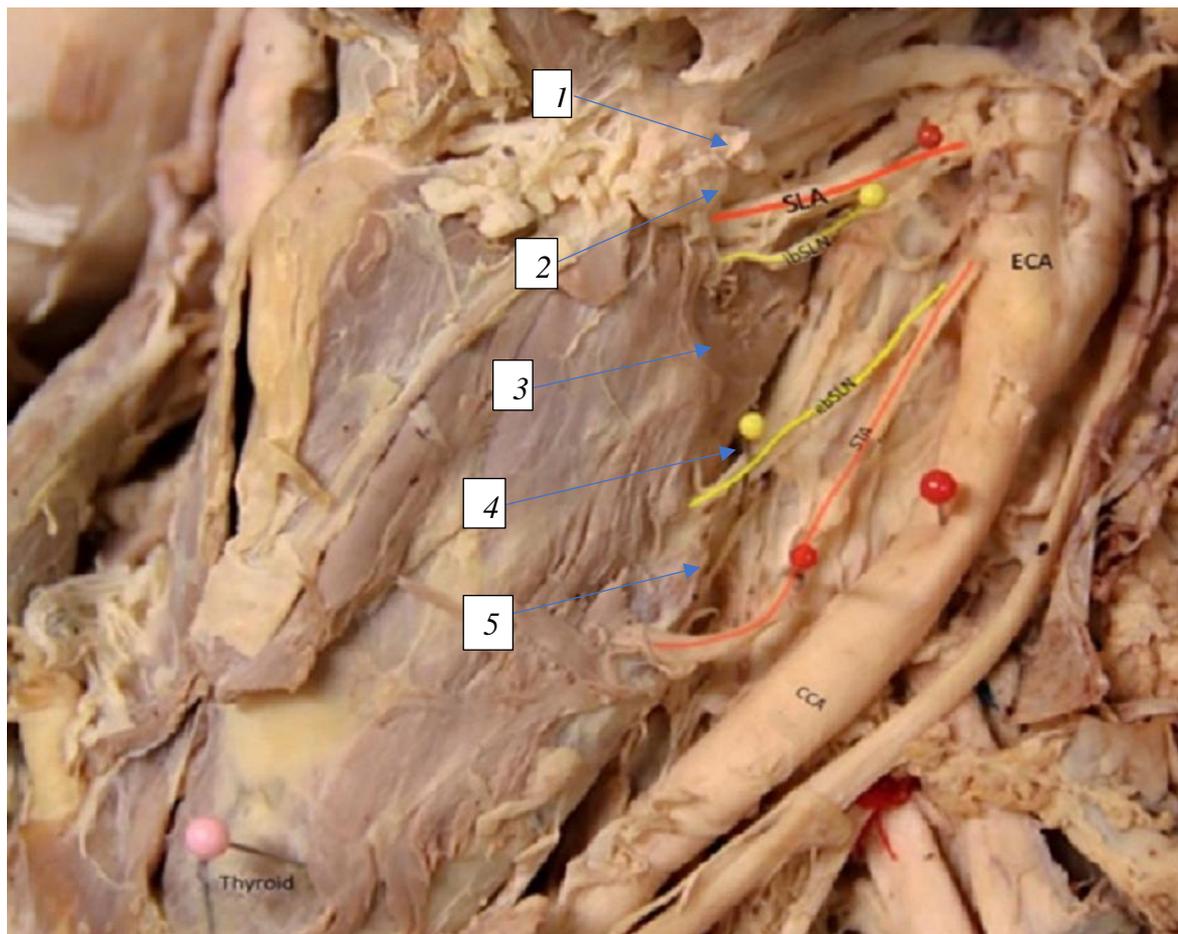


Рис. 1. Анатомические взаимоотношения наружной ветви верхнего гортанного нерва с верхней щитовидной артерией и внутренней ветви верхнего гортанного нерва с верхней гортанной артерией: 1 – верхняя гортанная артерия; 2 – внутренняя ветвь верхнего гортанного нерва; 3 – наружная ветвь верхнего гортанного нерва; 4 – верхняя щитовидная артерия; 5 – общая сонная артерия [Dekhau et al., 2021]

Fig. 1. Anatomic correlation between external branch of the superior laryngeal nerve and superior thyroid artery, interior branch of laryngeal nerve with superior thyroid artery, and the interior branch of the superior laryngeal nerve with superior laryngeal artery: 1 – superior laryngeal artery; 2 – the interior branch of the superior laryngeal nerve; 3 – external branch of the superior laryngeal nerve; 4 – superior thyroid artery; 5 – carotid [Dekhau et al., 2021]

Наружная ветвь верхнего гортанного нерва вместе с верхней щитовидной артерией спускается от оболочки внутренней сонной артерии к верхнему полюсу щитовидной железы [Okamoto, Azuma, 2018]. В то время как верхняя щитовидная артерия обеспечивает кровоснабжение верхнего полюса щитовидной железы, наружная ветвь верхнего гортанного нерва отвечает за моторную иннервацию перстнещитовидной мышцы, которая удлиняет и истончает истинные голосовые связки во время фонации, тем самым повышая высоту голоса.

Наружная ветвь верхнего гортанного нерва вступает в гортань в пределах стернощитогортанного треугольника, известного также под названием пространства Рива (space of Reeve), треугольника Джолла (в англоязычной литературе: sternothyrolaryngeal triangle, эпонимы: Joll's triangle, Jolles space, Reeve space) (рис. 2).

Это пространство ограничено грудино-щитовидной мышцей, нижним констриктором глотки, перстне-щитовидной мышцей и верхним полюсом щитовидной железы [Isaac Cheruiyot, 2018].

Наружная ветвь верхнего гортанного нерва чаще всего повреждается при операциях на щитовидной железе, особенно при тиреоидэктомии [Potenza et al., 2017]. Клиническое описание паралича верхнего гортанного нерва в мировой литературе встречается нечасто; Hurtado-Lopez L.M. и соавторы сообщают, что частота травм достигает 15 % во время тиреоидэктомии [Hurtado-Lopez et al., 2005].

Таким образом, как вариантная анатомия верхнего гортанного нерва, так и осложнения после паралича верхнего гортанного нерва не были хорошо изучены в существующей литературе по сравнению с его аналогом, возвратно-гортанным нервом. Тем не менее повреждение верхнего гортанного нерва имеет много клинических проявлений: начиная от потери способности повышать высоту голоса из-за потери моторной иннервации перстнещитовидной мышцы до аспирации из-за потери ларингеального кашлевого рефлекса. Понимание вариантной анатомии как наружной ветви верхнего гортанного нерва, так и внутренней ветви верхнего гортанного нерва в сочетании с верхней щитовидной артерией и верхней гортанной артерией соответственно клинически важно для минимизации повреждения нерва во время хирургических операций на шее.

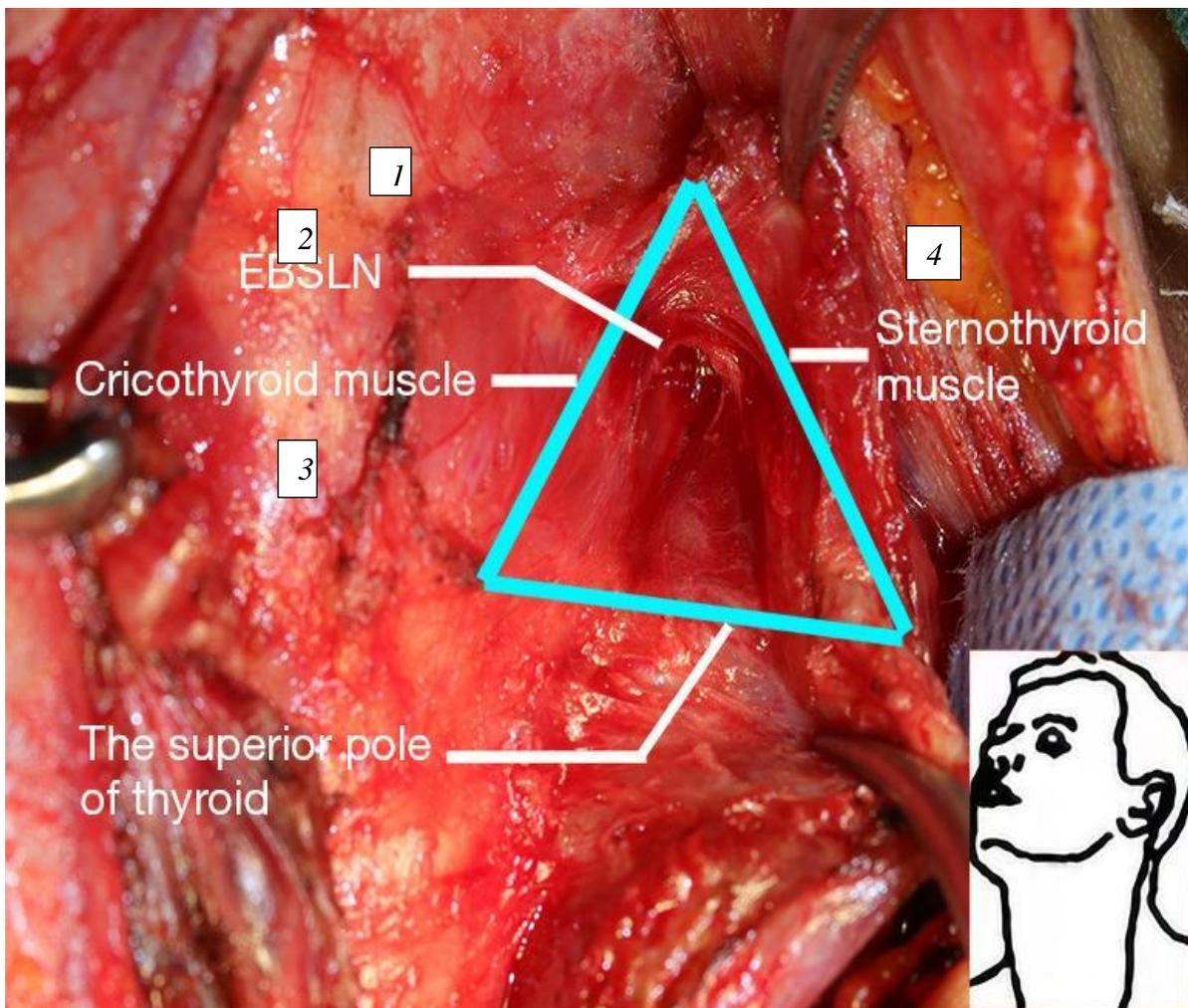


Рис. 2. Треугольник Джолла, наружная ветвь верхнего гортанного нерва:
1 – наружная ветвь верхнего гортанного нерва; 2 – перстнещитовидная мышца;
3 – верхний полюс щитовидной железы; 4 – грудиннощитовидная мышца [Zhao et al., 2021]
Fig. 2. Joll's triangle, external branch of the superior laryngeal nerve: 1 – external branch of the superior laryngeal nerve; 2 – cricothyroid muscle; 3 – the superior pole of thyroid; 4 – sternothyroid muscle [Zhao et al., 2021]

Интраоперационный нейромониторинг наружной ветви верхнего гортанного нерва

Первые методы идентификации с помощью электрической стимуляции возвратно-гортанного нерва в хирургии щитовидной железы с использованием эндоларингеальной баллонной спирографии были описаны в 1966 г. в экспериментальном исследовании. В том же исследовании сообщалось, что изменения давления были зарегистрированы на эндоларингеальном баллоне после стимуляции возвратно-гортанного нерва у двух человек [Shedd, Durham, 1966].

В начале 1980-х гг. были предприняты попытки манометрического мониторинга мышечных сокращений мышц гортани с помощью баллонов в их проекции, однако метод оказался ненадежным [Hvidegaard et al., 1984].

В 1985 г. был предложен метод функциональной визуализации возвратно-гортанного нерва путем пальпаторной оценки сокращений мышц гортани (по заднебоковой стенке), который был позднее применен Echeverri A. и соавт. в 1988 г. и Randolph G.W. и соавт. в 2004 г. у 70 и 449 пациентов соответственно.

Согласно статистике Zhao Y. и соавторов [Zhao et al., 2021], частота идентификации наружной ветви верхнего гортанного нерва при использовании нейромониторинга может достигать более 90 %. Приблизительно 20 % локализаций наружной ветви верхнего гортанного нерва расположены под глубокой фасцией констриктора гортаноглотки. В этом случае наружную ветвь верхнего гортанного нерва невозможно распознать, но можно оценить с помощью нейромониторинга. Для пациентов с высоким риском повреждения нерва, затруднениями при визуальном распознавании наружной ветви верхнего гортанного нерва, особенно при повторной операции, технология интраоперационного нейромониторинга может значительно улучшить частоту распознавания нервов. Трудно оценить функцию нерва во время операции, используя только визуальный осмотр, но при использовании нейромониторинга возможно обеспечить интраоперационное измерение функции с помощью интраоперационных сигналов электромиографии и наблюдения за подергиваниями перстнещитовидной мышцы.

С целью адекватной визуализации наружной ветви верхнего гортанного нерва на первом этапе формируют доступ к треугольнику Джолла посредством вскрытия III фасциального листка шеи по средней линии и рассечения грудино-щитовидной и щитоподъязычной мышц. Краниальные части последних отводились кверху, что способствовало визуализации всех структур треугольника [Малюга, Куприн, 2018].

Применение системы мониторинга наружной ветви верхнего гортанного нерва соответствует руководящим принципам мониторинга возвратно-гортанного нерва [Barczyński et al., 2013]. Операция проводится под общим наркозом с назо- или ортотрахеальной интубацией с использованием ларингеального электрода для интраоперационного нейромониторинга. Стимуляция наружной ветви верхнего гортанного нерва достигается с помощью монополярного зонда-стимулятора. Неизменно наружная ветвь верхнего гортанного нерва пересекает верхний полюс щитовидной железы в месте бифуркации сосудов. В этом месте наружная ветвь верхнего гортанного нерва идентифицируется, поскольку он прикрепляется к ткани верхнего полюса щитовидной железы. Согласно рекомендациям интраоперационного нейромониторинга, пересечение верхнего полюса щитовидной железы должно включать прямую визуализацию наружной ветви верхнего гортанного нерва и истинную положительную стимуляцию 1 мА (т. е. сигнал электромиографии в сочетании с подергиванием перстнещитовидной мышцы).

Дополнительный интраоперационный нейромониторинг включает следующее:

1) картирование наружной ветви верхнего гортанного нерва перед рассечением и стимуляцию (S1);



2) стимуляция наружной ветви верхнего гортанного нерва во время пересечения верхнего полюса щитовидной железы (например, верхний гортанный нерв проверяется повторно на каждом этапе операции в соответствии с потребностями хирурга);

3) окончательная проверка целостности наружной ветви верхнего гортанного нерва (S2).

Интраоперационный нейромониторинг позволяет оптимизировать уровень перевязки и пересечения ветвей верхней щитовидной артерии, избегая при этом травматизации наружной ветви верхнего гортанного нерва в пересекаемой ткани.

Мы предположили, что лучшим методом интраоперационного нейромониторинга для оценки наличия и степени повреждения наружной ветви верхнего гортанного нерва является наблюдение и сравнение изменений сигналов электромиографии, собранных до (S1) и после пересечения сосудов верхнего полюса (S2), а также наблюдение за тремором перстнещитовидной мышцы, вызванным стимуляцией наружной ветви верхнего гортанного нерва в разное время интраоперационно. Если амплитуда сигнала наружной ветви верхнего гортанного нерва уменьшается или задержка увеличивается во время операции, или тремор перстнещитовидной мышцы, вызванный стимуляцией наружной ветви верхнего гортанного нерва, явно ослаблен или исчезает, то это указывает на возможность травмы наружной ветви верхнего гортанного нерва.

Snyder и Jonas определили, что использование интраоперационного нейромониторинга при рассечении верхнего полюса щитовидной железы было полезно для измерения функции нервов [Snyder et al., 2013; Jonas, Bähr, 2000]. Gurleyik E. и соавторы обнаружили, что интраоперационный нейромониторинг распознал 65,3 % (при первичной операции на щитовидной железе) и 30,4 % (при последующих хирургических вмешательствах) наружной ветви верхнего гортанного нерва, которые были идентифицированы при визуальном осмотре во время операции, и 55 из 97 нераспознанных нервов были идентифицированы интраоперационным нейромониторингом [Gurleyik et al., 2019].

Таким образом, при сравнении с традиционной визуализацией технология нейромониторинга обладает преимуществами точности и ранней идентификации, локализации субфасциальных или внутримышечных нервов, мониторинга в режиме реального времени и количественной оценки функции нервов. Применение интраоперационного нейромониторинга улучшает несколько аспектов хирургии щитовидной железы, включая хирургическую анатомию, знания о нейрофизиологии и патологии наружной ветви верхнего гортанного нерва, совершенствует методы его визуализации. Другой теоретический аспект заключается в том, что мониторинг наружной ветви верхнего гортанного нерва может дать дополнительное объяснение некоторым послеоперационным осложнениям у пациентов, таким как дисфония и трудности с дыханием и глотанием, которые не ожидаются, если контролируются только блуждающий нерв и возвратно-гортанный нерв. Мониторинг наружной ветви верхнего гортанного нерва может предоставить важную информацию о замыкании цепи «блуждающий нерв – возвратно-гортанный нерв – наружная ветвь верхнего гортанного нерва» и послеоперационных симптомах, которые не связаны с параличом голосовых связок.

Критерии оценки функциональности наружной ветви верхнего гортанного нерва

Идентификация наружной ветви верхнего гортанного нерва во время тиреоидэктомии является сложным процессом, и, в отличие от традиционной диссекции возвратно-гортанного нерва, большинство клиницистов склонны его избегать, а не последовательно оголять, выявлять и контролировать наружную ветвь верхнего гортанного нерва [Del Rio, et al., 2021].

Изменения фонации являются основными исходами травмы наружной ветви верхнего гортанного нерва. Тем не менее голосовые аномалии после операции на щитовидной

железе довольно широко распространены, многофакторны и могут отражать не только повреждение гортанных нервов, но также травму черпаловидных хрящей, дисфункцию перстнещитовидной железы, поражение перитиреоидного нервного комплекса, фиксацию гортани и даже психологическую реакцию [Barczynski et al., 2012].

В литературе отмечены значительные усилия по поиску признаков, которые могли бы более точно диагностировать паралич перстнещитовидной мышцы. Rubin A.D. и соавторы предположили, что гипомобильность голосовых связок во время утомительных повторяющихся голосовых задач может быть диагностическим признаком паралича наружной ветви верхнего гортанного нерва [Rubin et al., 2005]. Однако Neman-Askah и Barr заявили, что в случае легкого отставания голосовых связок происходит различная степень компенсации за счет незатронутых мышц гортани, это может сделать модели гипомобильности ненадежными для выявления дисфункции наружной ветви верхнего гортанного нерва [Neman-Askah, Barr, 2006].

Mendelsohn A.H. и соавторы также сообщили о фазовой асимметрии и описали видеостробокопический паттерн движения голосовых связок, «набегающих друг на друга», как будто нормальная голосовая связка гонится за парализованной [Mendelsohn et al., 2007].

Ввиду отсутствия оптимальных терапевтических альтернатив при доступе к верхнему полюсу щитовидной железы следует руководствоваться правилом «лучше перестраховаться, чем сожалеть». Несмотря на некоторые доказательства того, что периферическая лигатура отдельных ветвей верхней щитовидной вены безопасна, многие другие исследования предполагают, что рекомендуется определенная идентификация нерва [Lekacos et al., 1987; Bellantone et al., 2001].

Электрическая стимуляция помогает наметить траекторию обоих гортанных нервов [Friedman et al., 2002]. Любые средства электростимуляции могут помочь, вызывая сильное сокращение перстнещитовидной мышцы, которое легко идентифицировать в операционном поле, в то время как интраоперационный нейромониторинг позволяет точно определить нерв и записать либо активность, либо прямые ответы перстнещитовидной мышцы. Вызванные потенциалы действия наружной ветви верхнего гортанного нерва опосредованы соединительным нервом человека, и практически все случаи поддаются этому методу мониторинга, если предоперационная функция наружной ветви верхнего гортанного нерва не повреждена и используется надлежащее оборудование [Barczyński, 2013; Darr et al., 2014].

В 2012 г. Barczynski M. и соавторы опубликовали рандомизированное контролируемое исследование 210 тиреоидэктомий с попыткой визуализировать наружную ветвь верхнего гортанного нерва во всех случаях и с дальнейшей поддержкой интраоперационного нейромониторинга в исследовательской группе с последующей видеостробокопией и объективными голосовыми измерениями максимального времени фонации, уровня голоса и основной частоты. Группа интраоперационного нейромониторинга была с более низкой частотой преходящего пареза наружной ветви верхнего гортанного нерва по данным эндоскопии (1 % против 5 % без интраоперационного нейромониторинга) [Barczynski, 2012].

В 2015 г. Masuoka H. и соавторы пришли к выводу, что интраоперационный нейромониторинг значительно улучшил не только скорость визуальной идентификации наружной ветви верхнего гортанного нерва, но и скорость идентификации стимуляции. Кроме того, субъективные нарушения голоса были ниже в группе интраоперационного нейромониторинга среди пациентов женского пола, но измерения голосовых характеристик не показали существенных различий в уровне голоса, частоте высокого голоса и максимальном времени фонации [Masuoka, 2015].



Традиционные методы, использующие визуальное распознавание наружной ветви верхнего гортанного нерва, не всегда могут точно оценить его повреждение во время операции. Интраоперационный нейромониторинг может использоваться для сравнения изменений миоэлектрических сигналов, полученных до и после пересечения сосудов верхнего полюса, и подергивания перстнещитовидной мышцы, вызванного стимулированием наружной ветви верхнего гортанного нерва, в различных хирургических протоколах и процедурах. Если амплитуда наружной ветви верхнего гортанного нерва значительно уменьшилась или латентный период увеличился во время операции, или если подергивание перстнещитовидной мышцы, вызванное стимуляцией наружной ветви верхнего гортанного нерва, исчезло, то это указывает на вероятность его повреждения [Zhao et al., 2021].

Таким образом, сочетание диссекции и тщательного индивидуального разделения ветвей верхней щитовидной вены, близких к капсуле щитовидной железы, с наблюдением за нервом и картированием его траектории является лучшим методом, позволяющим избежать травмы наружной ветви верхнего гортанного нерва. Особое внимание следует уделять случаям больших зубов и нервов при высокой категории риска. Интраоперационный нейромониторинг помогает сохранить наружную ветвь верхнего гортанного нерва разными способами. Он также предоставляет количественные данные, а возможность выполнения интраоперационной электромиографии помогает раскрыть фактическую частоту паралича и пареза наружной ветви верхнего гортанного нерва после операции на щитовидной железе, тем самым улучшает результаты лечения пациентов.

Список литературы

- Малюга В.Ю., Куприн А.А. 2018. Топографо-анатомические ориентиры поиска наружной ветви верхнего гортанного нерва. Эндокринная хирургия. 12 (4): 161–177.
- Bai B., Chen W. 2018. Protective effects of intraoperative nerve monitoring (IONM) for recurrent laryngeal nerve injury in thyroidectomy: meta-analysis. *Scientific reports*, 8 (1): 1–11.
- Barczynski M., Konturek A., Stopa M., Honowska A., Nowak W. 2012. Randomized controlled trial of visualization versus neuromonitoring of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy. *World J. Surg.* 36: 1340–1347. doi:10.1007/s00268-012-1547-7
- Barczyński M., Randolph G.W., Cernea C.R., Dralle H., Dionigi G., Alesina P.F., Mihai R., Finck C., Lombardi D., Hartl D.M., Miyauchi A., Serpell J., Snyder S., Volpi E., Wooson G., Kraimps J.L., Hisham A.N. 2013 External branch of the superior laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: International Neural Monitoring Study Group standards guideline statement. *Laryngoscope*. 123: S. 1–14.
- Becker W.F. 1977. Presidential address: pioneers in thyroid surgery. *Ann. Surg.* 185 (5): 493–504.
- Bellantone R., Boscherini M., Lombardi C.P., Bossola M., Rubino F., De Crea C., Alesina P., Traini E., Cozza T., D'alatri L. 2001. Is the identification of the external branch of the superior laryngeal nerve mandatory in thyroid operation? Results of a prospective randomized study. *Surgery*. 130: 1055–1059. doi:10.1067/msy.2001.118375
- Cirocchi R., Arezzo A., D'Andrea V., Abraha I., Popivanov G.I., Avenia N., Barczyński M. 2019. Intraoperative neuromonitoring versus visual nerve identification for prevention of recurrent laryngeal nerve injury in adults undergoing thyroid surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1).
- Dadan J., Nowacka A. 2008. A journey into the past—the history of thyroid surgery. *Wiad Lek.* 61 (LXI): 88–92.
- Davey M.G., Cleere E.F., Lowery A.J., Kerin M.J. 2022. Intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring versus visualisation alone—A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Surgery*.
- Darr E.A., Tufano R.P., Ozdemir S., Kamani D., Hurwitz S., Randolph G. 2014. Superior laryngeal nerve quantitative intraoperative monitoring is possible in all thyroid surgeries. *Laryngoscope*. 124: 1035–1041. doi:10.1002/lary.24446

- Dekhou A.S., Morrison R.J., Gemechu J.M. 2021. The Superior Laryngeal Nerve and Its Vulnerability in Surgeries of the Neck. *Diagnostics (Basel)*. 11 (7): 1243. doi:10.3390/diagnostics11071243
- Del Rio P., Bonati E., Loderer T., Rossini M., Cozzani F. 2021. Can we routinely identify the external branch of the superior laryngeal nerves with neural monitoring?: a prospective report on 176 consecutive nerves at risk. *Updates Surg.* 73 (6): 2275–2281. doi:10.1007/s13304-021-01084-6
- Dorairajan N., Pradeep P.V. 2013. Vignette thyroid surgery: a glimpse into its history. *Int Surg.* 98 (1): 70–75. doi:10.9738/CC185.1
- Echeverri A., Flexon P.B. 1998. Electrophysiologic nerve stimulation for identifying the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery: review of 70 consecutive thyroid surgeries. *Am. Surg.* 64 (4): 328–333. PMID: 9544143.
- Estrela F., Záquia Leão H., Pereira Jotz G. 2011. Anatomic relation between the external branch of the superior laryngeal nerve and the thyroid gland. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 77 (2): 249–258. doi:10.1590/s1808-86942011000200016
- Friedman M., LoSavio P., Ibrahim H. 2002. Superior laryngeal nerve identification and preservation in thyroidectomy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 128: 296–303. doi:10.1001/archotol.128.3.296
- Gagner M. 1996. Endoscopic subtotal parathyroidectomy in patients with primary hyperparathyroidism. *Br J Surg.* 83 (6): 875. doi:10.1002/bjs.1800830656. PMID: 8696772
- Gurleyik E., Dogan S., Cetin F., Gurleyik G. 2019. Visual and electrophysiological identification of the external branch of superior laryngeal nerve in redo thyroid surgery compared with primary thyroid surgery. *Ann. Surg. Treat. Res.* 96: 269–274.
- Heman-Ackah Y.D., Barr A. 2006. Mild Vocal Fold Paresis: Understanding Clinical Presentation and Electromyographic Findings. *J. Voice.* 20: 269–281. doi:10.1016/j.jvoice.2005.03.010
- Henry L.R., Helou L.B., Solomon N.P., Howard R.S., Gurevich-Uvena J., Coppit G., Stojadinovic A. 2010. Functional voice outcomes after thyroidectomy: An assessment of the Dysphonia Severity Index (DSI) after thyroidectomy. *Surgery.* 147 (6): 861–870. doi:10.1016/j.surg.2009.11.017
- Hurtado-Lopez L.M., Pacheco-Alvarez M.I., Montes-Castillo M.D.L.L., Zaldivar-Ramirez F.R. 2005. Importance of the Intraoperative Identification of the External Branch of the Superior Laryngeal Nerve During Thyroidectomy: Electromyographic Evaluation. *Thyroid.* 15: 449–454. doi:10.1089/thy.2005.15.449
- Hvidegaard T., Vase P., Dalsgaard S.C., Jorgensen K. 1984. Endo laryngeal devices for perioperative identification and functional testing of the recurrent nerve. *Otolaryngol. Head. Neck. Surg.* 3: 292294.
- Ikeda Y., Takami H., Niimi M., Kan S., Sasaki Y., Takayama J. 2001. Endoscopic thyroidectomy by the axillary approach. *Surgical Endoscopy.* 15 (11): 1362–1364.
- Isaac Cheruiyot, Vincent Kipkorir, Brandon Michael Henry, Jeremiah Munguti, Roberto Ciocchi, Paul Odula, Linda M. Wong, Beda Olabu, Jerzy Walocha. 2018. Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve: a systematic review and meta-analysis. *Langenbecks Arch. Surg.* 403 (7): 811–823.
- Jansson S., Tisell L.E., Hagne I., Sanner E., Stenborg R., Svensson P. 1988. Partial superior laryngeal nerve (SLN) lesions before and after thyroid surgery. *World J. Surg.* 12: 522–526. doi:10.1007/BF01655439
- Jonas J., Bähr R. 2000. Neuromonitoring of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroid surgery. *Am. J. Surg.* 179: 234–236.
- Karakas E., Steinfeldt T., Gockel A., Schlosshauer T., Dietz C., Jäger J., Westermann R., Sommer F., Richard H.R., Exner C., Sesterhenn A.M., Bartsch D.K. 2011. Transoral thyroid and parathyroid surgery – development of a new transoral technique. *Surgery.* 150 (1): 108–115.
- Kim J., Graves C.E., Jin C., Duh Q.Y., Gosnell J.E., Shen W.T., Roman S.A. 2021. Intraoperative nerve monitoring is associated with a lower risk of recurrent laryngeal nerve injury: a national analysis of 17,610 patients. *The American Journal of Surgery.* 221 (2): 472–477.
- Kochilas Xenofon, Bibas Athanasios Thanos, Xenellis John, Anagnostopoulou Sofia. 2008. Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve and its clinical significance in head and neck surgery. *Clinical anatomy.* New York, 21: 99–105. doi:10.1002/ca.20604
- Lahey F.H. 1958. Exposure of recurrent laryngeal nerves in subtotal thyroidectomy. *Surg. Gynecol. Obstet.* 66: 775–777.



- Lee H.S., Oh J., Kim S.W., Jeong Y.W., Wu C.W., Chiang F.Y., Lee K.D. 2020. Intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve during thyroidectomy with adhesive skin electrodes. *World Journal of Surgery*, 44 (1), 148–154.
- Lekacos N.L., Miligos N.D., Tzardis P.J., Majiatis S., Patoulis J. 1987. The superior laryngeal nerve in thyroidectomy. *Am. Surg.* 53: 610–612.
- Leoutsakos V. 2004. A short history of the thyroid gland. *Hormones*. 3 (4): 268–271.
- Li P., Liang Q.Z., Wang D.L., Han B., Yi X., Wei W., Chiang F.Y. 2020. The transcutaneous electromyography recording method for intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve during minimally invasive parathyroidectomy. *Scientific reports*, 10 (1): 1–7.
- Ling Y., Zhao J., Zhao Y., Li K., Wang Y., Kang H. 2020. Role of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve in thyroid and parathyroid surgery. *Journal of International Medical Research*, 48 (9), 0300060520952646.
- Liston R. 1846. *Lectures on the Operations of Surgery and on Disease and Accidents* by Thomas D. Mutter. Philadelphia: Lee and Blanchard: 318.
- Masuoka H., Miyauchi A., Higashiyama T., Yabuta T., Fukushima M., Ito Y., Kihara M., Kobayashi K., Yamada O., Nakayama A., Miya A. 2015. Prospective randomized study on injury of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy comparing intraoperative nerve monitoring and a conventional technique. *Head Neck*. 37: 1456–1460. doi:10.1002/hed.23778
- Mendelsohn A.H., Sung M.W., Berke G.S., Chhetri D.K. 2007. Stroboscopic and videostroboscopic analysis of vocal fold motion in unilateral superior laryngeal nerve paralysis. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 116: 85–91. doi:10.1177/000348940711600202
- Miccoli P., Berti P., Conte M., Bendinelli C., Marcocci C. 1999. Minimally invasive surgery for thyroid small nodules: preliminary report. *Journal of Endocrinological Investigation*. 22 (11): 849–851.
- Miccoli P., Berti P., Frustaci G.L., Ambrosini C.E., Materazzi G. 2006. Video-assisted thyroidectomy: indications and results. *Langenbeck's Archives of Surgery*. 391 (2): 68–71.
- Potenza A.S., Filho V.J.F.A., Cernea C.R. 2017. Injury of the external branch of the superior laryngeal nerve in thyroid surgery. *Gland. Surg.* 6 (5): 552–562. doi:10.21037/gs.2017.06.15
- Randolph G.W., Kobler J.B., Wilkins J. 2004. Recurrent laryngeal nerve identification and assessment during thyroid surgery: laryngeal palpation. *World J. Surg.* 8: 755760.
- Rubin A.D., Praneetvatakul V., Heman-Ackah Y., Moyer C.A., Mandel S., Sataloff R.T. 2005. Repetitive phonatory tasks for identifying vocal fold paresis. *J. Voice*. 19: 679–686. doi:10.1016/j.jvoice.2004.11.001
- Sarkar S., Banerjee S., Sarkar R., Sikder B.A. 2016. A Review on the History of 'Thyroid Surgery'. *Indian J. Surg.* 78: 32–36. doi:10.1007/s12262-015-1317-5
- Schardey H.M., Barone M., Pörtl S., von Ahnen M., von Ahnen T., Schopf S. 2010. Invisible scar endoscopic dorsal approach thyroidectomy: a clinical feasibility study. *World Journal of Surgery*. 34 (12): 2997–3006.
- Shedd D.P., Durham C. 1966. Electrical identification of the recurrent laryngeal nerve. I. Response of the canine larynx to electrical stimulation of the recurrent laryngeal nerve. *Ann. Surg.* 163: 47–50.
- Sinagra D.L., Montesinos M.R., Tacchi V.A., Moreno J.C., Falco J.E., Mezzadri N.A., Debonis D.L., Curutchet H.P. 2004. Voice changes after thyroidectomy without recurrent laryngeal nerve injury. *J. Am. Coll. Surg.* 199 (4): 556–660. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2004.06.020. PMID: 15454138.
- Snyder S.K., Sigmond B.R., Lairmore T.C., Govednik-Horny C.M., Janicek A.K., Jupiter D.C. 2013. The long-term impact of routine intraoperative nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery. *Surgery*. 154: 704–11; discussion 711–3.
- Touzopoulos P., Karanikas M., Zarogoulidis P., Mitrakas A., Porpodis K., Katsikogiannis N., Zervas V., Kouroumichakis I., Constantinidis T.C., Mikroulis D., Tsimogiannis K.E. 2011. Current surgical status of thyroid diseases. *J. Multidiscip. Healthc.* 4: 441–449. doi:10.2147/JMDH.S26349. PMID: 22247619; PMCID: PMC3256004.
- Wade J.S.H. 1955. Vulnerability of recurrent laryngeal nerves at thyroidectomy. *Br. J. Surg.* 43 (178): 164–180.
- Welbourn R.B. 1990. *The History of Endocrine Surgery*. 1st ed. New York: Praeger Publishers.
- Wojtczak B., Kaliszewski K., Sutkowski K., Bolanowski M., Barczyński M. 2018. A functional assessment of anatomical variants of the recurrent laryngeal nerve during thyroidectomies using neuromonitoring. *Endocrine*, 59 (1): 82–89.

- Wu C.W., Dionigi G., Barczynski M., Chiang F.Y., Dralle H., Schneider R., Randolph G.W. 2018. International neuromonitoring study group guidelines 2018: Part II: Optimal recurrent laryngeal nerve management for invasive thyroid cancer—incorporation of surgical, laryngeal, and neural electrophysiologic data. *The Laryngoscope*, 128, S. 18–27.
- Yuda M., Nishikawa K., Ishikawa Y., Takahashi K., Kuroguchi T., Tanaka Y., Ikegami T. 2022. Intraoperative nerve monitoring during esophagectomy reduces the risk of recurrent laryngeal nerve palsy. *Surgical Endoscopy*, 36 (6): 3957–3964.
- Zhao Y., Zhao Z., Zhang D., Han Y., Dionigi G., Sun H. 2021. Improving classification of the external branch of the superior laryngeal nerve with neural monitoring: a research appraisal and narrative review. *Gland Surg.* 10 (9): 2847–2860. doi: 10.21037/gs-21-518. PMID: 34733732; PMCID: PMC8514299.

References

- Malyuga V.U., Kuprin A.A. 2018. Topografo-anatomicheskie orientiry poiska naruzhnoj vetvi verhnego gortannogo nerva [Topographic and anatomical search mapping of the external branch of the superior laryngeal nerve]. *Endocrine surgery*. 12 (4): 161–177.
- Bai B., Chen W. 2018. Protective effects of intraoperative nerve monitoring (IONM) for recurrent laryngeal nerve injury in thyroidectomy: meta-analysis. *Scientific reports*, 8 (1): 1–11.
- Barczynski M., Konturek A., Stopa M., Honowska A., Nowak W. 2012. Randomized controlled trial of visualization versus neuromonitoring of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy. *World J. Surg.* 36: 1340–1347. doi:10.1007/s00268-012-1547-7
- Barczyński M., Randolph G.W., Cernea C.R., Dralle H., Dionigi G., Alesina P.F., Mihai R., Finck C., Lombardi D., Hartl D.M., Miyauchi A., Serpell J., Snyder S., Volpi E., Wooson G., Kraimps J.L., Hisham A.N. 2013 External branch of the superior laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: International Neural Monitoring Study Group standards guideline statement. *Laryngoscope*. 123: S. 1–14.
- Becker W.F. 1977. Presidential address: pioneers in thyroid surgery. *Ann. Surg.* 185 (5): 493–504.
- Bellantone R., Boscherini M., Lombardi C.P., Bossola M., Rubino F., De Crea C., Alesina P., Traini E., Cozza T., D'alatri L. 2001. Is the identification of the external branch of the superior laryngeal nerve mandatory in thyroid operation? Results of a prospective randomized study. *Surgery*. 130: 1055–1059. doi:10.1067/msy.2001.118375
- Cirocchi R., Arezzo A., D'Andrea V., Abraha I., Popivanov G.I., Avenia N., Barczyński M. 2019. Intraoperative neuromonitoring versus visual nerve identification for prevention of recurrent laryngeal nerve injury in adults undergoing thyroid surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1).
- Dadan J., Nowacka A. 2008. A journey into the past—the history of thyroid surgery. *Wiad Lek.* 61 (LXI): 88–92.
- Davey M.G., Cleere E.F., Lowery A.J., Kerin M.J. 2022. Intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring versus visualisation alone—A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Surgery*.
- Darr E.A., Tufano R.P., Ozdemir S., Kamani D., Hurwitz S., Randolph G. 2014. Superior laryngeal nerve quantitative intraoperative monitoring is possible in all thyroid surgeries. *Laryngoscope*. 124: 1035–1041. doi:10.1002/lary.24446
- Dekhou A.S., Morrison R.J., Gemechu J.M. 2021. The Superior Laryngeal Nerve and Its Vulnerability in Surgeries of the Neck. *Diagnostics (Basel)*. 11 (7): 1243. doi:10.3390/diagnostics11071243
- Del Rio P., Bonati E., Loderer T., Rossini M., Cozzani F. 2021. Can we routinely identify the external branch of the superior laryngeal nerves with neural monitoring?: a prospective report on 176 consecutive nerves at risk. *Updates Surg.* 73 (6): 2275–2281. doi:10.1007/s13304-021-01084-6
- Dorairajan N., Pradeep P.V. 2013. Vignette thyroid surgery: a glimpse into its history. *Int Surg.* 98 (1): 70–75. doi:10.9738/CC185.1
- Echeverri A., Flexon P.B. 1998. Electrophysiologic nerve stimulation for identifying the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery: review of 70 consecutive thyroid surgeries. *Am. Surg.* 64 (4): 328–333. PMID: 9544143.



- Estrela F., Zâquia Leão H., Pereira Jotz G. 2011. Anatomic relation between the external branch of the superior laryngeal nerve and the thyroid gland. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 77 (2): 249–258. doi:10.1590/s1808-86942011000200016
- Friedman M., LoSavio P., Ibrahim H. 2002. Superior laryngeal nerve identification and preservation in thyroidectomy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 128: 296–303. doi:10.1001/archotol.128.3.296
- Gagner M. 1996. Endoscopic subtotal parathyroidectomy in patients with primary hyperparathyroidism. *Br J Surg.* 83 (6): 875. doi:10.1002/bjs.1800830656. PMID: 8696772
- Gurleyik E., Dogan S., Cetin F., Gurleyik G. 2019. Visual and electrophysiological identification of the external branch of superior laryngeal nerve in redo thyroid surgery compared with primary thyroid surgery. *Ann. Surg. Treat. Res.* 96: 269–274.
- Heman-Ackah Y.D., Barr A. 2006. Mild Vocal Fold Paresis: Understanding Clinical Presentation and Electromyographic Findings. *J. Voice.* 20: 269–281. doi:10.1016/j.jvoice.2005.03.010
- Henry L.R., Helou L.B., Solomon N.P., Howard R.S., Gurevich-Uvena J., Coppit G., Stojadinovic A. 2010. Functional voice outcomes after thyroidectomy: An assessment of the Dysphonia Severity Index (DSI) after thyroidectomy. *Surgery.* 147 (6): 861–870. doi:10.1016/j.surg.2009.11.017
- Hurtado-Lopez L.M., Pacheco-Alvarez M.I., Montes-Castillo M.D.L.L., Zaldivar-Ramirez F.R. 2005. Importance of the Intraoperative Identification of the External Branch of the Superior Laryngeal Nerve During Thyroidectomy: Electromyographic Evaluation. *Thyroid.* 15: 449–454. doi:10.1089/thy.2005.15.449
- Hvidegaard T., Vase P., Dalsgaard S.C., Jorgensen K. 1984. Endo laryngeal devices for perioperative identification and functional testing of the recurrent nerve. *Otolaryngol. Head. Neck. Surg.* 3: 292294.
- Ikeda Y., Takami H., Niimi M., Kan S., Sasaki Y., Takayama J. 2001. Endoscopic thyroidectomy by the axillary approach. *Surgical Endoscopy.* 15 (11): 1362–1364.
- Isaac Cheruiyot, Vincent Kipkorir, Brandon Michael Henry, Jeremiah Munguti, Roberto Ciocchi, Paul Odula, Linda M. Wong, Beda Olabu, Jerzy Walocha. 2018. Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve: a systematic review and meta-analysis. *Langenbecks Arch. Surg.* 403 (7): 811–823.
- Jansson S., Tisell L.E., Hagne I., Sanner E., Stenborg R., Svensson P. 1988. Partial superior laryngeal nerve (SLN) lesions before and after thyroid surgery. *World J. Surg.* 12: 522–526. doi:10.1007/BF01655439
- Jonas J., Bähr R. 2000. Neuromonitoring of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroid surgery. *Am. J. Surg.* 179: 234–236.
- Karakas E., Steinfeldt T., Gockel A., Schlosshauer T., Dietz C., Jäger J., Westermann R., Sommer F., Richard H.R., Exner C., Sesterhenn A.M., Bartsch D.K. 2011. Transoral thyroid and parathyroid surgery – development of a new transoral technique. *Surgery.* 150 (1): 108–115.
- Kim J., Graves C.E., Jin C., Duh Q.Y., Gosnell J.E., Shen W.T., Roman S.A. 2021. Intraoperative nerve monitoring is associated with a lower risk of recurrent laryngeal nerve injury: a national analysis of 17,610 patients. *The American Journal of Surgery.* 221 (2): 472–477.
- Kochilas Xenofon, Bibas Athanasios Thanos, Xenellis John, Anagnostopoulou Sofia. 2008. Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve and its clinical significance in head and neck surgery. *Clinical anatomy. New York,* 21: 99–105. doi:10.1002/ca.20604
- Lahey F.H. 1958. Exposure of recurrent laryngeal nerves in subtotal thyroidectomy. *Surg. Gynecol. Obstet.* 66: 775–777.
- Lee H.S., Oh J., Kim S.W., Jeong Y.W., Wu C.W., Chiang F.Y., Lee K.D. 2020. Intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve during thyroidectomy with adhesive skin electrodes. *World Journal of Surgery,* 44 (1), 148–154.
- Lekacos N.L., Miligos N.D., Tzardis P.J., Majiatis S., Patoulis J. 1987. The superior laryngeal nerve in thyroidectomy. *Am. Surg.* 53: 610–612.
- Leoutsakos V. 2004. A short history of the thyroid gland. *Hormones.* 3 (4): 268–271.
- Li P., Liang Q.Z., Wang D.L., Han B., Yi X., Wei W., Chiang F.Y. 2020. The transcutaneous electromyography recording method for intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve during minimally invasive parathyroidectomy. *Scientific reports,* 10 (1): 1–7.
- Ling Y., Zhao J., Zhao Y., Li K., Wang Y., Kang H. 2020. Role of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve in thyroid and parathyroid surgery. *Journal of International Medical Research,* 48 (9), 0300060520952646.

- Liston R. 1846. Lectures on the Operations of Surgery and on Disease and Accidents by Thomas D. Mutter. Philadelphia: Lee and Blanchard: 318.
- Masuoka H., Miyauchi A., Higashiyama T., Yabuta T., Fukushima M., Ito Y., Kihara M., Kobayashi K., Yamada O., Nakayama A., Miya A. 2015. Prospective randomized study on injury of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy comparing intraoperative nerve monitoring and a conventional technique. *Head Neck*. 37: 1456–1460. doi:10.1002/hed.23778
- Mendelsohn A.H., Sung M.W., Berke G.S., Chhetri D.K. 2007. Strobokymographic and videostroboscopic analysis of vocal fold motion in unilateral superior laryngeal nerve paralysis. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 116: 85–91. doi: 10.1177/000348940711600202
- Miccoli P., Berti P., Conte M., Bendinelli C., Marcocci C. 1999. Minimally invasive surgery for thyroid small nodules: preliminary report. *Journal of Endocrinological Investigation*. 22 (11): 849–851.
- Miccoli P., Berti P., Frustaci G.L., Ambrosini C.E., Materazzi G. 2006. Video-assisted thyroidectomy: indications and results. *Langenbeck's Archives of Surgery*. 391 (2): 68–71.
- Potenza A.S., Filho V.J.F.A., Cernea C.R. 2017. Injury of the external branch of the superior laryngeal nerve in thyroid surgery. *Gland. Surg.* 6 (5): 552–562. doi:10.21037/g.2017.06.15
- Randolph G.W., Kobler J.B., Wilkins J. 2004. Recurrent laryngeal nerve identification and assessment during thyroid surgery: laryngeal palpation. *World J. Surg.* 8: 755760.
- Rubin A.D., Praneetvatakul V., Heman-Ackah Y., Moyer C.A., Mandel S., Sataloff R.T. 2005. Repetitive phonatory tasks for identifying vocal fold paresis. *J. Voice*. 19: 679–686. doi:10.1016/j.jvoice.2004.11.001
- Sarkar S., Banerjee S., Sarkar R., Sikder B.A. 2016. A Review on the History of 'Thyroid Surgery'. *Indian J. Surg.* 78: 32–36. doi:10.1007/s12262-015-1317-5
- Schardey H.M., Barone M., Pörtl S., von Ahnen M., von Ahnen T., Schopf S. 2010. Invisible scar endoscopic dorsal approach thyroidectomy: a clinical feasibility study. *World Journal of Surgery*. 34 (12): 2997–3006.
- Shedd D.P., Durham C. 1966. Electrical identification of the recurrent laryngeal nerve. I. Response of the canine larynx to electrical stimulation of the recurrent laryngeal nerve. *Ann. Surg.* 163: 47–50.
- Sinagra D.L., Montesinos M.R., Tacchi V.A., Moreno J.C., Falco J.E., Mezzadri N.A., Debonis D.L., Curutchet H.P. 2004. Voice changes after thyroidectomy without recurrent laryngeal nerve injury. *J. Am. Coll. Surg.* 199 (4): 556–660. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2004.06.020. PMID: 15454138.
- Snyder S.K., Sigmond B.R., Lairmore T.C., Govednik-Horny C.M., Janicek A.K., Jupiter D.C. 2013. The long-term impact of routine intraoperative nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery. *Surgery*. 154: 704–11; discussion 711–3.
- Touzopoulos P., Karanikas M., Zarogoulidis P., Mitrakas A., Porpodis K., Katsikogiannis N., Zervas V., Kouroumichakis I., Constantinidis T.C., Mikroulis D., Tsimogiannis K.E. 2011. Current surgical status of thyroid diseases. *J. Multidiscip. Healthc.* 4: 441–449. doi:10.2147/JMDH.S26349. PMID: 22247619; PMCID: PMC3256004.
- Wade J.S.H. 1955. Vulnerability of recurrent laryngeal nerves at thyroidectomy. *Br. J. Surg.* 43 (178): 164–180.
- Welbourn R.B. 1990. *The History of Endocrine Surgery*. 1st ed. New York: Praeger Publishers.
- Wojtczak B., Kaliszewski K., Sutkowski K., Bolanowski M., Barczyński M. 2018. A functional assessment of anatomical variants of the recurrent laryngeal nerve during thyroidectomies using neuromonitoring. *Endocrine*, 59 (1): 82–89.
- Wu C.W., Dionigi G., Barczynski M., Chiang F.Y., Dralle H., Schneider R., Randolph G.W. 2018. International neuromonitoring study group guidelines 2018: Part II: Optimal recurrent laryngeal nerve management for invasive thyroid cancer—incorporation of surgical, laryngeal, and neural electrophysiologic data. *The Laryngoscope*, 128, S. 18–27.
- Yuda M., Nishikawa K., Ishikawa Y., Takahashi K., Kurogochi T., Tanaka Y., Ikegami T. 2022. Intraoperative nerve monitoring during esophagectomy reduces the risk of recurrent laryngeal nerve palsy. *Surgical Endoscopy*, 36 (6): 3957–3964.
- Zhao Y., Zhao Z., Zhang D., Han Y., Dionigi G., Sun H. 2021. Improving classification of the external branch of the superior laryngeal nerve with neural monitoring: a research appraisal and narrative review. *Gland Surg.* 10 (9): 2847–2860. doi: 10.21037/g.21-518. PMID: 34733732; PMCID: PMC8514299.



Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 04.05.2022

Received 04.05.2022

Поступила после рецензирования 03.06.2022

Revised 03.06.2022

Принята к публикации 03.06.2022

Accepted 03.06.2022

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Юдин Максим Юрьевич, врач-хирург, ООО «СМ-Клиника», г. Москва, Россия

Maksim Yu. Yudin, General surgeon of the SM-Clinic, Moscow, Russia

Климашевич Александр Владимирович, доктор медицинских наук, заместитель главного врача по хирургической помощи, Московский клинический научный центр имени А.С. Логина, г. Москва, Россия

Alexander V. Klimashevich, Doctor of Medical Sciences, Chief of surgery department, Clinical Research Center of Moscow, Moscow, Russia