

ВЕРИФІКАЦІЯ НЕРВІВ ГОРТАНІ В ОПЕРАЦІЙНІЙ РАНИ ПРИ ОПЕРАЦІЙНИХ ВТРУЧАННЯХ НА ЩИТОПОДІБНІЙ ЗАЛОЗІ

Я.Р. Розновський

ДВНЗ "Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського", м. Тернопіль
Кафедра загальної хірургії (зав. - проф. І.М. Дейкало)

Реферат

Мета. При виконанні операційних втручань на щитоподібній залозі одним із найпоширеніших ускладнень є ушкодження гортанних нервів, клінічні вияви якого - парез або параліч гортані й тому є необхідність продовжити опрацювання методу інтраопераційної ідентифікації та моніторингу гортанних нервів. У статті подано опрацювання методу інтраопераційної ідентифікації та моніторингу гортанних нервів із їх наступним виділенням та свідомим збереженням.

Матеріал і методи. Запропонований метод ідентифікації та моніторингу гортанних нервів полягає у подразненні тканин хірургічної рани змінним струмом фіксованої частоти - 400 Гц та напругою 75 мВ, для якого малопрвідними є м'язова та інші тканини рани й високу провідність електричного сигналу мають нерви гортані. Стимуляція гортанних нервів призводить до скорочення м'язів гортані у вигляді короткотривалого тетанусу, поштовху до скорочення гортані та натягу голосових зв'язок, що спонукає до зміни площі голосової щілини та звукових ефектів, які виникають при проходженні повітря через неї. Зміни фонації фіксуються звуковим сенсором, встановленим у трубіці ларингеальної маски із подальшим перетворенням їх в електричний струм, а далі через блок перетворювача виводяться у вигляді графіка на екран комп'ютера та супроводжуються звуковим відтворенням.

Результати й обговорення. Результатом досліджень є успішне визначення ділянки проходження гортанних нервів. У 156 пацієнтів, оперованих з приводу патології щитоподібної залози, ідентифіковано та проведено моніторинг 224 нижніх та 224 верхніх гортанних нервів. Завдяки опрацьованому методу електростимуляції тканин операційної рани встановлено місце знаходження 52 невидимих нервів, тобто поворотні нерви не було ідентифіковано, проте визначено ділянки їх проходження. Результати підтверджено дослідженням ЛОР спеціалістів.

Висновки. Використання змінного струму із заданими параметрами для ідентифікації гортанних нервів не викликає рефрактерності та виснаження системи нейрон - м'яз. Амплітуда й частота отриманих сигналів залежать від відстані стимулюючого електрода до нерва, що дозволяє проводити безпомилковий пошук гортанних нервів та інтраопераційно підтвердити їх цілісність.

Ключові слова: щитоподібна залоза, гортанні нерви, парези, електростимуляція, ларингеальна маска

Abstract

VERIFICATION OF RECURRENT LARYNGEAL NERVES IN THE OPERATING

WOUND DURING SURGICAL TREATMENT ON THE THYROID GLAND

Ya.R. ROZNOWSKYI

The I.Ya. Horbachevsky State Medical University in Ternopil

Aim. During operations on the thyroid gland one of the most common complications is the injury of laryngeal nerves, clinically manifested by a paresis or paralysis of larynx. It is important to develop a highly effective simple method for intraoperative identification and monitoring of laryngeal nerves. This article presents the method developed for intraoperative identification and monitoring of laryngeal nerves with their subsequent excretion and preservation.

Materials and Methods. The proposed method of identification and monitoring of the laryngeal nerves is based on the stimulation of the surgical wound tissues with the fixed frequency of AC (400 Hz and voltage of 75 mV); for such current, muscular and other tissues of the wound show low conductivity, while the laryngeal nerves show high conductivity. Laryngeal nerves stimulation leads to contraction of the larynx muscles in the form of a short-term tetanus - an impetus for reducing tension of the larynx and vocal cords. Altogether these reactive processes cause the change of the glottis area and, as a result, the sound effects arising from the air passing through it. Phonation changes are recorded with the help of a sound sensor installed in the tube of a laryngeal mask with its further transformation into electricity. Then with the help of a power converter a graph, accompanied by the sound playback, appears on a computer screen.

Results and Discussion. The results of the research are very successful. There were identified and monitored 224 upper and lower laryngeal nerves in 156 patients operated on thyroid gland. We were able to find the location of 52 invisible nerves due to the method developed with electrical stimulation of tissue in operating wound. These results are confirmed by otolaryngologists.

Conclusions. The identification of laryngeal nerves among the tissues of the wound by using the alternating electric current with the desired physiological parameters does not lead to refractoriness or depletion of the neuron-muscle system. The amplitude and frequency of the received signals and their changes directly depend on the distance from the stimulating electrode to the nerve, which allows searching for the laryngeal nerves and verifying their integrity intraoperatively.

Keywords: thyroid gland, laryngeal nerves, paresis, electrostimulation, laryngeal mask

Вступ

При виконанні операційних втручань на щито-

подібній залозі (ЩЗ) одним із найпоширеніших ускладнень є ушкодження гортанних нервів, клінічними виявами яких є парез або параліч гортані, частота уражень гортанних нервів коливається від 0,3% до 12% [2, 3]. Ймовірність пошкодження поворотних нервів при повторних втручаннях зростає від 11 до 20% [3]. У разі хірургічного лікування раку ЩЗ ускладнення після первинної операції спостерігають у 2-40% пацієнтів [2, 3]. Більшість лікарів вбачають профілактику ускладнень у методично правильному виконанні операції [4].

У зв'язку із проблемою частого пошкодження гортанних нервів при видаленні часток ЩЗ є суперечливі погляди з приводу інтраопераційного ставлення до них [2, 4]. Вважають, що доцільніше проводити операційне втручання зі збереженням заднього листка фасції ЩЗ у зоні розташування гортанних нервів (субфасціальна методика), однак, чимало ендокринних хірургів висловлюються за методичне виділення нерва та проведення операційного втручання за екстрафасціальним методом [3].

Іннервація щитоподібної залози забезпечується симпатичним та парасимпатичним відділами вегетативної нервової системи. У безпосередній близькості від залози знаходяться парні (верхні та нижні) гортанні нерви. Верхній гортанний нерв супроводжує верхню щитоподібну артерію. Внутрішня гілка нерва іннервує слизову оболонку гортані та надгортанника, зовнішня - перстне-щитоподібний м'яз бере участь у натягненні голосових зв'язок. Поворотний нерв іннервує м'язи гортані й голосові зв'язки. Його травмування під час операції призводить до порушення функції голосових зв'язок та гортані у цілому.

Відомо різні варіанти розташування поворотних гортанних нервів. Так, гортанний нерв лежить у трахеостравохідній борозні праворуч лише - у 64% та у 77% випадків - ліворуч [3, 4], зовні від трахеї - праворуч у 33%, ліворуч - у 22% випадків [4, 6]. Нерв розташований спереду та зовні від трахеї у 6% випадків праворуч, й у 4% - ліворуч. У 2% випадків праворуч та 1% ліворуч нерв йшов ззаду та зовні від стравоходу [3, 4]. У 50% випадків нерв проходив у товщі трахеощитоподібної зв'язки. Таке розташування свідчить про чималу ймовірність травмування нерва при натягуванні зв'язки під час операції.

Велике практичне значення має і топографія верхнього гортанного нерва. ВГН - одна із перших гілок X черепного нерва. Приблизно на 1,5 см нижче біфуркації сонної артерії він поділяється на 2 гілки: внутрішню та зовнішню. Остання опускається дорзолатерально до сонних артерій, перетинає їх медіально, прямуючи до гортані. С.Р.Серна та співавтори запропонували хірургічну класифікацію ЗГВГН, засновану на взаємовідносинах між нервом, верхніми щитоподібними судинами та краєм верхнього полюса частки ЩЗ, врахувавши потенційний ризик пошкодження нерва у ході тиреоїдектомії. Пошкодження рухової гілки верхнього гортанного нерва обумовлює зміну тембру голосу, знижує частоту основного тону та значно погіршує відтворення звуків високих тонів, порушується акт дихання, особливо - видих. Трохи вище проходить внутрішня гілка, яка також може бути травмована під час операції. У 15% хворих нерви супроводжують верхні щитоподібні судини, тому небезпечність їх пошкодження підвищується при перев'язуванні судин.

Бондаренко В.О. та співавтори проаналізували результати операцій на ЩЗ у 3603 хворих. I група - 560 пацієнтів, оперованих у 1981-1988 роках за методом О.В. Ніколаєва (без виділення гортанних нервів), II - 3043 хворих, оперованих у 1989-1998 роках із інтраопераційною візуалізацією гортанних нервів з одного або обох боків. У I групі пошкодження гортанних нервів виявлено у 39 (7,0%) осіб, із них двобічне - у 4; у II групі пошкодження були лише у 10 (0,3%) хворих. Отримані дані підтверджують необхідність інтраопераційної візуалізації гортанних нервів при операціях на ЩЗ. [2].

Для полегшення пошуку гортанних нервів застосовують різні методи візуалізації та ідентифікації поворотних гортанних нервів. Одним із них є візуальний контроль та визначення симптому "струни, що катається" - неінвазійний моніторинг гортанних нервів. Використовують також електростимуляцію для подразнення поворотного нерва, електроміографічний метод Randolph.

У багатьох випадках не можливо перевірити адекватне функціонування апаратного складу методу, а тому частота специфічних ускладнень у вигляді паралічу гортані після операційного втручання на ЩЗ залежить від досвіду

хірурга, його вправності, поширеності патологічного процесу та використання додаткових методів виявлення гортанних нервів.

Опрацювання методу інтраопераційної ідентифікації та моніторингу гортанних нервів з їх наступним виділенням та свідомим збереженням є не лише актуальним, важливим, але й нагальним завданням сучасної хірургії.

Матеріал і методи

Запропонований метод ідентифікації та моніторингу гортанних нервів полягає у подразненні тканин хірургічної рани змінним струмом фіксованої частоти - 400 Гц та напругою 75 мВ, для якого мало провідними є м'язова та інші тканини рани й високу провідність електричного струму мають нерви гортані. Скорочення м'язів гортані у відповідь на подразнення струмом змінює натяг голосових складок і просвіт голосової щілини, що викликає зміни шумових ефектів проходження повітря через голосову щілину при видиху. Отримані сигнали реєструються звуковим сенсором, встановленим у трубці ларингеальної маски із подальшим перетворенням їх у електричний сигнал. Амплітуда вихідного інформаційного сигналу характеризує наближення до гортанного нерва чи віддалення від нього електрода подразнення.

Обробка інформаційного сигналу вимагає використання програмного модуля, який включає фільтрацію, визначення максимальної амплітуди, частоти відфільтрованого сигналу для кожного інтраопераційного спостереження. Діапазони сигналів при інтраопераційній стимуляції нервів розділені залежно від відстані стимулюючого електрода до нерва. Базовим вважається сигнал, отриманий без стимуляції, діапазон його становить від 0,05 до 1,0 ОД ($M \pm m = 0,23 \pm 0,01$ ОД) за амплітудою та частотою від 1 до 20 кГц ($M \pm m = 10,71 \pm 0,2$ кГц). Наближення стимулюючого електрода до поворотного нерва на відстань 4-6 мм не змінює амплітуди сигналу, проте частота сигналу прямо пропорційно зростає при діапазоні від 3 до 21 кГц ($M \pm m = 11,3 \pm 0,02$ кГц). При подальшому наближенні активного електрода до нерва на відстань 2-3 мм зростають значення амплітуди сигналу в діапазоні від 0,1 до 1,1 ОД ($M \pm m = 0,36 \pm 0,057$ ОД) та частоти - від 7 до 22 кГц ($M \pm m = 14,44 \pm 0,16$ кГц). Під час стимуляції нервів показники сигналу були найвищими в усіх

випадках та мали діапазон амплітуди від 0,2 до 1,3 ОД ($M \pm m = 0,54 \pm 0,0014$ ОД) та частоти від 8 до 25 кГц ($M \pm m = 16,5 \pm 0,24$ кГц) (рис. 1).

При стимуляції верхніх гортанних нервів сигнал має характерну форму. Показники сигналу в усіх випадках по висоті становлять від 0,8 до 1,8 ОД та частотою від 16 до 39 кГц і є вдвічі вищими від базового сигналу.

Інтенсивність сигналу при наближенні стимулюючого електрода до нерва дає можливість інтраопераційно верифікувати нерв серед тканин рани.

Встановлено, що амплітуда та частота вихідного інформаційного сигналу безпосередньо залежать від відстані активного електрода до гортанного нерва, зростаючи із наближенням електрода до нерва, досягає свого піку при стимуляції нерва.

При обстеженні хворих гучність базового сигналу становила $N_{\min} = -91.76$ dB, $N_{\max} = -17.9$ dB, отже середня висота сигналу дорівнює $N_{\text{med}} = -32.99$

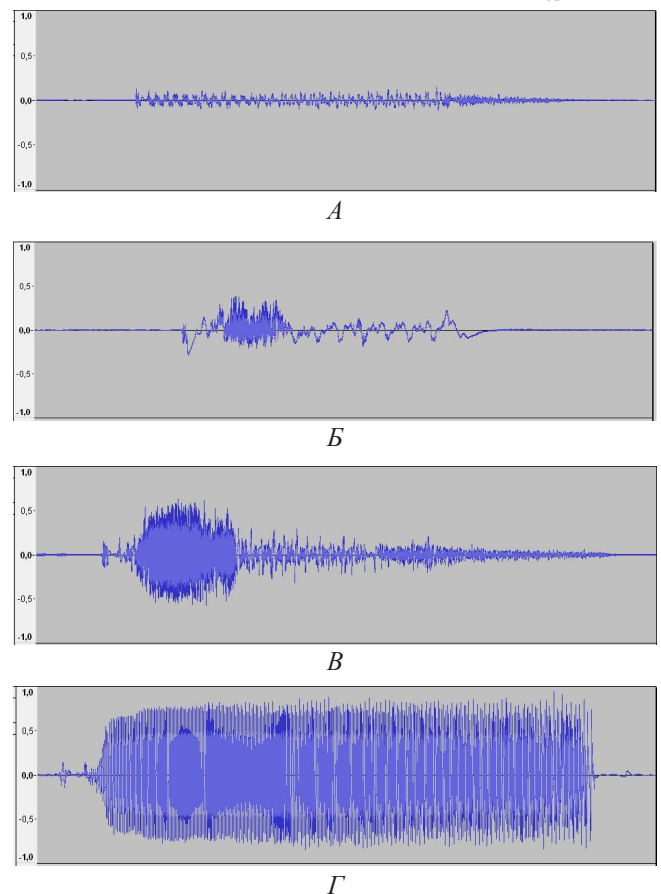
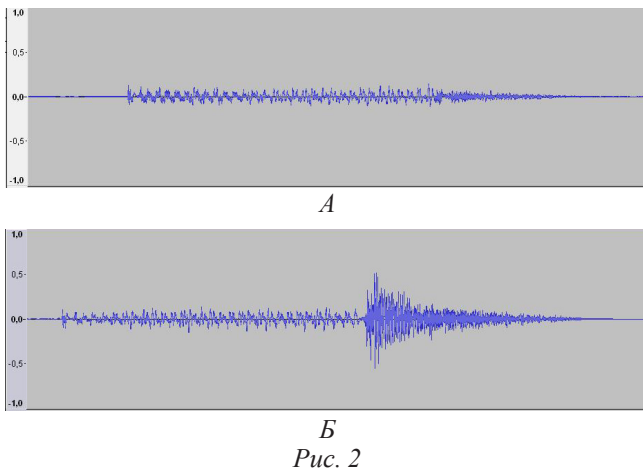


Рис. 1

A - сигнал без стимуляції (базовий); B - при стимуляції тканин рани на відстані 4 - 6 мм від нерва; V - при стимуляції тканин рани на відстані 2 - 3 мм від нерва; Г - при стимуляції нерва



Б
Рис. 2

Вигляд сигналу при стимуляції верхнього гортанного нерва. А - сигнал без стимуляції (базовий); Б - при стимуляції верхнього гортанного нерва

дВ. Гучність сигналу при стимуляції тканин рани на відстані 4-6 мм до поворотного нерва становила $N_{\min} = -88.72$ дВ, $N_{\max} = -8.92$ дВ, тобто середня висота сигналу - $N_{\text{med}} = -28.09$ дВ, що на - 4,9 дВ вище, ніж при базовому сигналі. Гучність сигналу при стимуляції тканин рани на відстані 2-3 мм до поворотного нерва становила $N_{\min} = -85.46$ дВ, $N_{\max} = -7.97$ дВ, середня висота сигналу - $N_{\text{med}} = -22.28$ дВ, що на - 10,71 дВ вище, ніж при базовому сигналі та на - 5,81 дВ вище, ніж при сигналі отриманому під час стимуляції тканин рани на відстані 4-6 мм до поворотного нерва. Гучність сигналу при стимуляції тканин поворотного нерва становила $N_{\min} = -83.67$ дВ, $N_{\max} = -6.62$ дВ, середня висота сигналу - $N_{\text{med}} = -16.65$ дВ, що на - 16,34 дВ вище, ніж при базовому та на - 5,63 дВ вище, ніж при сигналі, отриманому під час стимуляції тканин рани на відстані 2-3 мм до поворотного нерва. Щодо ідентифікації верхнього гортанного нерва, то гучність сигналу при стимуляції ВГН становила $N_{\min} = -86.28$ дВ, $N_{\max} = -8.61$ дВ, середня висота сигналу - $N_{\text{med}} = -23.75$ дВ, що на - 9,24 дВ вище, ніж при базовому сигналі.

Отже, можна стверджувати що кожен наступний сигнал має вищі показники гучності від базового та попереднього сигналу, при цьому сигнал, отриманий під час стимуляції поворотного нерва, має найвищу гучність. Така динаміка зміни сигналу характерна для усіх обстежених пацієнтів.

Результати й обговорення

У період від 2009 р. до 2014 р. обстежено 214 пацієнтів, у яких проведено операційні втручан-

ня з приводу дифузного токсичного зобу, вузлового зобу та пухлин щитоподібної залози. У всіх випадках спостерігався виражений компресійний синдром органів шії. Хворих поділено на дві групи: I група - 54 (25,2%) пацієнти, яким проведено верифікацію нервів під контролем ока. II група - 160 (74,8%) пацієнтів, яким інтраопераційно застосовано виявлення гортанних нервів за допомогою фонографічного методу. Таким чином, у пацієнтів I - групи ідентифіковано 76 нижніх гортанних нервів. Згідно із результатами у 1 (1,2%) хворого спостерігали однобічний параліч гортані після операційного втручання. У решти пацієнтів цієї групи патології голосових зв'язок не виявлено. Результати обстеження зводилися до позитивного або негативного. У пацієнта із однобічним парезом інтраопераційно отримано позитивний результат ідентифікації нерва. Значимо, що 6 негативних інтраопераційних результатів не знайшли підтвердження в подальших обстеженнях хворих. У пацієнтів II - групи ідентифіковано та проведено моніторинг 320 нижніх та 320 верхніх гортанних нервів. Завдяки опрацьованому методу електростимуляції тканин операційної рани встановлено місце знаходження 52 невидимих нервів, тобто поворотні нерви не було ідентифіковано, проте визначено ділянки їх проходження. У 80% пацієнтів I-ої групи ідентифіковано лише нижні гортанні нерви. У всіх хворих II-ої групи верифіковано нижні та верхні гортанні нерви. Пацієнти обох груп обстежувались ЛОР фахівцем перед та після операційного втручання.

Жодного випадку транзиторного або постійного парезу голосових зв'язок не зафіксовано при застосуванні опрацьованого методу, що підтверджено дослідженням ЛОР спеціаліста при огляді у післяопераційному періоді.

Висновок

Використання змінного струму із заданими параметрами для ідентифікації гортанних нервів не викликає рефрактерності та виснаження системи нейрон - м'яз. Амплітуда й частота отриманих сигналів залежать від відстані стимулюючого електрода до нерва, що дозволяє проводити безпомилковий пошук гортанних нервів та інтраопераційно підтвердити їх цілісність. Варто зазначити, що жодний із існуючих нині методів не

спрямований на ідентифікацію верхніх гортанних нервів, лише за допомогою запропонованого методу можливо ідентифікувати та проводити моніторинг ВГН. Опрацьований метод підтверджує цілісність нерва незалежно від ділянки стимуляції, на відміну від псевдо позитивних результатів інших методів.

Метод електростимуляції змінним струмом із інтраопераційною фонографією за опрацьованим методом рекомендовано до широкого використання у клінічних закладах та відділеннях, у яких проводять операційні втручання на щитоподібній та прищитоподібних залозах, що дозволить уникнути виникнення специфічних ускладнень у вигляді травм гортанних нервів.

Література

1. Aina EN, Hisham AN. External laryngeal nerve in thyroid surgery: is the nerve stimulator necessary? *Eur J Surg*. 2001 Sep;167(9):662-5.
2. Bondarenko V.O., Ermoloff A.S., Magomedov R.B. Preventing damage to laryngeal nerve during thyroid surgery. *Surgery*. 2001, № 1, pp. 63
3. Charles C. Higgins. Surgical anatomy of the recurrent laryngeal nerve with special reference to thyroid surgery. *Ann Surg*. 2012; June; 85(6): 827-838.
4. Cyril Page, Johann Peltier, Laurent Charlet, Maurice Laude and Vladimir Strunski. Superior approach to the inferior laryngeal nerve in thyroid surgery: anatomy, surgical technique and indications. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 2006, Volume 28, Number 6; 631-636
5. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K, Brauckhoff M, Machens A; German IONM Study Group. World J Surg. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. 2008 Jul;32(7):1358-66.
6. Gahlen J., Winklev S., Prost R.L. et al. Intraoperativs fluorecence visualization of the parathyroid gland in rats. *Endocrinology*. 2011 Nov. 142, 5031 - 5034.
7. Komisarenko IV, MY Bolgov Surgical treatment of thyroid tumors in children and adolescents in Ukraine after the Chernobyl accident . *Odessa med. m.*, 2009, № 4, P. 4-5.
8. Larin O.S., Pankiv V.I., Selivanenko M.I., Grachev A.A., Analysis of the endocrinology service in Ukraine in 2012 and prospects for the development of medical care for patients with endocrine disorders. *Ukrainian Scientific and Practical Center of Endocrine Surgery, Transplantation of endocrine organs and tissues of Ukrainian Ministry of Health. Ukraine, Kyiv, Mezhdunarodnyj endokrynolohycheskyy magazine number 3 (35)*, 2012.
9. Loch-Wilkinson TJ, Stalberg PL, Sibhu SB, Sywak MS, Wilkinson JF and Delbridge DW. Nerve stimulation in thyroid surgery: is it really useful? *ANZ Journal of Surgery* 2008; 77 (5): 377-380.
10. Nitin A., Pagedar, Jeremy L Freeman. Identification of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy. *Archives of otolaryngologyhead neck surgery (2009) Volume: 135, Issue: 4, Pages: 360-362. PubMed ID: 19380357. Available from www.ncbi.nlm.nih.gov*
11. M.Hermann, MD, C. Hellebart, MD, and M.I Freissmuth, MD. Neuromonitoring in Thyroid Surgery, Prospective Evaluation of Intraoperative Electrophysiological Responses for the Prediction of Recurrent Laryngeal Nerve Injury. *Ann Surg*. 2004 July; 240(1): 9-17. DOI: 10.1097 / 01.sla.0000132260.34503.02 PMID: PMC1356368
12. Randolph Gregory W. et al. Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: International standards guideline statement. *The Laryngoscope*, Volume 121, Issue Supplement S1, January 2011 p. S1-S16.
13. Romanchishen A.F. Details of equipment, reduces the frequency of specific complications in thyroid surgery. *Modern aspects of surgical endocrinology. Chelyabinsk, 2012; Pp 370-37314.*
14. Tsu-Hui (Hubert) Low, Antony Clifford. Non-Recurrent Laryngeal Nerve and Aberrant Vasculature. *IBIMA Publishing, International Journal of Case Reports in Medicine* , <http://www.ibimapublishing.com/journals/IJCRM/ijcrm.html> Vol. 2013 (2013), Article ID 224147, 4 pages. DOI: 10.5171/2013.224147.