

Роль інтраопераційного нейромоніторингу у профілактиці ушкодження зворотного гортанного нерва під час тиреоїдектомії

Р. С. Парфентьев, М. О. Шалашний, В. В. Слепов, В. В. Грубник

Одеський національний медичний університет

Реферат

Мета. Оцінити вплив інтраопераційного нейромоніторингу на ідентифікацію зворотного гортанного нерва і частоту його післяопераційного парезу/паралічу.

Матеріали і методи. Проаналізовано дані 100 пацієнтів: 50 оперовано з використанням інтраопераційного нейромоніторингу, 50 – з використанням візуальної ідентифікації зворотного гортанного нерва. Функцію зворотного гортанного нерва оцінювали ларингоскопічно; порушення рухомості нерва вважали транзиторним, якщо відновлення тривало менше 6 міс.

Результати. Двобічної ідентифікації зворотного гортанного нерва досягнуто у 100% пацієнтів, у яких використовували інтраопераційний нейромоніторинг, та у 74% пацієнтів, у яких використовували візуальну ідентифікацію ($p < 0,001$). Транзиторний парез/параліч нерва виник у 8 та 16% пацієнтів відповідно. У пацієнтів, у яких використовували інтраопераційний нейромоніторинг, постійного парезу не зафіксовано, тоді як 6% пацієнтів, у яких використовували візуальну ідентифікацію, виник перманентний парез, а у 1 пацієнта відмічено двобічний параліч з потребою виконання трахеостомії.

Висновки. Інтраопераційний нейромоніторинг під час тиреоїдектомії покращує ідентифікацію зворотного гортанного нерва і асоціюється з нижчою частотою післяопераційних ускладнень, зокрема уможлиблює уникнення постійного парезу та потенційне попередження двобічного ушкодження нерва.

Ключові слова: інтраопераційний нейромоніторинг; тиреоїдектомія; якість життя; ендокринна хірургія.

Тиреоїдектомія належить до найбільш поширених операцій в ендокринній хірургії. Один із ключових чинників, що впливають на якість життя пацієнтів після операції, збереження функції зворотного гортанного нерва (ЗГН), ушкодження якого призводить до охриплості, втоми голосу, аспіраційних явищ та соціальної дезадаптації. Двобічний параліч голосових складок потенційно загрозливе для дихання ускладнення і може потребувати екстрених заходів для забезпечення прохідності дихальних шляхів.

Візуальну ідентифікацію та атравматичну дисекцію ЗГН вважають «золотим стандартом» профілактики ускладнень. Однак анатомічна варіабельність, виражені запальні зміни при тиреотоксикозі, значний об'єм зоба, інвазивний ріст пухлини або фіброз ускладнюють пошук нерва, підвищуючи ризик його ушкодження. Інтраопераційний нейромоніторинг (ІОНМ) запропоновано як допоміжний інструмент. Його поєднання з візуальною ідентифікацією дозволяє функціонально підтвердити нерв, локалізувати його у складних умовах і виявити втрату сигналу для корекції хірургічної тактики [1, 2].

Питання рутинного застосування ІОНМ дискусійне. Згідно з даними рандомізованих досліджень та їх метааналізів не завжди у разі використання ІОНМ статистично значущо знижується частота ушкодження ЗГН [3, 4]. Водночас дані великих метааналізів, досліджень груп пацієнтів високого ризику та реєстрових аналізів свідчать про потенційну користь ІОНМ, особливо при двобічних втручаннях, операціях з приводу злоякісних новоутво-

рень, повторних втручаннях та тиреотоксикозі [5 – 7].

Мета дослідження: оцінити вплив ІОНМ на ідентифікацію ЗГН і частоту його післяопераційного парезу/паралічу.

Матеріали і методи дослідження

Проведено аналіз даних 100 послідовних пацієнтів, яким виконано тиреоїдектомію з приводу різних захворювань щитоподібної залози. Пацієнтів розподілено на дві групи: основну – 50 пацієнтів, яким виконана тиреоїдектомія з використанням ІОНМ, та контрольну – 50 пацієнтів, яким виконана тиреоїдектомія з візуальною ідентифікацією ЗГН без ІОНМ. Дослідження має квазіекспериментальний дизайн «до/після» з історичним (неодночасним) контролем. На нову методiku виконання операцій на щитоподібній залозі перейшли в день X. Після цієї дати проводили проспективний послідовний (суцільний) набір пацієнтів. В основну групу включили 50 пацієнтів посліп без пропусків, яким виконано операції на щитоподібній залозі з використанням ІОНМ. Контрольну групу сформовано ретроспективно з урахуванням даних медичної документації: починаючи від дня X у зворотному хронологічному порядку відібрано 50 пацієнтів посліп без пропусків, яким операції на щитоподібній залозі виконували за стандартною методикою, що застосовувалася до впровадження ІОНМ. Таким чином, у дослідження включено 100 пацієнтів (50 – «після» та 50 – «до»), набраних у близькому часовому проміжку (менше ніж два роки), що зменшує вплив зовнішніх часових чинників.

В обох групах візуальна ідентифікація ЗГН була обов'язковою. В основній групі ІОНМ використовували як допоміжний метод для картування, підтвердження нерва та контролю його функціональної цілісності. Первинною кінцевою точкою була частота повної двобічної ідентифікації ЗГН. Вторинні кінцеві точки включали частоту транзиторного та постійного парезу/паралічу, двобічного ураження та потребу у трахеостомії. Категоріальні дані представлено у вигляді абсолютних значень та відсотків; показники частоти порівнювали за критерієм χ^2 або точним критерієм Фішера залежно від очікуваного показника частоти. Відмінності вважали статистично значущими, якщо рівень p був менше 0,05.

Повною двобічною ідентифікацією ЗГН вважали його візуальне виділення з обох боків із простеженням до входу в гортань; в основній групі візуальну ідентифікацію додатково підтверджували стимуляцією з реєстрацією відтвореної електроміографічної відповіді (ЕМГ–відповіді) гортані. Події парезу/паралічу аналізували на рівні пацієнта (наявність ураження принаймні з одного боку). Аналізували знеособлені дані. Усі пацієнти надали інформовану згоду на виконання оперативного втручання; додаткових втручань поза стандартом лікування не виконували. Критеріями виключення пацієнтів із дослідження були низькодиференційований та медулярний рак щитоподібної залози, а також доопераційний однібочний парез/параліч голосової складки за даними ларингоскопії.

Усім пацієнтам проводили стандартне передопераційне обстеження відповідно до клінічної ситуації (оцінка гормонального профілю, ультразвукове дослідження, за показаннями – тонкоголова аспіраційна біопсія). Передопераційну ларингоскопію виконували для виключення наявності дисфункції гортані.

З огляду на те, що перебіг прихованої доопераційної дисфункції голосових складок можливий без виражених голосових скарг, ларингоскопічна верифікація їх вихідної рухомості важлива для коректної інтерпретації післяопераційних змін і результатів ІОНМ. Доопераційне обстеження гортані рекомендовано профільними консенсусами, особливо за наявності підозри на злоякісний процес, при рецидивних втручаннях, великому зобі або наявності дисфонії [8 – 10].

Оперативне втручання виконували під загальною анестезією через коміркоподібний шийний доступ (за Кохером). Пацієнта укладали на спину з помірним розгинанням шиї (валик під плечі), голову фіксували у середньому положенні. Виконували поперечний розріз у природній складці шиї з формуванням підплатизменних клаптів до рівня перснеподібного хряща краніально та яремної вирізки каудально. Білу лінію шиї розсікали по середній лінії; під'язикові м'язи розводили/відводили латерально, у разі великого зоба – частково перетинали. Частку починали мобілізувати з виділення латеральної поверхні та перев'язки (кліпування) судин, включно із середньою щитоподібною веною (за наявності). Судини верхнього полюса лігували максимально близько до капсули щитопо-

дібною залози для зниження ризику ушкодження зовнішньої гілки верхнього гортанного нерва. Прищитоподібні залози ідентифікували та зберігали з максимальною васкуляризацією; за наявності підозри на деваскуляризацію виконували аутоотрансплантацію.

ЗГН ідентифікували переважно після мобілізації верхнього полюса, спускаючись нижче, вздовж трахеостравохідної борозни, з пошуком місця входу нерва в гортань, потім у зворотному (ретроградно) напрямку відстежували його хід. Критичними вважали зону, де нерв часто перехрещує нижню щитоподібну артерію, та ділянку зв'язки Беррі, де нерв прилягає найближче до капсули та вразливий до тракційного й термічного ушкодження. Дисекцію виконували тупо–гостро з мінімізацією тракції частки; енергетичні інструменти застосовували на безпечній відстані від нерва.

В основній групі перед остаточним виділенням нерва виконували картування – стимуляцію тканин у зоні очікуваного проходження ЗГН з реєстрацією ЕМГ–відповіді, що дозволяло уточнити топографію нерва за наявності фіброзу, запалення або зміненої анатомії [1, 11].

Після видалення щитоподібної залози контролювали гемостаз, виконували ревізію ложа та оцінювали життєздатність прищитоподібних залоз. Рану зашивали пошарово, попередньо встановивши дренаж.

В основній групі використовували переміжний ІОНМ: інтубацію виконували ендотрахеальною трубкою з поверхневими електродами для реєстрації ЕМГ–відповіді (C2 Nerve Monitor, Inomed®) м'язів гортані. Перед початком дисекції перевіряли коректність позиціонування трубки (контакт електродів із голосовими складками). Під час операції стимулювали підозрювані нервові структури та ідентифікований ЗГН нервово–м'язовим стимулятором з оцінкою ЕМГ–відповіді. Візуальну ідентифікацію ЗГН виконували в обох групах як базовий етап безпечної дисекції. Загальний порядок дисекції був таким, як у контрольній групі.

Моніторинг виконували за стандартизованим протоколом (V1–R1–R2–V2), рекомендованим International Neural Monitoring Study Group: до початку дисекції фіксували вихідну відповідь при стимуляції блукаючого нерва (V1), після первинної ідентифікації – відповідь ЗГН (R1), після завершення дисекції – контрольну відповідь ЗГН (R2) та відповідь на повторну стимуляцію блукаючого нерва (V2) [1, 2, 12, 13]. За потреби використовували стимуляцію для картування та локалізації нерва у зоні його очікуваного проходження. Стимуляцію виконували ручним зондом короткими імпульсами; типові параметри такі: 1–2 мА, тривалість імпульсу близько 100 мкс, частота 4 Гц. Для коректної ідентифікації/оцінки провідності прийнятною вважали відтворену ЕМГ–відповідь з амплітудою ≥ 100 мкВ за умови стабільного контакту електродів [1, 11].

Втратою сигналу вважали невідтворену ЕМГ–відповіді або зниження амплітуди до ≤ 100 мкВ при стимуляції за незмінних налаштувань, що зберігається після повторної перевірки системи [14]. При стійкій втраті сигналу на

першому боці під час планованої двобічної операції розглядали етапну тактику з відмовою від контралатерального етапу, що знижувало ризик двобічного паралічу голосових складок [2, 14]. Парезом вважали часткове обмеження рухомості голосової складки, паралічем – повну її нерухомість за даними ларингоскопії. Порушення рухомості класифікували як транзиторне за умови повного відновлення протягом 6 міс після операції; збереження дефіциту понад 6 міс розцінювали як постійний парез/параліч. Окремо фіксували двобічні ураження як найбільш клінічно значущі.

Рухомість голосових складок оцінювали візуально при ларингоскопії; додатково враховували наявність дисфонії, дихального дискомфорту та ознак аспірації. При парезі фіксували зменшення амплітуди/асиметрію рухів або неповне змикання голосової щілини; при паралічі – повну іммобілізацію складки. Такий підхід узгоджується з профільними рекомендаціями щодо оцінки голосу та гортані після операцій на щитоподібній залозі [15].

Поняття «транзиторний» і «постійний» відображають прогноз: більшість нейропраксичних ушкоджень ЗГН регресує у перші місяці, тоді як персистенція дисфункції понад 6 міс у багатьох дослідженнях розцінюється як постійна (частина дослідників використовує поріг 12 міс) [15, 16].

Ларингоскопію виконували у ранньому післяопераційному періоді та в динаміці (за клінічними показаннями). Пацієнтів із парезом/паралічем голосових складок спрямовували на консультацію оториноларинголога/фоніатра; рекомендували голосовий режим, зволоження слизової оболонки, дихальну та голосову реабілітацію. У разі двобічного паралічу з проявами дихальної недостатності

сті виконували трахеостомію з подальшим спостереженням до стабілізації функції дихання.

З урахуванням настанов щодо голосових результатів після операцій на щитоподібній залозі голосові скарги оцінювали в найближчі 2 тижні – 2 місяці після втручання; за наявності дисфонії рекомендували обов'язкову ларингоскопічну верифікацію стану голосових складок та раннє залучення фахівця–фоніатра/лікаря–оториноларинголога [15].

Щодо пацієнтів з однобічним парезом/паралічем, якщо не спостерігали загрозливих симптомів, переважно застосовували вичікувальну тактику з ранньою фонотерапією та навчанням гігієни голосу; при стійкій дисфонії або аспірації розглядали можливість ін'єкційної медіалізації та інших методів реабілітації згідно з профільними настановами [16].

За наявності двобічного паралічу з ознаками обструкції верхніх дихальних шляхів пріоритетне забезпечення прохідності дихальних шляхів (інтубація/трахеостомія), після чого подальша тактика визначається мультидисциплінарно [15, 16].

Результати

В обох групах досліджено структуру нозологій, частоту ідентифікації ЗГН та його післяопераційного парезу/паралічу (табл. 1, 2).

В основній групі структура нозологій була такою: рак щитоподібної залози Т1 – 24% (12/50), рак щитоподібної залози Т3+ – 14% (7/50), дифузно–токсичний зоб – 32% (16/50), вузловий зоб – 30% (15/50).

Таблиця 1. Структура нозологій та показники ідентифікації ЗГН та його післяопераційного парезу/паралічу в основній групі (n = 50)

Патологія	Кількість пацієнтів	Двобічна ідентифікація ЗГН		Парез/параліч ЗГН			
		абс.	%	транзиторний		постійний	
				абс.	%	абс.	%
Рак щитоподібної залози Т1	12	12	100	0	0	0	0
Рак щитоподібної залози Т3+	7	7	100	2	28	0	0
Дифузно-токсичний зоб	16	16	100	1	6,3	0	0
Вузловий зоб	15	15	100	1	7	0	0
Усього ...	50	50	100	4	8	0	0

Таблиця 2. Структура нозологій та показники ідентифікації ЗГН та його післяопераційного парезу/паралічу в контрольній групі (n = 50)

Патологія	Кількість пацієнтів	Двобічна ідентифікація ЗГН		Парез/параліч ЗГН			
		абс.	%	транзиторний		постійний	
				абс.	%	абс.	%
Рак щитоподібної залози Т1	14	8	57	1	7	0	0
Рак щитоподібної залози Т3+	6	6	100	3	50	2	33
Дифузно-токсичний зоб	12	12	100	2	17	0	0
Вузловий зоб	18	11	61	2	11	1	5
Усього ...	50	37	74	8	16	3	6

У контрольній групі частота раку щитоподібної залози Т1 становила 28% (14/50), раку щитоподібної залози Т3+ – 12% (6/50), дифузно-токсичного зобу – 24% (12/50), вузлового зобу – 36% (18/50).

В основній групі двобічну ідентифікацію ЗГН виконано у всіх пацієнтів (100%), у контрольній – у 74% пацієнтів: відносний ризик (ВР) 1,35; 95% довірчий інтервал (ДІ) 1,15 – 1,59; $p < 0,001$. У контрольній групі ще у 10 (20%) пацієнтів ідентифікація була однобічною; у 3 (6%) пацієнтів ідентифікація на одному з боків була неможливою або сумнівною.

Частота транзиторного парезу/паралічу ЗГН становила 8% (4/50) в основній групі та 16% (8/50) у контрольній групі (ВР 0,50; 95% ДІ 0,16 – 1,55; $p = 0,36$). Постійного парезу/паралічу в основній групі не зафіксовано, у контрольній він виник у 6% (3/50) пацієнтів (ВР 0,33; 95% ДІ 0,04 – 3,10; $p = 0,62$).

Різниця у частоті двобічної ідентифікації ЗГН між групами була статистично значущою ($p < 0,001$). Відмінності у частоті транзиторного ($p = 0,36$) та постійного ($p = 0,62$) парезу/паралічу не досягли статистичної значущості, що може бути пов'язано з обмеженим розміром вибірки.

Двобічний параліч голосових складок із потребою трахеостомії виник у 1 (2%) пацієнта контрольної групи; в основній групі таких пацієнтів не було. Слід зазначити, що у пацієнта, який потребував трахеостомії, парез був з обох боків тимчасовий, через місяць після операції трахеостома була ліквідована.

Обговорення

Згідно з результатами цього дослідження застосування ІОНМ асоціювалося з вищою частотою повної двобічної ідентифікації ЗГН та нижчою частотою транзиторного і постійного парезу/паралічу порівняно з відповідними показниками у разі застосування лише візуальної ідентифікації. Виявлені відмінності мають практичне значення насамперед для пацієнтів із підвищеним ризиком ушкодження нерва (місцево-поширений рак, тиреотоксикоз, значний фіброз та анатомічна варіабельність).

Згідно із сучасними рекомендаціями ІОНМ не замінює ретельної хірургічної техніки та візуальної ідентифікації, але може бути корисним як функціональний контроль і засіб кращої візуалізації нерва [1]. Окрема перевага ІОНМ полягає у можливості раннього виявлення втрати сигналу та зміни стратегії при двобічних операціях (етапне виконання тиреоїдектомії), що потенційно знижує ризик двобічного паралічу голосових складок [2]. У цьому дослідженні двобічний параліч із потребою трахеостомії зафіксовано лише в контрольній групі у 1 пацієнта, що узгоджується з концепцією профілактики найтяжчих ускладнень завдяки своєчасній корекції інтраопераційної тактики.

Водночас дані літератури щодо впливу ІОНМ на загальну частоту ушкодження ЗГН неоднозначні. У Кохранівському огляді на основі рандомізованих досліджень не показано переконливої переваги ІОНМ над візуальною ідентифікацією для зниження частоти транзитор-

ного або постійного парезу/паралічу, при цьому якість доказів оцінено як дуже низьку [3]. Аналогічно у метааналізі рандомізованих контрольованих досліджень М. G. Davey і співавторів [4] продемонстровано лише тенденцію до зниження загальної частоти ушкодження нерва (відношення шансів 0,72; $p = 0,06$) без статистично значущого ефекту щодо його постійного ушкодження.

На противагу цьому В. Bai та W. Chen [5] (мета-аналіз 34 досліджень) повідомили про статистично значуще зниження загальної частоти ушкодження та частоти транзиторного парезу/паралічу ЗГН при застосуванні ІОНМ (ВР 0,68 та 0,71 відповідно) і невелике зменшення частоти постійного парезу/паралічу. Після «високоризикових» операцій частота постійного та транзиторного парезу/паралічу ЗГН у разі використання ІОНМ також була нижчою – 2,5%, тоді як у разі виконання операцій без використання ІОНМ цей показник становив 4,5% [6]. Реєстровий аналіз національної вибірки (ACS NSQIP) продемонстрував асоціацію ІОНМ зі зниженим ризиком ушкодження ЗГН після поправки на клінічні чинники (відношення шансів 0,69) [7]. Натомість за даними окремих метааналізів та великих оглядів проспективних досліджень (з ендоскопічною верифікацією) не виявлено істотної різниці в частоті ушкодження ЗГН, але зазначається про доцільність селективного застосування ІОНМ, зокрема для профілактики двобічного паралічу нерва [17].

З урахуванням наведених даних можна припустити, що найбільший клінічний ефект ІОНМ реалізується у разі підвищеного ризику ушкодження нерва та при двобічних втручаннях. У таких ситуаціях ІОНМ підвищує впевненість у правильності ідентифікації нерва, дозволяє уникати грубих тракційних маневрів та забезпечує підґрунтя для етапного підходу у разі інтраопераційних ознак дисфункції.

Важливо підкреслити, що більшість ушкоджень ЗГН під час тиреоїдектомії не зводиться до анатомічного перетину нерва, тобто нерв може бути анатомічно цілим, але внаслідок травми не функціонувати (нейропраксія), і часто це пов'язано з тракцією, компресією, термічним впливом або ішемією, тоді як повний перетин трапляється значно рідше. Не «запобігаючи» ушкодженню автоматично, ІОНМ допомагає хірургу своєчасно розпізнати небезпечні маневри, підтвердити анатомічні варіанти та задокументувати функціональний стан нерва в кінці операції [11, 12].

Окрема умова ефективності ІОНМ полягає у суворому дотриманні стандартизованого протоколу стимуляції (V1–R1–R2–V2) та алгоритмів перевірки у разі втрати сигналу. Значна частка «втрат сигналу» може бути зумовлена технічними причинами (міграція електроміографічної трубки, поганий контакт електродів, залишкова нервово-м'язова блокада), тому системний алгоритм пошуку та усунення причин обов'язковий для зниження частоти хибно позитивних висновків і необґрунтованої зміни тактики [11, 13, 14, 18, 19].

У цьому дослідженні застосовували переміжний ІОНМ. Безперервний ІОНМ потенційно уможливило більш раннє виявлення загрозливого ушкодження завдяки реєстрації

прогресивного зниження амплітуди/зростання латентності, і тракцію припиняють до розвитку стійкої дисфункції. Водночас безперервний моніторинг потребує додаткового обладнання та має власні обмеження, тому, вибираючи метод моніторингу, слід урахувати ризик операції, досвід команди та ресурсні можливості [12, 20].

Нарешті, якісна оцінка результатів потребує стандартизованого обстеження гортані до та після операції, оскільки у частини пацієнтів парез може бути субклінічним. Рекомендації профільних консенсусів полягають у документуванні вихідної рухомості голосових складок та оцінці після операції голосу з низьким порогом для виконання ларингоскопії у разі скарг [8, 9, 15].

Це дослідження має обмеження, а саме відносно невелика вибірка, нестандартна рандомізація та потенційний вплив досвіду хірурга і складності ситуацій на результати. Для уточнення ролі ІОНМ доцільні проспективні дослідження з його уніфікованим протоколом, стандартизованою ларингоскопічною оцінкою до і після операції та окремим аналізом груп високого ризику.

Висновки

1. ІОНМ під час тиреоїдектомії покращує двобічну ідентифікацію ЗГН: в основній групі цей показник становив 100%, тоді як у контрольній – 74%.

2. У разі використання ІОНМ знижувалась частота транзитного парезу/паралічу ЗГН до 8% (у контрольній групі цей показник становив 16%) та не виникав постійний парез/параліч ЗГН (у контрольній групі було 6% пацієнтів із постійним парезом/паралічем ЗГН).

3. Найбільш клінічно значуща перевага ІОНМ полягає у потенційному запобіганні двобічного паралічу голосових складок за рахунок раннього виявлення функціональних змін і можливості корекції тактики.

4. Необхідні подальші дослідження з більшою вибіркою та стандартизованими протоколами ІОНМ для визначення показань до його рутинного чи селективного застосування.

Фінансування. Використано власні кошти авторів.

Внесок авторів. Парфентьев Р. С. – концепція та дизайн дослідження, збір та опрацювання матеріалів, аналіз отриманих даних, написання тексту та наукове редагування; Шалашний М. О., Слепов В. В. – збір та опрацювання матеріалів, аналіз отриманих даних, формування висновків, участь у підготовці рукопису; Грубник В. В. – концепція та дизайн дослідження, аналіз отриманих даних, формування висновків, критичний перегляд рукопису.

Конфлікт інтересів. Автори заявили, що у них немає конфлікту інтересів.

Згода на публікацію. Всі автори прочитали остаточний варіант рукопису та дали згоду на його опублікування.

References

1. Randolph GW, Dralle H; International Intraoperative Monitoring Study Group; Abdullah H, Barczynski M, Bellantone R, et al. Electrophysiological recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid

surgery: international standards guideline statement. *Laryngoscope*. 2011 Jan;121 Suppl 1:S1-16. doi: 10.1002/lary.21119. PMID: 21181860.

2. Schneider R, Randolph GW, Dionigi G, Wu CW, Barczynski M, Chiang FY, et al. International neural monitoring study group guideline 2018 part I: Staging bilateral thyroid surgery with monitoring loss of signal. *Laryngoscope*. 2018 Oct;128 Suppl 3:S1-17. doi: 10.1002/lary.27359. Epub 2018 Oct 5. PMID: 30289983.

3. Cirocchi R, Arezzo A, D'Andrea V, Abraha I, Popivanov GI, Avenia N, 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 Jan 19;1(1):CD012483. doi: 10.1002/14651858.CD012483.pub2. PMID: 30659577; PMCID: PMC6353246.

4. Davey MG, Cleere EF, Lowery AJ, Kerin MJ. Intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring versus visualisation alone - A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Surg*. 2022 Sep;224(3):836-41. doi: 10.1016/j.amjsurg.2022.03.036. Epub 2022 Apr 9. PMID: 35422329.

5. Bai B, Chen W. Protective Effects of Intraoperative Nerve Monitoring (IONM) for Recurrent Laryngeal Nerve Injury in Thyroidectomy: Meta-analysis. *Sci Rep*. 2018 May 17;8(1):7761. doi: 10.1038/s41598-018-26219-5. PMID: 29773852; PMCID: PMC5958090.

6. Wong KP, Mak KL, Wong CK, Lang BH. Systematic review and meta-analysis on intra-operative neuro-monitoring in high-risk thyroidectomy. *Int J Surg*. 2017 Feb;38:21-30. doi: 10.1016/j.ijvs.2016.12.039. Epub 2016 Dec 26. PMID: 28034775.

7. Kim J, Graves CE, Jin C, Duh QY, Gosnell JE, Shen WT, et al. Intraoperative nerve monitoring is associated with a lower risk of recurrent laryngeal nerve injury: A national analysis of 17,610 patients. *Am J Surg*. 2021 Feb;221(2):472-7. doi: 10.1016/j.amjsurg.2020.10.013. Epub 2020 Oct 16. PMID: 33121660.

8. Sinclair CF, Bumpous JM, Haugen BR, Chala A, Meltzer D, Miller BS, et al. Laryngeal examination in thyroid and parathyroid surgery: An American Head and Neck Society consensus statement: AHNS Consensus Statement. *Head Neck*. 2016 Jun;38(6):811-9. doi: 10.1002/hed.24409. Epub 2016 Mar 11. PMID: 26970554.

9. Randolph GW, Kamani D. The importance of preoperative laryngoscopy in patients undergoing thyroidectomy: voice, vocal cord function, and the preoperative detection of invasive thyroid malignancy. *Surgery*. 2006 Mar;139(3):357-62. doi: 10.1016/j.surg.2005.08.009. PMID: 16546500.

10. Maher DI, Goare S, Forrest E, Grodski S, Serpell JW, Lee JC. Routine Preoperative Laryngoscopy for Thyroid Surgery Is Not Necessary Without Risk Factors. *Thyroid*. 2019 Nov;29(11):1646-52. doi: 10.1089/thy.2019.0145. Epub 2019 Aug 29. PMID: 31333068; doi:10.1002/lary.28116.

11. Deniwar A, Kandil E, Randolph G. Electrophysiological neural monitoring of the laryngeal nerves in thyroid surgery: review of the current literature. *Gland Surg*. 2015 Oct;4(5):368-75. doi: 10.3978/j.issn.2227-684X.2015.04.04. PMID: 26425449; PMCID: PMC4561657.

12. Schneider R, Randolph GW, Barczynski M, Dionigi G, Wu CW, Chiang FY, et al. Continuous intraoperative neural monitoring of the recurrent nerves in thyroid surgery: a quantum leap in technology. *Gland Surg*. 2016 Dec;5(6):607-16. doi: 10.21037/gs.2016.11.10. PMID: 28149807; PMCID: PMC5233836.

13. Wu CW, Randolph GW, Barczynski M, Schneider R, Chiang FY, Huang TY, et al. Training Courses in Laryngeal Nerve Monitoring in Thyroid and Parathyroid Surgery- The INMSG Consensus Statement. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021 Jun 18;12:705346. doi: 10.3389/fendo.2021.705346. PMID: 34220726; PMCID: PMC8253252.

14. Wu CW, Wang MH, Chen CC, Chen HC, Chen HY, Yu JY, et al. Loss of signal in recurrent nerve neuromonitoring: causes and management. *Gland Surg*. 2015 Feb;4(1):19-26. doi: 10.3978/j.issn.2227-684X.2014.12.03. PMID: 25713776; PMCID: PMC4321049.

15. Chandrasekhar SS, Randolph GW, Seidman MD, Rosenfeld RM, Angelos P, Barkmeier-Kraemer J, et al. Clinical practice guideline: im-

- proving voice outcomes after thyroid surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013 Jun;148(6 Suppl):S1-37. doi: 10.1177/0194599813487301. PMID: 23733893.
16. Korean Society of Laryngology; Phoniatics and Logopedics Guideline Task Force; Ryu CH, Kwon TK, Kim H, Kim HS, et al. Guidelines for the Management of Unilateral Vocal Fold Paralysis From the Korean Society of Laryngology, Phoniatics and Logopedics. *Clin Exp Otorhinolaryngol.* 2020 Nov;13(4):340-60. doi: 10.21053/ceo.2020.00409. Epub 2020 Sep 4. PMID: 32877965; PMCID: PMC7669319.
17. Cozzi AT, Ottavi A, Lozza P, Maccari A, Borloni R, Nitro L, et al. Intraoperative Neuromonitoring Does Not Reduce the Risk of Temporary and Definitive Recurrent Laryngeal Nerve Damage during Thyroid Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis of Endoscopic Findings from 73,325 Nerves at Risk. *J Pers Med.* 2023 Sep 23;13(10):1429. doi: 10.3390/jpm13101429. PMID: 37888040; PMCID: PMC10607766.
18. Tsai CJ, Tseng KY, Wang FY, Lu IC, Wang HM, Wu CW, et al. Electromyographic endotracheal tube placement during thyroid surgery in neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve. *Kaohsiung J Med Sci.* 2011 Mar;27(3):96-101. doi: 10.1016/j.kjms.2010.08.002. Epub 2011 Feb 22. PMID: 21421197; PMCID: PMC11916461.
19. Périé S, Santini J, Kim HY, Dralle H, Randolph GW. International consensus (ICON) on comprehensive management of the laryngeal nerves risks during thyroid surgery. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2018 Feb;135(1S):S7-S10. doi: 10.1016/j.anorl.2017.11.010. Epub 2018 Feb 1. PMID: 29361440.
20. Schneider R, Sekulla C, Machens A, Lorenz K, Nguyen Thanh P, Dralle H. Postoperative vocal fold palsy in patients undergoing thyroid surgery with continuous or intermittent nerve monitoring. *Br J Surg.* 2015 Oct;102(11):1380-7. doi: 10.1002/bjs.9889. Epub 2015 Sep 2. PMID: 26333134.

Отримано 12 січня 2026
Рецензовано 25 січня 2026
Прийнято до друку 28 травня 2026
Опубліковано в Інтернеті 19 червня 2026