

© Team of authors, 2025 / © Коллектив авторов, 2025

3.1.3. Оториноларингология, 3.1.19. Эндокринология, 3.1.9. Хирургия, 3.3.3. Патологическая физиология /
3.1.3. Otorhinolaryngology, 3.1.19. Endocrinology, 3.1.9. Surgery, 3.3.3. Pathological physiology

Comparative Analysis of the Effectiveness of Recurrent Laryngeal Nerve Neuromonitoring Using Paired Intramuscular Needle Electrodes Inserted into the Lateral Cricothyroid Muscle Versus Intra-laryngeal Electrodes in Patients Undergoing Thyroid Surgery

I.V. Reshetov ^{1,2,3}, K.V. Vabalayte ^{1,4}, Yu.S. Bondarenko ⁵, A.F. Romanchishen ⁴,
E.A. Polyakova ⁴

¹University Clinical Hospital No.1, Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

²Institute of Cluster Oncology named after L.L. Levshin, Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

³FSEBI Academy of Postgraduate Education of the Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

⁴Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

⁵State Budgetary Healthcare Institution Scientific Research Institute, Ochapovsky Regional Clinical Hospital No.1, Krasnodar, Russia

Contacts: Kristina Viktorovna Vabalayte – vabalayte@bk.ru

Сравнительный анализ эффективности нейромониторинга возвратных гортанных нервов с применением внутримышечных парных игольчатых электродов, введенных в боковую перстнечерпаловидную мышцу, и интраларингиальных электродов у больных во время операции на щитовидной железе

И.В. Решетов ^{1,2,3}, К.В. Вабалайте ^{1,4}, Ю.С. Бондаренко ⁵, А.Ф. Романчишен ⁴,
Е.А. Полякова ⁴

¹Университетская клиническая больница №1, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава РФ, Москва, Россия

²Институт кластерной онкологии им. Л.Л. Левшин Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, Россия

³ФГБОУ «ИПК ФМБА России», Москва, Россия

⁴ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

⁵ГБУЗ – Научно-исследовательский институт, Краевая клиническая больница №1, им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

Контакты: Вабалайте Кристина Викторовна – vabalayte@bk.ru

比较分析：在甲状腺手术中，将对肌肉内针电极置入侧环杓肌的喉返神经（RLN）术中神经监测效能，相较于喉内电极的效果

I.V. Reshetov ^{1,2,3}, K.V. Vabalayte ^{1,4}, Yu.S. Bondarenko ⁵,
A.F. Romanchishen ⁴, E.A. Polyakova ⁴

¹俄罗斯联邦卫生部塞切诺夫第一莫斯科国立医科大学附属第一大学临床医院，莫斯科，俄罗斯

²俄罗斯联邦卫生部塞切诺夫第一莫斯科国立医科大学列夫辛命名簇肿瘤学研究所，莫斯科，俄罗斯

³俄罗斯联邦医学与生物学署FSEBI研究生教育学院，莫斯科，俄罗斯

⁴圣彼得堡国立大学（联邦预算拨款高等教育机构），圣彼得堡，俄罗斯

⁵克拉斯诺达尔州Ochapovsky第一地区临床医院国家预算医疗机构科研所，克拉斯诺达尔，俄罗斯

联系方式: Kristina Viktorovna Vabalayte — 邮箱: vabalayte@bk.ru

Objective. To evaluate the effectiveness and safety of intraoperative neuromonitoring (IONM) of the recurrent laryngeal nerve (RLN) using paired intramuscular needle electrodes inserted into the lateral cricoarytenoid muscle during thyroid surgery, and to compare this method with the traditional technique employing an endotracheal tube with integrated electromyographic (EMG) electrodes.

Material and methods. A multicenter prospective study was conducted from 2021 to 2024 involving 129 patients undergoing surgery for thyroid diseases. Participants were divided into three groups:

- IONM with paired intramuscular needle electrodes placed in the lateral cricoarytenoid muscle (n=49);
- IONM using EMG endotracheal tube (n=31);
- control group with visual RLN identification only (n=49).

All patients underwent pre- and postoperative vocal fold mobility assessments, with follow-up laryngoscopy when indicated.

Results. The incidence of postoperative laryngeal muscle paresis/paralysis was significantly lower in both IONM groups compared to the control ($p=0.039$ and $p=0.021$ for groups 1 and 2, respectively). There were no statistically significant differences in electrophysiological parameters (latency and amplitude) between the intramuscular and EMG-tube methods ($p>0.05$). The novel intramuscular method showed consistent signal acquisition, minimized the risk of false signal loss, and was technically simpler and potentially more cost-effective.

Conclusion. The application of paired intramuscular needle electrodes into the lateral cricoarytenoid muscle provides a reliable and safe alternative to conventional EMG-tube-based IONM. It circumvents major limitations such as electrode misplacement and signal dropout associated with endotracheal methods. This technique may be particularly advantageous in cases where EMG tube use is technically challenging or impossible, such as in patients with tracheostomy. The findings strongly support the routine implementation of IONM to reduce the risk of RLN injury in thyroid surgery, and this new technique expands the armamentarium of effective monitoring strategies.

Keywords: intraoperative neurophysiological monitoring, recurrent laryngeal nerve, laryngeal muscles, needle electrodes, electromyography, endotracheal intubation, thyroidectomy, vocal cord paralysis, postoperative complications, thyroid gland, thyroid surgery

Conflicts of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing. The paper was done without sponsorship.

For citation: Reshetov I.V., Vabalayte K.V., Bondarenko Yu.S., Romanchishen A.F., Polyakova E.A. Comparative Analysis of the Effectiveness of Recurrent Laryngeal Nerve Neuromonitoring Using Paired Intramuscular Needle Electrodes Inserted into the Lateral Cricothyroid Muscle Versus Intra-laryngeal Electrodes in Patients Undergoing Thyroid Surgery. *Head and neck. Russian Journal.* 2025;13(3):20–26

Doi: 10.25792/HN.2025.13.3.20-26

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Цель исследования. Оценить эффективность и безопасность использования парных внутримышечных игольчатых электродов, введенных в боковую перстнечерпаловидную мышцу, для интраоперационного нейромониторинга (ИОНМ) возвратных гортанных нервов (ВГН) при операциях на щитовидной железе (ЩЖ) по сравнению с традиционным методом с применением эндотрахеальной трубки с электромиографическими (ЭМГ) электродами.

Материал и методы. Проведено многоцентровое проспективное исследование, в которое были включены 129 пациентов, прооперированных по поводу заболеваний ЩЖ. Пациенты были распределены в 3 группы:

- группа 1 ($n=49$) – ИОНМ с применением внутримышечного игольчатого электрода, установленного в боковую перстнечерпаловидную мышцу;
- группа 2 ($n=31$) – ИОНМ с использованием ЭМГ-трубки,
- группа 3 (контрольная, $n=49$) – визуальная идентификация ВГН без ИОНМ.

Всем пациентам проводилась оценка голосовой функции до и после операции, при необходимости – ларингоскопический контроль в динамике.

Результаты. Частота послеоперационного пареза/паралича гортанных мышц в группах с ИОНМ была достоверно ниже по сравнению с контрольной группой ($p=0.039$ и $p=0.021$ для групп 1 и 2 соответственно). Показатели электрофизиологических характеристик между методами мониторинга (внутримышечный электрод и ЭМГ-трубка) статистически значимо не различались ($p>0.05$). Метод с внутримышечным электродом продемонстрировал стабильную регистрацию сигнала без ложной потери, техническую простоту и потенциальную экономическую эффективность.

Заключение. Внедрение парных внутримышечных электродов для ИОНМ ВГН является эффективной и безопасной альтернативой традиционному подходу с ЭМГ-трубкой. Метод позволяет избежать ряда ограничений традиционного ИОНМ, включая ложную потерю сигнала и зависимость от правильного положения интубационной трубки. Его применение особенно перспективно в ситуациях, когда установка ЭМГ-трубки затруднена (например, при трахеостомии). Результаты подтверждают целесообразность использования ИОНМ как стандартного компонента хирургии ЩЖ для профилактики повреждений ВГН.

Ключевые слова: интраоперационный нейрофизиологический мониторинг, возвратный гортанный нерв, мышцы гортани, игольчатые электроды, электромиография, эндотрахеальная интубация, тиреоидэктомия, паралич голосовых складок, послеоперационные осложнения, операции на щитовидной железе

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Решетов И.В., Вабалайте К.В., Бондаренко Ю.С., Романчишен А.Ф., Полякова Е.А. Сравнительный анализ эффективности нейромониторинга возвратных гортанных нервов с применением внутримышечных парных игольчатых электродов, введенных в боковую перстнечерпаловидную мышцу, и интраларингиальных электродов у больных во время операции на щитовидной железе. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2025;13(3):20–26

Doi: 10.25792/HN.2025.13.3.20-26

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

研究目的: 评估在甲状腺手术中, 采用将成对肌内针电极置入侧环杓肌的术中神经监测 (IONM) 对喉返神经 (RLN) 的有效性与安全性, 并与传统整合肌电图 (EMG) 电极的气管插管管 (EMG管) 技术进行比较。

材料与方法: 自2021年至2024年开展了一项多中心前瞻性研究, 纳入129例因甲状腺疾病接受手术的患者。参与者分为三组: 使用置入侧环杓肌的成对肌内针电极进行IONM ($n=49$); 使用EMG气管导管进行IONM ($n=31$); 仅行喉返神经目视识别的对照组 ($n=49$)。所有患者均在术前与术后接受声带活动度评估, 并在必要时进行随访喉镜检查。

研究结果: 与对照组相比, 两种IONM组术后喉部肌肉轻瘫/瘫痪的发生率显著降低 (分别为第1组和第2组: $p=0.039$ 与 $p=0.021$)。在电生理参数 (潜伏期与振幅) 方面, 肌内针电极法与EMG导管法之间无统计学显著差异 ($p>0.05$)。新型肌内肌内电极方法表现为信号获取稳定, 减少了假性信号丢失风险, 技术上更为简便, 并具有潜在成本效益。

结论: 将成对肌内针电极置入侧环杓肌用于RLN的IONM, 为基于EMG导管的常规方法提供了一种可靠且安全的替代方案, 可规避诸如导管电极放置不当与信号中断等主要局限。该技术在EMG导管使用在技术上具有挑战或不可行 (如气管造口患者) 时尤为有利。研究结果强烈支持在甲状腺手术中常规实施IONM以降低RLN损伤风险, 而这一新技术拓展了有效监测策略的工具库。

关键词: 术中神经生理监测; 喉返神经; 喉肌; 针电极; 肌电图; 气管插管; 甲状腺切除术; 声带麻痹; 术后并发症; 甲状腺; 甲状腺手术

利益冲突声明: 作者声明不存在利益冲突。

资助声明: 本研究由作者团队资助。

引用格式: Reshetov I.V., Vabalayte K.V., Bondarenko Yu.S., Romanchishen A.F., Polyakova Comparative E.A. Analysis of the Effectiveness of Recurrent Laryngeal Nerve Neuromonitoring Using Paired Intramuscular Needle Electrodes Inserted into the Lateral Cricoaarytenoid Muscle Versus Intra-laryngeal Electrodes in Patients Undergoing Thyroid Surgery. *Head and neck. Russian Journal.* 2025;13(3):20–26

Doi: 10.25792/HN.2025.13.3.20-26

作者声明: 作者对所提供数据的原创性及插图 (表格、图片、患者照片) 的发表合法性负责。

Введение

Вопрос о необходимости интраоперационного нейромониторинга (ИОНМ) в снижении частоты паралича мышц гортани после операции на щитовидной железе (ЩЖ) остается предметом дискуссий [1–3]. Тем не менее эффективность ИОНМ с использованием эндотрахеальной трубки с электромиографическими (ЭМГ) электродами в идентификации, сохранении и прогнозировании функции возвратного гортанного нерва (ВГН) при операциях на ЩЖ подтверждена в ряде клинических исследований [4–8].

Одним из существенных недостатков данного метода является риск ложной потери сигнала (LOS – loss of signal), возникающий в 10–15% случаев [9–11] вследствие неправильного положения или смещения ЭМГ-трубки, приводящего к нарушению контакта между электродами и голосовыми складками. Такая ложная потеря сигнала может быть ошибочно интерпретирована как повреждение нерва, что существенно снижает достоверность мониторинга и

считается серьезным ограничением метода [10, 12]. Кроме того, корректировка положения ЭМГ-трубки может быть технически сложной и требовать значительного времени [11].

В связи с этим были предложены альтернативные методы регистрации нейромышечной активности, включающие использование накожных клейких электродов, размещаемых на передней поверхности шеи [10] или на щитовидном хряще (ЩХ) [13], а также подкожных игольчатых электродов, фиксируемых на поверхности ЩХ [9, 13]. Эти методы позволяют избежать ложной потери сигнала, обусловленной нарушением контакта ЭМГ-трубки с голосовыми складками [9, 10, 14] и не зависят от точности ее установки, обеспечиваемой анестезиологом. Более того, альтернативные электроды являются менее затратными по сравнению с ЭМГ-трубкой [10, 15] и могут применяться в ситуациях, когда использование последней невозможно (например, у пациентов с трахеостомой) [9, 10].

Тем не менее данные методы также имеют определенные ограничения. Так, поверхностные электроды, закрепленные на

коже передней поверхности шеи, демонстрируют достоверно более низкую амплитуду сигнала по сравнению с ЭМГ-трубкой, что объясняется анатомическим расстоянием и наличием мягкотканых структур между источником сигнала и электродами [10, 14].

F.Y. Chiang и соавт. [16] недавно предложили методику ИОНМ с использованием двусторонних трансхрящевых игольчатых электродов. В своем исследовании они показали, что введение электродов в обе латеральные пластинки ЩХ является безопасным, технически выполнимым и потенциально может служить альтернативой традиционным методам нейромониторинга при тиреоидэктомии. Однако для установки таких электродов требуется обнажение латеральных участков ЩХ до его средней трети. Мы не нашли в литературе описание ИОНГ с оценкой сокращения боковых перстнечерпаловидных мышц в ответ на раздражение ВГН.

Материал и методы

Многоцентровое исследование, выполненное с 2021 по 2024 г. на базах клиник ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург), ГБУЗ Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар), группа компаний «Мой Медицинский Центр» (Геленджик). В исследование были включены 129 пациентов, разделенных на 3 группы: группа 1 – ИОНМ с применением парного внутримышечного электрода, введенного в боковую перстнечерпаловидную мышцу, группа 2 – ИОНМ с применением эндотрахеальной интубационной трубки с электромиографическими электродами, группа 3 (группа контроля) – с использованием визуальной идентификации ВГН. В исследование вошли пациенты, нуждающиеся в хирургическом лечении патологий ЩЖ.

Критерии включения: пациенты старше 18 лет, нуждающиеся в операции по поводу заболеваний ЩЖ (узловые образования, рак ЩЖ, диффузный токсический зоб – ДТЗ). Критерии исключения: отказ от участия в исследовании, наличие распространенных форм рака ЩЖ с врастанием опухоли в окружающие

органы и ткани и подтвержденными до операции метастазами в лимфатические узлы шеи. Клинические группы были сопоставимы по полу, возрасту и диагнозам. Общая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

В нашем исследовании использован стандартный протокол ИОНМ ВГН, рекомендованный международной группой по изучению ИОНМ [12]. У пациентов группы 1 для регистрации функциональной сохранности ВГН применялся парный внутримышечный электрод, введенный в боковую перстнечерпаловидную мышцу [17]. Для ИОНМ ВГН используют монитор целостности нерва. Для регистрации сокращения боковой перстнечерпаловидной мышцы применяют специальный парный электрод, снабженный двумя тонкими стальными электродами длиной 12 мм и расстоянием между ними 2,5 мм, указанный электрод вводят в толщу боковой перстнечерпаловидной мышцы с одной или двух сторон (рис. 1). Нейтральный электрод устанавливают в мышцу плеча. У всех больных применяют импульс тока силой в 1 миллиампер, что позволяет регистрировать амплитуду сокращения боковой перстнечерпаловидной мышцы гортани на мониторе и бумажном носителе. После интубации больного с применением миорелаксантов кратковременного действия и правильной установки всех электродов на экране монитора регистрируют кривую пассивной миографии мышц гортани – потенциал покоя. Далее стимулируют блуждающий и возвратный гортанный нервы разрядом с электрода, на экране монитора появляется характерная кривая и звуковой сигнал, отражающие колебание потенциала действия. Во время операции на ЩЖ сначала стимулируют блуждающий нерв, затем возвратный гортанный нерв выделяют в области его отхождения от блуждающего нерва и стимулируют первый раз и прослеживают до входа в гортань, где стимулируют повторно. Повторную стимуляцию возвратного гортанного и блуждающих нервов выполняют после гемитиреоидэктомии или тиреоидэктомии.

Пациентам группы 2 контроль ВГН во время операции осуществляли методом регистрации ответного сокращения мышц аддукторов гортани, проявляющихся в виде сокращения голосовых складок, регистрируемых с помощью специальных электро-

Таблица 1. Общая характеристика клинических групп
Table 1. General characteristics of the patients' groups

Параметры <i>Parameters</i>		Группа 1 38,0% (n=49) <i>Group 1 38.0% (n=49)</i>	Группа 2 24,0% (n=31) <i>Group 2 24.0% (n=31)</i>	Группа 3 38,0% (n=49) <i>Group 3 38.0% (n=49)</i>
Средний возраст пациентов, лет <i>Median age of the patients, years</i>		49,2±2,17	54,4±2,97	48,5±2,00
Пол, n (%) <i>Gender, n (%)</i>	Мужчины <i>Male</i>	13 (26,5)	6 (19,4)	8 (16,3)
	Женщины <i>Female</i>	36 (73,5)	25 (80,5)	41 (83,7)
Диагноз, n (%) <i>Diagnosis, n (%)</i>	ДТЗ <i>DTG</i>	9 (18,3)	9 (29,0)	16 (32,7)
	ЗНО <i>Mlg</i>	16 (32,7)	6 (19,4)	1 (2,0)
	Доброкачественные узловые образования <i>Benign mass</i>	24 (49,0)	16 (51,6)	32 (65,3)
Объем операции, n (%) <i>Surgery volume, n (%)</i>	ТЭ <i>TE</i>	25 (51,0)	15 (48,4)	40 (81,6)
	ГТЭ <i>HTE</i>	24 (49,0)	16 (51,6)	9 (18,4)

Примечание. ДТЗ – диффузный токсический зоб, ЗНО – злокачественное новообразование, ТЭ – тиреоидэктомия, ГТЭ – гемитиреоидэктомия.

Note. DTG – diffuse toxic goiter, Mlg – malignancy, TE – thyroidectomy, HTE – hemithyroidectomy.

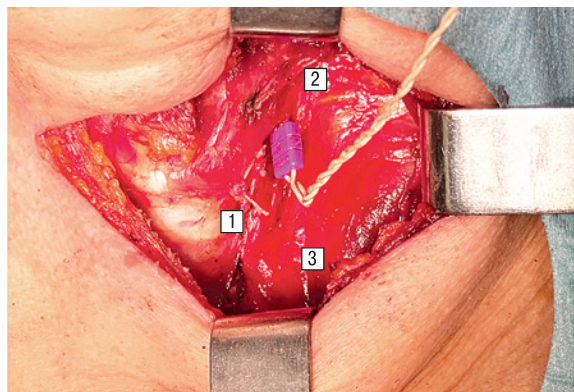


Рис. 1. Вид операционной раны после удаления ЩЖ. Место установки парного электрода в боковую перстнещитовидную мышцу слева

1 — трахея, 2 — перстнещитовидная мышца слева (примечание — боковая перстнещитовидная мышца расположена за перстнещитовидной мышцей), 3 — левый возвратный гортанный нерв.

Fig. 2. Operative wound view following thyroidectomy. Site of placement of the paired electrode into the left lateral cricoarytenoid muscle

1 — trachea, 2 — left cricothyroid muscle (note: the lateral cricoarytenoid muscle is located posterior to the cricothyroid muscle), 3 — left recurrent laryngeal nerve.

дов, расположенных на интубационной эндотрахеальной трубке. В контрольной группе 3 единственным методом идентификации ВГН был визуальный контроль.

Всем пациентам была выполнена визуальная оценка голосовых складок до и после операции. При выявлении пареза мышц гортани выполнялась повторная ларингоскопия через 3, 6, 12 месяцев.

Полученные результаты были статистически обработаны на персональном компьютере с использованием программ MS Soft Excel 2010, Statistica 20 и IBM SPSS Statistics 16.0. Статистическую достоверность результатов оценивали с помощью критерия Фишера, принимая, что уровень $p < 0,01$ свидетельствует о достоверности в различиях величин, равной 99% и более, $p < 0,05$ — достоверны с вероятностью безошибочного прогноза в 95% и более, $p > 0,05$ — различия их недостоверны. Непрерывные данные были представлены с использованием среднего значения, стандартной ошибки среднего и диапазона (min-max). Оценка статистически значимых различий между исследуемыми группами пациентов проводилась с применением однофакторного дисперсионного анализа (для количественных признаков с нормальным распределением), а также χ^2 -критерия Пирсона (для качественных признаков). Отношения шансов (ОШ) были представлены с 95% доверительными интервалами (ДИ) и p -значениями.

Результаты

Исходно до операции подвижность голосовых складок у всех пациентов была в полном объеме.

В раннем послеоперационном периоде выявлено ограничение подвижности мышц гортани у 1 (2,0%) пациента группы 1, 1 (3,2%) пациента группы 2, у 6 (12,2%) пациентов группы 3. В ходе наблюдения паралич мышц гортани был зарегистрирован только у 1 (2,0%) пациента группы 3.

Данные пациентов, прооперированных с применением внутримышечного (группа 1) и поверхностного (группа 2) электродов, сравнивали по частоте послеоперационных осложнений с использованием χ^2 -критерия Пирсона и последующим вычислением отношений шансов (табл. 2). Результат проведения анализа показал отсутствие статистически значимых различий между изучаемыми группами пациентов по частоте указанных признаков: p -level варьировался в пределах от 0,387 до 0,668.

Для оценки различий в частоте послеоперационных осложнений между группами пациентов, оперированных без использования ИОНГ и с его применением, использовался χ^2 -критерий Пирсона с последующим расчетом ОШ. Анализ продемонстрировал достоверно более высокую частоту осложнений в группе без ИОНГ по сравнению с пациентами, у которых во время операции применяли ИОНГ. Выявленные различия оказались статистически значимыми: p -значение при сравнении пациентов групп 1 и 3 составило 0,039, а при сравнении пациентов групп 2 и 3 — 0,021. Установлено, что риск нарушения подвижности мышц гортани у пациентов без ИОНГ превышал таковой в группе с его применением в 3,5–5,9 раза.

Сопоставление двух исследуемых групп 1 и 2 по динамике электрофизиологических показателей проводилось с использованием однофакторного дисперсионного анализа, который сопровождался расчетом средних значений повышения латентности и снижения амплитуды, что представлено на табл. 3.

Сопоставление двух исследуемых групп 1 и 2 по динамике электрофизиологических показателей проводилось с использованием однофакторного дисперсионного анализа, который сопровождался расчетом средних значений повышения латентности и снижения амплитуды, что представлено на табл. 3.

В результате статистически значимых различий по динамике электрофизиологических показателей между изучаемыми группами пациентов выявлено не было: p -level колебался в пределах 0,070–0,613, в то время как при достоверных различиях он был бы равен либо меньше 0,05.

Обсуждение

ИОНМ давно зарекомендовал себя как эффективный метод профилактики повреждений ВГН при операциях на ЩЖ [4–8].

Однако использование традиционного метода с ЭМГ-трубкой сопряжено с определенными ограничениями, включая риск

Таблица 2. Сравнение частоты нарушения подвижности мышц гортани у больных групп 1 и 2
Table 2. Comparative analysis of laryngeal muscle mobility impairment incidence in groups 1 and 2

Осложнение Complication	ОШ [95% ДИ] OR [95% CI]	p-level
Паралич Paralysis	0,97 [0,908–1,032]	0,387
Парез Paresis	1,04 [0,984–1,105]	0,519

Таблица 3. Сравнение электрофизиологических показателей ИОНМ у больных групп 1 и 2
Table 3. Comparison of intraoperative neuromonitoring electrophysiological parameters between groups 1 and 2

Группа Group	Повышение латентности <i>Increased latency</i>				Снижение амплитуды <i>Decreased amplitude</i>			
	Блуждающий нерв <i>Vagus nerve</i>		Возвратный гортанный нерв <i>Recurrent laryngeal nerve</i>		Блуждающий нерв <i>Vagus nerve</i>		Возвратный гортанный нерв <i>Recurrent laryngeal nerve</i>	
	Слева <i>Left</i>	Справа <i>Right</i>	Слева <i>Left</i>	Справа <i>Right</i>	Слева <i>Left</i>	Справа <i>Right</i>	Слева <i>Left</i>	Справа <i>Right</i>
Группа 1 <i>Group 1</i>	0,12±0,004	0,31±0,009	0,14±0,005	0,05±0,001	3,55±0,11	1,12±0,04	32,45±0,98	25,72±0,78
Группа 2 <i>Group 2</i>	0,21±0,006	0,23±0,007	0,22±0,007	0,12±0,004	15,13±0,46	12,06±0,39	41,50±2,77	35,50±1,08
p-level	0,070	0,557	0,613	0,266	0,085	0,092	0,074	0,560

ложной потери сигнала (LOS) из-за нарушения контакта между электродами и голосовыми складками [9–11]. В ряде случаев это может привести к избыточному изменению тактики операции, включая отказ от двухстороннего вмешательства, что не всегда оправдано [10–12].

Предложенные альтернативные методы регистрации нейромышечной активности, в т.ч. использование накожных или транскрищевых игольчатых электродов, продемонстрировали более стабильный сигнал и техническую независимость от положения интубационной трубки [9–11]. Так, метод транскрищевой установки электродов, предложенный F.Y. Chiang и соавт. [16], подтвердил безопасность и техническую выполнимость, однако требует препаровки латеральных участков ЩЖ, что может увеличивать травматичность.

В рамках настоящего исследования впервые была апробирована методика установки парных внутримышечных электродов в боковую перстнечерпаловидную мышцу [17]. Полученные данные демонстрируют, что этот способ ИОНМ обеспечивает электрофизиологические параметры, сопоставимые с традиционной ЭМГ-трубкой, при этом лишен ее ключевых недостатков, прежде всего, зависимости от позиции в трахее и риска ложной потери сигнала.

Анализ показал, что частота послеоперационных парезов/параличей ВГН в группе без ИОНМ достоверно выше по сравнению с пациентами, у которых применялся нейромониторинг ($p=0,039$ и $p=0,021$ при сравнении групп 1 и 2 соответственно), что согласуется с ранее опубликованными данными [3, 7]. Это подтверждает необходимость ИОНМ в качестве стандартной практики при тиреоидэктомии.

Важно отметить, что различия в частоте осложнений у пациентов групп 1 и 2 не выявлено ($p>0,05$), однако метод с применением парных внутримышечных игольчатых электродов в боковую перстнечерпаловидную мышцу потенциально менее затратен, технически прост в реализации и может использоваться в ситуациях, где установка ЭМГ-трубки невозможна (например, при наличии трахеостомы) [9, 10].

Таким образом, методика с применением парных внутримышечных электродов может рассматриваться как эффективная альтернатива существующим способам ИОНМ. Необходимы дальнейшие исследования на более широкой выборке, а также анализ отдаленных функциональных результатов для окончательной валидации метода.

Заключение

Введение парных внутримышечных игольчатых электродов в боковую перстнечерпаловидную мышцу представляет собой

эффективный и безопасный способ регистрации нейромышечной активности ВГН во время операций на ЩЖ. Полученные данные свидетельствуют о сопоставимой с традиционным методом (с помощью специальной интубационной трубки) диагностической ценности данного подхода, при отсутствии его ключевых недостатков, в частности потери контакта с голосовыми складками.

Результаты исследования показали, что использование ИОНМ в целом достоверно снижает риск развития послеоперационного пареза и паралича мышц гортани. В условиях клинической практики внедрение внутримышечного электрода может повысить достоверность мониторинга, обеспечить гибкость в выборе способа ИОНМ и снизить затраты.

Выводы

ИОНГ с использованием парных внутримышечных электродов, введенных в боковую перстнечерпаловидную мышцу, сопоставим по эффективности с традиционным методом ИОНМ через ЭМГ-трубку.

ИОНГ с использованием парных внутримышечных электродов, введенных в боковую перстнечерпаловидную мышцу, позволяет избежать ложной потери сигнала и может быть особенно полезен при анатомических или технических ограничениях традиционного подхода.

Применение ИОНМ в целом достоверно снижает риск развития послеоперационного пареза и паралича мышц гортани.

ИОНГ с использованием парных внутримышечных электродов, введенных в боковую перстнечерпаловидную мышцу, может расширить арсенал безопасных и доступных технологий для профилактики повреждения ВГН при операциях на ЩЖ.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Lombardi C.P., Carnassale G., Damiani G., et al. "The final countdown": is intraoperative, intermittent neuromonitoring really useful in preventing permanent nerve palsy? Evidence from a meta-analysis. *Surgery*. 2016;160:1693–706. Doi: 10.1016/j.surg.2016.06.049.
2. Cirocchi R., Arezzo A., D'Andrea V., et al. Intraoperative neuromonitoring versus visual nerve identification for prevention of recurrent laryngeal nerve injury in adults undergoing thyroid surgery. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2019;1:CD012483.
3. Liu Y.C., Shen C.L., Fu Z.Y., et al. Effectiveness of the recurrent laryngeal nerve monitoring during endoscopic thyroid surgery: systematic review and meta-analysis. *Int. J. Surg.* 2023;109(7):2070–81. Doi: 10.1097/JS9.000000000000393.

4. Вабалайте К.В., Романчишен А.Ф. Эффективность интраоперационного нейромониторинга у больных раком щитовидной железы. *Вопр. онкологии*. 2022;68(3S):202–3. [Vabalayte K.V., Romanchishen A.F. Effectiveness of intraoperative neuromonitoring in patients with thyroid cancer. *Voprosy Onkologii*. 2022;68(3S):202–3. (In Russ.)]
5. Гостимский А.В., Романчишен А.Ф., Передереев С.С., Вабалайте К.В. Опыт применения нейромонитора в ходе операций на щитовидной железе у детей. *Педиатрия*. 2021;12(5):53–8. [Gostimsky A.V., Romanchishen A.F., Peredereev S.S., Vabalayte K.V. Experience of using a neuromonitor during thyroid surgery in children. *Pediatrician* (St. Petersburg). 2021;12(5):53–8. (In Russ.)]
6. Романчишен А.Ф., Решетов И.В., Вабалайте К.В. и др. Атлас хирургии щитовидной и околощитовидных желез. М., 2021. 144 с. [Romanchishen A.F., Reshetov I.V., Vabalayte K.V., et al. Atlas of Thyroid and Parathyroid Surgery. Moscow, 2021. 144 p. (In Russ.)]
7. Wong K.P., Mak K.L., Wong C.K., Lang B.H. Systematic review and meta-analysis on intra-operative neuro-monitoring in high-risk thyroidectomy. *Int. J. Surg.* 2017;38:21–30. Doi: 10.1016/j.ijssu.2016.12.039.
8. Wu C.W., Hao M., Tian M., et al. Recurrent laryngeal nerve injury with incomplete loss of electromyography signal during monitored thyroidectomy-evaluation and outcome. *Langenbecks Arch. Surg.* 2017;402: 691–9. Doi: 10.1007/s00423-016-1381-8.
9. Chiang F.Y., Shih Y.C., Lien C.F., et al. Comparison of EMG amplitudes recorded by ipsilateral and contralateral electrodes placement during using trans-thyroid cartilage recording method in thyroid surgery. *Front. Endocrinol. (Lausanne)*. 2024;14:1305629. Doi: 10.3389/fendo.2023.1305629.
10. Lee H.S., Oh J., Kim S.W., et al. Intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve during thyroidectomy with adhesive skin electrodes. *World J. Surg.* 2020;44:148–54. Doi: 10.1007/s00268-019-05208-3.
11. Van Slycke S., Van Den Heede K., et al. New placement of recording electrodes on the thyroid cartilage in intra-operative neuromonitoring during thyroid surgery. *Langenbecks Arch. Surg.* 2019;404:703–9. Doi: 10.1007/s00423-019-01825-7.
12. Randolph G.W., Dralle H., International Intraoperative Monitoring Study Group, et al. Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: international standards guideline statement. *Laryngoscope*. 2011;121(Suppl. 1):S1–16. Doi: 10.1002/lary.21119.
13. Zhao Y., Li C., Zhang D., Zhou L., et al. Experimental study of needle recording electrodes placed on the thyroid cartilage for neuromonitoring during thyroid surgery. *Br. J. Surg.* 2019;106:245–54. Doi: 10.1002/bjs.10994.
14. Wu C.W., Chiang F.Y., Randolph G.W., et al. Transcutaneous recording during intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery. *Thyroid*. 2018;28:1500–7. Doi: 10.1089/thy.2017.0679.
15. Wu C.W., Chiang F.Y., Randolph G.W., et al. Feasibility of intraoperative neuromonitoring during thyroid surgery using transcartilage surface recording electrodes. *Thyroid*. 2018;28:1508–16. Doi: 10.1089/thy.2017.0680.
16. Chiang F.Y., Wu C.W., Chang P.Y., et al. Trans-thyroid cartilage recording for neural monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *Laryngoscope*. 2020;130:E280–3. Doi: 10.1002/lary.28049.
17. Вабалайте К.В., Романчишен А.Ф., Бондаренко Ю.С. Способ интраоперационного нейромониторинга возвратного гортанного нерва. Патент на изобретение. RU 2835935 C1, 06.03.2025. Заявка №2024109332 от 04.04.2024. [Vabalayte K.V., Romanchishen A.F., Bondarenko Yu.S. Method for intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve. Patent for invention. RU 2835935 C1, 06.03.2025. Application No. 2024109332 dated 04.04.2024. (In Russ.)]

Поступила 03.04.2025

Получены положительные рецензии 01.05.25

Принята в печать 24.05.25

Received 03.04.2025

Positive reviews received 01.05.25

Accepted 24.05.25

Вклад авторов: все авторы внесли эквивалентный вклад в написание статьи.

Contribution of the authors: All authors contributed equally to the writing of the article.

Информация об авторах:

Решетов Игорь Владимирович — Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава РФ, Университетская клиническая больница №1, Институт кластерной онкологии им. Л.Л. Левшина, кафедра онкологии и реконструктивной пластической хирургии ФГБОУ «ИПК ФМБА России». Адрес: 119435 Москва, ул. Большая Пироговская, д. 6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3888-8004>.
Вабалайте Кристина Викторовна — д.м.н. профессор ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет. Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9; тел.: +7 (921) 575-93-87; e-mail: vabalayte@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9122-1540>.

Бондаренко Юлия Сергеевна — врач-хирург, ГБУЗ — Научно-исследовательский институт, Краевая клиническая больница №1, им. проф. С.В. Очаповского. Адрес: 360086 Краснодар, ул. 1 Мая, д. 167; тел.: +7 (928) 217-22-65; email: dawabond2007@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5441-1193>.

Романчишен Анатолий Филиппович — д.м.н. профессор, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет. Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9; e-mail: afromanchishen@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7646-4360>.

Полякова Екатерина Алексеевна — аспирант, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет. Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9; тел.: +7 (906) 178-90-83; e-mail: dr.polyakova@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8163-6988>.

Information about the authors:

Igor Vladimirovich Reshetov — University Clinical Hospital No.1, Levshin Institute of Cluster Oncology, Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation. Address: 6 Bolshaya Pirogovskaya str., 119435 Moscow. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3888-8004>.

Kristina Viktorovna Vabalayte — Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State University. Address: 7/9 Universitetskaya Embankment, 199034 St. Petersburg; tel: +7 (921) 575-93-87; e-mail: vabalayte@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9122-1540>.

Yuliya Sergeyevna Bondarenko — Surgeon, State Budgetary Healthcare Institution Scientific Research Institute, Ochapovsky Regional Clinical Hospital No.1. Address: 167 1 Maya st., Krasnodar; tel.: +7 (928) 217-22-65; email: dawabond2007@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5441-1193>.

Anatoly Filippovich Romanchishen — Doctor of Medical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State University. Address: 7/9 Universitetskaya Embankment, 199034 St. Petersburg; e-mail: afromanchishen@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7646-4360>.

Ekaterina Alekseevna Polyakova — Postgraduate Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State University. Address: 7/9 Universitetskaya Embankment, 199034 St. Petersburg; tel.: +7 (906) 178-90-83; e-mail: dr.polyakova@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8163-6988>.