

Розновський Я. Р.,

аспірант кафедри загальної хірургії

ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського»

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ГОРТАННИХ НЕРВІВ СЕРЕД ТКАНИН ОПЕРАЦІЙНОЇ РАНИ

Анотація. Аналіз стану сучасної тиреоїдної хірургії в Україні доводить доцільність впровадження інтраопераційної достовірної ідентифікації нервів гортані з їх наступним виділенням і збереженням. Розробленню та впровадженню методики виявлення гортанних нервів під час хірургічних втручань на щитоподібній залозі із метою профілактики їх травмування присвячена ця стаття.

Ключові слова: поворотний нерв, щитоподібна залоза, гортанні нерви, ларингеальна маска, парези гортані, тиреоїдектомія, електростимуляція.

Постановка проблеми. Згідно з найновішими дослідженнями світових та вітчизняних медичних центрів кількість захворювань на вузловий зоб невинно зростає. В Україні первинна захворюваність на дифузний зоб першого ступеня становила в 2011 р. – 205,7 випадків на 100 тис. населення, в 2012 р. – 355,6 на 100 тис. населення, зростає захворюваність і на вузловий зоб: 43,4 випадки проти 37,9 на 100 тис. населення [1; 2]. У лікуванні застосовуються терапевтичні, хірургічні та малоінвазивні методи. Хірургічне втручання є єдиним методом лікування хворих зі встановленим діагнозом раку щитоподібної залози, при вузлових утвореннях з автономізацією вузлів та компресійним синдромом.

Під час оперативних втручань на щитоподібній залозі виникають специфічні ускладнення, пошкодження гортанних нервів із порушенням фонаторної функції та гіпаратиреоз.

Однорічне ушкодження верхнього або нижнього гортанних нервів супроводжується порушенням голосу, що може стати причиною інвалідності та погіршення якості життя пацієнта.

Існуючі на сьогодні методи верифікації гортанних нервів під час операцій на щитоподібній залозі не є достатньо точними [6; 7].

Щоб полегшити пошук гортанних нервів, ідентифікувати нерв серед тканин операційної рани, підтвердити його цілісність, провідність після завершення оперативного втручання або на його етапі застосовують суб'єктивні й об'єктивні методи ідентифікації та моніторингу: забарвлення нерва, візуальний контроль, визначення симптому «струни, що катається», електронейромоніторинг.

Візуалізація нерва під контролем ока на протязі – це найпростіший метод, проте потребує високого рівня майстерності та досвіду хірурга, й більшість авторів єдині в думці, що візуалізація не дає гарантії відсутності післяопераційного порушення провідності у тканині нерва [7].

Як допоміжний метод візуалізації поворотного нерва застосовують забарвлення нервової тканини розчином

метиленового синього. Методика ґрунтується на принципі тропності нервової тканини до барвника. Технологією застосування передбачено введення в операційну рану розчину барвника на короткий час, надлишок фарби із рани вимивається антисептиком. Метод лише полегшує візуалізацію поворотних нервів і не підтверджує їх цілісність.

Пряму або непрямую ларингоскопію теж не можна віднести до методів ідентифікації, вона виконується після завершення оперативного втручання чи одного з його етапів [3; 4].

Найпростіший метод моніторингу – інтраопераційна пальпація гортані зі стимуляцією поворотного нерва, тобто після подразнення нерва струмом скорочення м'язів відчуються пальцем. Метод був введений лікарем Riddoll у 1978 р. Згідно з дослідженнями, методика достатньо чутлива, але її використання обмежене випадками, коли не можливо пропальпувати гортань під час операції. У 15% пацієнтів відповіді на стимуляцію нерва цілком відсутні [7].

Опосередкованим методом верифікації гортанних нервів є реєстрація електромагнітного поля скорочених м'язів гортані у відповідь на електростимуляцію. Метод не є інвазивним, однак потребує спеціального обладнання і може бути застосований лише після закінчення певного з етапів операції. Тут варто зазначити, що маса м'язової тканини гортані дуже мала, і точно зафіксувати електромагнітне поле вдається надто рідко [6].

Не особливо популярним методом є безпосередній моніторинг рухів голосових зв'язок за допомогою зміни тиску в балоні, що стоїть на рівні голосових зв'язок. На результати моніторингу можуть впливати ряд факторів: зміщення чи технічні труднощі під час прикріплення ендотрахеальної трубки; неточні показники тиску балона, що залежать від стану стінок гортані тощо. За великих розмірів щитоподібної залози, стисканні чи зміщенні органів шийі неможливо провести адекватний моніторинг [5]. Достовірність методики становить близько 62% [у 16 пацієнтів].

Метод моніторингу нерва, розроблений Basmajian у 1962 р., полягає у введенні внутрішньом'язових електродів в голосові зв'язки через перстнещитоподібну мембрану (зовні через всю передню стінку шийі) або ендоскопічно (через ротову порожнину за допомогою спеціальних інструментів). Сигнали з електродів знімаються спеціальним апаратом – електроміографом, вказуючи на рухомість та змикання голосових зв'язок у відповідь на стимуляцію. Однією з переваг методу є те, що електроди можуть перебувати під постійним візуальним контролем та будь-яке зміщення електрода можна визначити під час операції. Але й тут є чимало недоліків: голкоподібні електроди пра-

цюють в односторонньому порядку та потребують повторної установки для кожного боку окремо, створюючи технічні складнощі під час виконання; часто трапляються пошкодження перстнещитоподібної мембрани, слизової оболонки гортані, трахеї, голосових зв'язок; можливий розвиток післяопераційної гематоми гортані [4].

Неінвазивний моніторинг поворотного нерва є ідентичний попередньому, проте розроблений із метою виключити всі недоліки базової методики. Уперше його застосував та описав Devis 1979 р. Метод полягає в інтраопераційній стимуляції гортанних нервів імпульсним електричним струмом низької сили (0.5-1 мА). Електричний струм подразнює гортанні нерви, спонукаючи до скорочення м'язів гортані та послідовного руху голосових зв'язок. Реакція голосових зв'язок фіксується двома парами електродів, закріплених на інтубаційній ендотрахеальній трубці. Зміна електричного опору на електродах сприймається комп'ютерним блоком, виводиться на монітор у вигляді осциляцій і дублюється звуковим сигналом. Незважаючи на позитивні результати, метод не дає змогу моніторувати верхні гортанні нерви [2].

Чимало методик для стимуляції використовують біполярні електроди, які, стимулюючи кілька точок проходження нерва, можуть помилково вказувати на його цілісність. Перед тим, як ствердити негативний результат, хірургу необхідно візуально підтвердити наявність гортанного нерва та реакцію гортані на стимуляцію. Жоден з авторів не наводить абсолютного інваріанту для всіх пацієнтів із позитивним результатом [7].

Таким чином, відомі методи моніторингу нервів гортані, які стосуються лише поворотних нервів, не є цілком точними і, найголовніше, не дозволяють ідентифікувати нервову тканину серед тканин операційної рани. Деякі з них, зокрема, метод електроміографії, ларингоскопії та метод Devis – технічно складні, вимагають використання спеціальної апаратури та додаткового медичного персоналу. Найбільш вживаний метод Randolph теж має багато негативних проявів, які суттєво впливають на оцінку отриманих результатів. Близько 23% негативних, неправдивих сигналів пов'язані з технічними складнощами розміщення ендотрахеальної трубки або змінами її положення під час операції. Така ситуація щоразу потребує перевірки розміщення ендотрахеальної трубки й електродів за відсутності сигналу відповіді. Метод дає хибні результати через контакт електродів зі слизовою оболонкою гортані та трахеї, що нерідко спостерігається при значному збільшенні залози і зміщенні органів ший та середостіння. По-трапляння слизу чи інших виділень на електроди теж є причиною неправдивих результатів. Застосування цієї методики вимагає постійного контролю положення та стану ендотрахеальної трубки. Підтвердити чи заперечити дані моніторингу можливо лише в післяопераційний період за допомогою ларингоскопії та порівняльної фонографії.

Згідно з даними G.W. Randolph 2011 [5] ефективність різних методів інтраопераційного моніторингу гортанних нервів коливається від 65 до 90% через проблеми, які пов'язані з апаратурою стимулятора, контакту з електропровідними середовищами організму і, як наслідок, зміни сили струму стимуляції нерва. Перешкодами для отримання точних результатів є нервово-м'язова блокада, раннє припинення стимуляції сегмента нерва у зв'язку з

наявністю артефактів, рефрактерність м'язів після первинної стимуляції, тощо [5].

Для пацієнтів, яким проводили ідентифікацію та моніторинг нервів гортані, застосовуючи вищеописані методики, є актуальним питання стандартів анестезії. Головна умова – необхідність застосування анестезіологом препаратів, що не впливають на передачу нервових імпульсів з нервів на м'язи (міорелаксантів тривалої дії). Зазначимо, що в більшості методик використовується ендотрахеальна трубка.

Ендотрахеальна трубка дає можливість ведення дихальної підтримки за допомогою штучної вентиляції легень (ШВЛ), попереджує аспірацію та регургітацію шлункового вмісту в дихальні шляхи, забезпечує кероване дихання. Не менш важливим є створення ендотрахеальною трубкою каркасу для трахеї, що під час оперативного втручання дозволяє вільно працювати на щитоподібній залозі.

Однак під час застосування ендотрахеальної трубки подразнюється слизова оболонка трахеї, гортані, голосових зв'язок, що призводить до появи запальних ускладнень (ларингіт, трахеїт, запалення голосових зв'язок). Під час введення та виведення ендотрахеальної трубки часто спостерігаються бронхоспазми, подразнення нервових сплетень трахеї, через які виникає рефлекторна гіпотензія.

Усі ці фактори і спричинили появу в літературі згадок про застосування ларингеальної маски як дихальної підтримки під час операцій на щитоподібній залозі.

Варто наголосити, що в Україні не знайдено жодних даних про застосування ларингеальної маски під час операцій на щитоподібній залозі. Порівняно з «класичними» методами забезпечення прохідності дихальних шляхів ларингеальна маска має ряд переваг, а саме: відсутність гемодинамічної відповіді на введення та виведення маски, відсутність травм гортані та трахеї під час її застосування та, як наслідок, нівелювання запальних ускладнень по відношенню до ендотрахеальної трубки.

Враховуючи особливості нервової системи, використання стимуляції нервової тканини за допомогою імпульсного режиму постійного струму не відповідає фізіології живого організму.

Проведені електрофізіологічні дослідження довели, що існує різниця потенціалів нервової та інших тканин у стані спокою, яка зумовлює вибірковість дії змінного струму певної частоти на різні тканини. Процес затухання електричного імпульсу у тканинах рани проходить значно швидше, ніж у волокнах нервової тканини за рахунок більшого електрорушійного потенціалу м'язової тканини. Таким чином, змінний струм є оптимальним для провідності по нервовій тканині та синапсах, між аксоном і м'язовими волокнами. Змінний струм певної частоти має мінімальну дію на рефрактерність системи нейрон-м'яз. Ці обставини зумовлюють вибіркочутливість нервової тканини до дії струму із заданими параметрами.

Для стимуляції тканин хірургічної рани обрано змінний струм із фіксованими характеристиками, за яких не наступає перевага м'язів гортані.

Існуючі методи моніторингу гортанних нервів із використанням ендотрахеальної трубки не є цілком точними, потребують великої кількості передумов, мають великий відсоток неправдиво позитивних результатів, не дають змоги ідентифікувати та проводити моніторинг верхніх гортанних нервів.

Мета роботи – розробити високоефективний метод інтраопераційної ідентифікації та моніторингу нервів гортані.

Матеріали та методи дослідження. Обстежено 115 пацієнтів, оперованих із приводу патології щитоподіб-

ної залози, їх розділено на дві групи: I група – 65 хворих, щодо яких використовувався метод інтраопераційного моніторингу гортанних нервів, II група – 50 пацієнтів, яким проводили візуальний контроль нервів гортані.

Таблиця 1

Патологія щитоподібної залози та методу ідентифікації гортанних нервів

Застосовува- ний метод	Вік пацієнтів	Вид оперативного втручання				Всього
		Гемитиреоїдектомія N=		Тиреоїдектомія N=		
		чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	
І група	21–30	-	4	-	3	7
	31–40	-	5	-	6	11
	41–50	5	8	2	9	24
	51–60	1	6	1	7	15
	61 і старші	-	4	-	4	8
	Всього N=	6	27	3	29	65
ІІ група	21–30	-	3	-	4	7
	31–40	1	6	-	5	12
	41–50	3	4	1	7	15
	51–60	1	4	1	5	11
	61 і старше	-	2	1	2	5
	Всього N=	5	19	3	23	50
Всього		11	46	6	52	115

Серед пацієнтів I групи ідентифіковано 194 гортанних нерви, з них: 97 поворотних і 97 верхніх гортанних нервів. Серед пацієнтів II групи – 76 поворотних нервів, з них при тиреоїдектомії – 52 нерви та 24 – при гемитиреоїдектомії.

Запропонований метод ідентифікації та моніторингу гортанних нервів, полягає у подразненні тканин хірургічної рани змінним струмом фіксованої частоти, для якого мало провідними є м'язова та інші тканини рани і висока провідність електричного сигналу нервами гортані. Стимуляція гортанних нервів призводить до скорочення м'язів гортані у вигляді короткотривалого тетанусу м'язів гортані, поштовху до скорочення гортані та натягу голосових зв'язок. Сукупність даних реактивних процесів спонукає до зміни площі голосової щілини та звукових ефектів, які виникають під час проходження повітря через неї. Фоначія фіксується звуковим сенсором, встановленим у трубці ларингеальної маски, із подальшим перетворенням її в електричний струм, а далі через блок перетворювача виводиться у вигляді графіка на екран комп'ютера та супроводжується звуковим відтворенням.

Для ідентифікації гортанних нервів у хірургічній рані використано засоби обробки інформаційного сигналу, структурна схема яких зображена на рисунку 1.1. Для обробки інформаційного сигналу використано програмний модуль обробки сигналу, який включає фільтрацію, визначення максимальної амплітуди, частоти відфільтрованого сигналу для кожного інтраопераційного спостереження та запис отриманих даних.

Ілюстрацію запропонованого способу зображено на рисунку 1.1.



Рис. 1.1. Структурна схема засобів опрацювання інформаційного сигналу

Спосіб ідентифікації гортанних нервів здійснюється у послідовності, котра схематично зображено на рисунку 1.2.

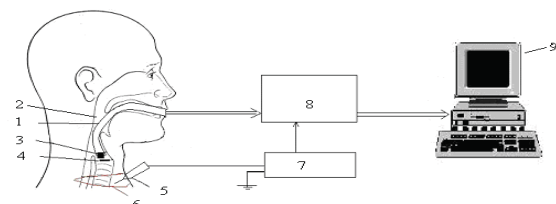


Рис. 1.2. Схема отримання інформаційного сигналу для ідентифікації гортанного нерва

Ілюстрацію запропонованого способу зображено на рисунку 1.2, де: 1 – трубка ларингеальної маски, 2 – глотка, 3 – сенсор звукових коливань, 4 – голосові зв'язки, 5 – шуп для зондування тканин у хірургічній рані, 6 – операційне поле, 7 – генератор змінного струму, 8 –

фільтр-підсилювач звукового сигналу, 9 – комп'ютер із програмним забезпеченням.

Методика виконання ідентифікації та моніторингу. Пацієнт перебуває у положенні на спині, лікарем-анестезіологом проводиться типовий наркоз із використанням ларингеальної маски. У правий дельтоподібний м'яз пацієнта під'єднується пасивний електрод, у межах операційної рани застосовується активний електрод. Активний і пасивний електроди приєднуються до генератора змінного струму.

Далі проводиться доступ по Кохеру, при досягненні нижніх полюсів обох часток щитоподібної залози застосовується інструментальна верифікація поворотного нерва шляхом подразнення тканин рани активним електродом. Ідентифікувавши та візуалізувавши нерв, хірург продовжує оперативне втручання, періодично моніторуючи провідність поворотного нерва. Перед мобілізацією верхніх полюсів обох часток проводиться ідентифікація верхніх гортанних нервів шляхом стимуляції тканин операційної рани, виконується типова гемі- або тиреоїдектомія з постійним моніторингом цілісності гортанних нервів.

Результати дослідження та їх обговорення. У пацієнтів I групи успішно ідентифіковано та моніторовано 194 нерви гортані (97 поворотних нервів та 97 верхніх гортанних нервів). Проведені дослідження показали, що амплітуда та частота вихідного інформаційного сигналу безпосередньо залежить від відстані активного електрода до нерва гортані, досягаючи свого піку під час стимуляції тканини нерва.

У всіх випадках застосовувались одні і ті ж налаштування параметрів стимуляції та фонографії. Діапазони сигналів за інтраопераційної стимуляції нервів були розділені залежно від відстані стимулюючого електрода до нерва. Сигнал, отриманий без стимуляції, вважається базовим, діапазон його становить від 0,05 до 1,0 ОД ($M \pm m = 0,23 \pm 0,01$ ОД) по висоті та частотою в діапазоні 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 висоти сигналу не змінює, проте значення частоти сигналу прямо пропорційно зростає відносно до діапазону 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 зростає значення висоти сигналу діапазоном від 0,1 до 1,1 ОД ($M \pm m = 0,36 \pm 0,057$ ОД) та частота – 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 і мали діапазон висоти 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).

Об'єктивізація даних змін представлена на рисунку 1.3.

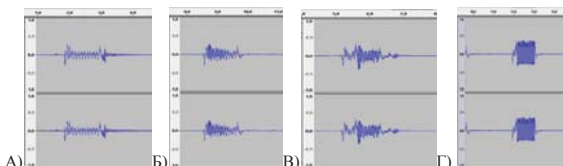


Рис. 1.3

А – сигнал без стимуляції (базовий); Б – при стимуляції тканин рани на відстані 4-6 мм від нерва; В – при стимуляції тканин рани на відстані 2-3 мм від нерва; Г – при стимуляції нерва.

Наведені приклади та показники відносяться до стимуляції поворотних нервів.

При стимуляції верхніх гортанних нервів сигнал мав наступний вигляд:

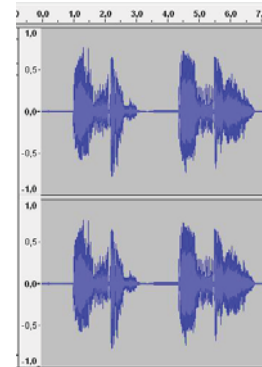


Рис. 1.4

До групи II належать 50 хворих, яким інтраопераційно застосовувалась методика ідентифікації та моніторингу виділення поворотного нерва під контролем ока на протязі. Ідентифіковано 76 нервів. Усі пацієнти обох груп обстежувались ЛОР-фахівцем до та після оперативного втручання. Згідно з результатами, після оперативного втручання в 1 (1,19%) пацієнта II групи спостерігався односторонній параліч гортані. У решти пацієнтів цієї групи патології голосових зв'язок не виявлено. Результати обстеження зводились до позитивного чи негативного. У пацієнта з одностороннім парезом інтраопераційно отримано позитивний результат ідентифікації нерва. Зазначимо, що 6 негативних інтраопераційних результатів не знайшли підтвердження в подальших обстеженнях пацієнтів.

Жодного випадку транзиторного чи постійного парезу голосових зв'язок не зафіксовано у пацієнтів I групи під час застосування розробленого методу, що підтверджено дослідженням ЛОР спеціаліста.

Висновки.

1. Використання змінного струму із заданими параметрами для ідентифікації гортанних нервів не викликає рефрактерності та виснаження системи нейрон-м'яз.
2. Амплітуда й частота отриманих сигналів залежать від відстані стимулюючого електрода до нерва, що дозволяє проводити безпомилковий пошук гортанних нервів.
3. Розроблена методика дозволяє безпомилково ідентифікувати гортанні нерви та інтраопераційно підтвердити їх цілісність.
4. Лише запропонована методика дозволяє ідентифікувати та підтвердити провідність верхніх гортанних нервів.

Література:

1. Ларін О.С., Паньків В.І., Селіваненко М.І., Грачова О.О. Аналіз діяльності ендокринологічної служби України у 2012 році та перспективи розвитку медичної допомоги хворим з ендокринною патологією / Український науково-практичний центр ендокринної хірургії, трансплантації ендокринних органів і тканин МОЗ України, м. Київ // *Міжнародний ендокринологічний журнал*. – 2012. – № 3 (35).
2. Тронько М.Д., Пастер І.П., Олійник В.А., Шпак В.М. та співавтори. Спільний науковий Українсько-Американський тиреоїдний проект. III. Клініко-епідеміологічна характеристика результатів першого скринінгового обстеження учасників проекту // *Ендокринологія*. – 2010. – Т. 15. – № 1. – С. 4-19.

3. Романчишен А.Ф. Детали техники, снижающие частоту специфических осложнений при операциях на щитовидной железе // Современные аспекты хирургической эндокринологии. – Челябинск, 2000. – С. 370–373.
4. Scheuller M.C., Ellison D. Laryngeal mask anesthesia with intraoperative laryngoscopy for identification of the recurrent laryngeal nerve during thyroidectomy // *Laryngoscope*. – 2002. – Sep. – № 112 (9). – E. 1594-7.
5. Randolph Gregory W. et al. Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: International standards guideline statement // *The Laryngoscope*. – 2011. – January. – Volume 121. – Issue Supplement S1, P. S1–S16.
6. Moroni E., Jonas J., Cavallaro A., Sapienza P., Bahr R. Intraoperative neuro-monitoring of the recurrent laryngeal nerve // *Experience of 1000*.
7. Loch-Wilkinson T.J., Stalberg P.L., Sidhu S.B., Sywak M.S., Wilkinson J.F., Delbridge L.W. Nerve stimulation in thyroid surgery: is it really useful? // *ANZ J Surg*. – 2007. – May. – № 77 (5). – E. 377-80.

Розновский Я. Р. Идентификация нервов гортани среди тканей операционной раны

Аннотация. Анализ современной тиреоидной хирургии в Украине доказывает целесообразность внедрения интраоперационной достоверной идентификации

нервов гортани с их последующим выделением и сохранением. Разработке и внедрению методики выявления гортанных нервов при хирургических вмешательствах на щитовидной железе с целью профилактики их травмирования посвящена данная статья.

Ключевые слова: возвратный нерв, щитовидная железа, гортанные нервы, ларингеальная маска, парезы гортани, тиреоидэктомия, электростимуляция.

Roznowski Y. Identification of laryngeal nerves in surgical wound

Summary. Analysis of modern thyroid surgery in Ukraine justifies the necessity to introduce a reliable method connected with the intraoperative identification of laryngeal nerves, their subsequent allocation and conservation. This article deals with the development and implementation of the method that allows to detect laryngeal nerves and to prevent them from being injured during the operation on thyroid gland.

Key words: recurrent nerve, thyroid gland, laryngeal nerves, laryngeal mask, laryngeal paresis, thyroidectomy, electrostimulation.