

# Прогностична модель відсутності відновлення моторики гортані при однобічному ураженні поворотного гортанного нерва в хірургії щитоподібної залози



Н. В. Соломеннікова<sup>1,2</sup>, Ю. В. Дєєва<sup>2</sup>,  
В. О. Паламарчук<sup>1</sup>, В. В. Куц<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Український науково-практичний центр ендокринної хірургії, трансплантації ендокринних органів і тканин МОЗ України, Київ

<sup>2</sup>Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Київ

<sup>3</sup>ДУ «Національний інститут фізіотрії і пульмонології імені Ф. Г. Яновського НАМН України», Київ

Тиреоїдектомія є однією з найпоширеніших причин ураження поворотних гортанних нервів (ПГН), що може призвести до значного погіршення якості життя пацієнта [1]. Важливим етапом у хірургії щитоподібної залози є прогнозування перебігу захворювання, оскільки це сприяє своєчасному та цілеспрямованому наданню допомоги хворим і визначенню оптимальної тактики лікування [2]. На попередньому етапі нами були виявлені найінформативніші ларингоскопічні ознаки з їхніми градаціями (елементи рухливості паралізованої голосової складки (ГС), флотація «паралізованої» ГС, рухливість черпакуватого хряща, змикання ГС, синхронність коливань ГС, обмеження руху «паралізованої» ГС, рівень розташування ГС у вертикальній площині, натягнутість медіанного краю ГС, положення нерухомої ГС) та ознака, пов'язана з віком (> 45 років), що може бути використано для прогнозування відновлення/відсутності відновлення рухливості гортані при ураженні ПГН у хірургії щитоподібної залози (ЩЗ) [3]. За результатами математичного аналізу, жодна окремо взята ларингоскопічна ознака не може бути використана як самостійний критерій в оцінці прогнозу, що зумовило необхідність створення прогностичної

моделі несприятливого прогнозу відновлення моторики гортані.

**Мета роботи** — побудувати прогностичну модель відсутності відновлення моторики гортані при однобічному ураженні поворотного гортанного нерва в хірургії щитоподібної залози.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У 2018—2021 рр. проведено проспективне одноцентрове дослідження в Українському науково-практичному центрі ендокринної хірургії, трансплантації ендокринних органів і тканин МОЗ України. Обстежено 164 хворих після операції на ЩЗ з ускладненнями у вигляді порушення моторики гортані.

Критерії залучення в дослідження: однобічне порушення моторики гортані після операції на ЩЗ в Українському науково-практичному центрі ендокринної хірургії, трансплантації ендокринних органів і тканин МОЗ України.

Критерії вилучення: парез або параліч гортані, не пов'язані з операцією на ЩЗ, двобічне порушення моторики гортані, проведення реіннервації гортані, функціональна та органічна патологія гортані.

Соломеннікова Наталія Вікторівна, лікар-оториноларинголог консультативної поліклініки, аспірант кафедри оториноларингології. E-mail: [solomennikova@ukr.net](mailto:solomennikova@ukr.net). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9920-8861>; Паламарчук Володимир Олександрович, д. мед. н., зав. відділу ендокринної хірургії. E-mail: [paldoc@i.ua](mailto:paldoc@i.ua). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9554-4817>; Дєєва Юлія Валеріївна, д. мед. н., проф., зав. кафедри оториноларингології. E-mail: [deyeva@bigmir.net](mailto:deyeva@bigmir.net). ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0552-1254>; Куц Володимир Васильович, ст. наук. співр. відділу інформаційно-комп'ютерних технологій. E-mail: [lanadmin@ifp.kiev.ua](mailto:lanadmin@ifp.kiev.ua). ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4434-7298>

Пацієнтів розподілили на дві групи: основну — 33 хворих з одностороннім паралічем гортані (середній вік пацієнтів —  $(49,7 \pm 11,1)$  року), і контрольну — 131 хворий з одностороннім парезом гортані (середній вік пацієнтів —  $(43,2 \pm 14,6)$  року).

Для побудови прогностичної моделі використували метод послідовного статистичного аналізу Вальда зі створенням власного шаблону для розрахунків за допомогою програми MS Excel, метод бінарної логістичної регресії та простий у застосуванні прогностичний експрес-тест, якість моделі якого оцінено за площею під ROC-кривою [4—6].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Метод послідовного статистичного аналізу Вальда полягав у диференціації двох станів (стан А — параліч гортані наявний, стан В — паралічу гортані немає) та передбачав аналіз найінформативніших ларингоскопічних ознак, визначених у попередньому дослідженні [3]. Послідовну діагностичну процедуру здійснювали покроково і припиняли після досягнення певного діагностичного порогу — позитивний чи негативний. Досягнення позитивного порогу свідчить на користь стану А, негативного — на користь стану В. Якщо не досягнуто жодного з порогів, то процедуру додаткових обстежень продовжували. Якщо жодного порогу досягнуто не було, то діагноз вважали невстановленим.

Усі обрані діагностичні ознаки були якісними (від 2 до 4 градацій) або дихотомічними. Для цих ознак (з урахуванням їхніх градацій) розраховані відношення правдоподібності, які є відношенням імовірностей трапляння діагностичної ознаки за певного стану (параліч гортані наявний/відсутній) та на їхній основі визначено діагностичні коефіцієнти (ДК) та інформаційні міри Кульбака J (табл. 1).

Ознаки, які мали ДК зі знаком «+», у подальшому враховували на користь стану А (параліч наявний), зі знаком «-» — на користь стану В (параліч відсутній). До результуючої діагностичної таблиці ознаки з інформативністю менше 1,0 не включали. Відібрані для прогностичної моделі показники були ранжовані у порядку зменшення інформативності, за винятком показників із градаціями «Синхронність коливань» (2) та «Обмеження руху» (1), які мали невеликі значення ДК і не могли суттєво вплинути на результат тесту. На рис. 1 наведено розроблений спеціальний шаблон за допомогою програми MS Excel для автоматизації діагностичного аналізу.

Алгоритм дії цієї таблиці виглядає так. Після внесення значення відповідного показника у комірку діа-

Таблиця 1

### Діагностичний коефіцієнт та інформативність ознаки з її градаціями

Показник	Градація	ДК	J
Елементи рухливості	1 Немає*	-5,6	1,713
	0 Є*	2,8	
Синхронність коливань	0 Незначне відставання руху паралізованої ГС	0,0	11,985
	1 Виразне відставання руху паралізованої ГС	0,0	
	2 Немає руху паралізованої ГС*	1,1	
Обмеження руху	0 Є	0,0	11,985
	1 Немає (ГС нерухома)*	1,1	
Положення «паралізованої» ГС	1 Медіанне*	4,5	1,210
	2 Парамедіанне*	-3,0	
	3 Інтермедіанне*	3,0	
	4 Латеральне	0,0	
Натягнутість медіанного краю	1 Натягнутий*	-4,0	1,187
	2 Незначно натягнутий*	0,4	
	3 Увігнутий*	3,9	
Рівень розташування ГС	0 На одному рівні*	-3,4	1,001
	1 Не на одному рівні*	2,6	
Змикання ГС	1 У повному обсязі	-1,0	0,237
	2 Не в повному обсязі	-1,8	
	3 Незмикання в задній третині ГС	0,0	
	4 Повне незмикання	0,0	
Рухливість черпакуватого хряща	0 Є*	-8,3	5,749
	1 Незначна*	2,3	
	2 Немає рухливості*	15,4	
«Флотація» ГС	0 Немає*	-2,9	2,949
	1 Незначна*	8,0	
	2 Виразна*	13,6	
Вік	0 > 45 років	-3,2	0,830
	1 До 45 років включно	2,3	

Примітка. \* Ознаку залучено до остаточного варіанта діагностичної таблиці.

J2    =ЕСЛИ(ЕПУСТО(B2);"0";ЕСЛИ(B2=0;"-8,3";ЕСЛИ(B2=1;"2,3";ЕСЛИ(B2=2;"15,4";"Помилка"))))

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	№ хворого	Рухливість черепак хрища	"Флотажія" ГС	Елементи рухливості «паралізованої» ГС	Положення "паралізованої" ГС	Напг. медіан. краю "паралізованої" ГС	Рівень розташ. ГС	Синхронність коливань ГС	Обмеження руху "паралізованої" ГС	Рухливість черепак хрища	"Флотажія" ГС	Елементи рухливості «паралізованої» ГС	Положення "паралізованої" ГС	Напг. медіан. краю "паралізованої" ГС	Рівень розташ. ГС	Синхронність коливань ГС	Обмеження руху "паралізованої" ГС	Сума	Поріг А	Поріг В	Результат (1 - параліч є; 2 - паралічу немає)		
2										0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	-13	Діагноз не встановлено		
3																							
4																							

Рис. 1. Шаблон для прогнозування парезу/паралічу гортані у програмі MS Excel

пазону стовпчиків В-І (заповнення відбувається зліва направо) у відповідній комірці блоку результатів J-Q (заголовки виділено жовтим кольором) з'являється цифра, яка відповідає значенню ДК обраної градації показника. У комірці R цього самого рядка підраховується сума цифр в усіх комірках діапазону В-І рядка, а у комірці стовпчика U відбувається її порівняння з порогоми (А — наявність/В — відсутність паралічу гортані), зазначеними у комірках стовпчиків S і T. Якщо алгебраїчна сума більша або дорівнює значенню порогу А, то у комірці з'явиться цифра «1», що відповідає наявності паралічу, якщо цифра менша або дорівнює порогу В — цифра «0», тобто параліч відсутній. Значення за замовчуванням — «Діагноз не встановлений». Воно продовжує відображатись до досягнення одного з порогів. Прогностична процедура має бути припинена, як тільки діагноз буде встановлено. Якщо при заповненні всіх комірок стовпчиків В-І жоден із порогів не буде досягнутий, діагноз вважається невстановленим.

Розрахунок ДК і показника J здійснено на навчальній вибірці із 164 пацієнтів, у 33 з яких установлено діагноз «параліч гортані». Перевірку якості моделі проведено на вибірці зі 100 пацієнтів, обраних випадково. Отримано такі результати: у 25 (25%) випадках діагноз не встановлено. При розгляді лише верифікованих випадків:

- чутливість — 93,3 (68,1; 99,8) %;
- специфічність — 78,3 (65,8; 87,9) %;
- діагностична ефективність — 81,3 (70,7; 89,4) %.

При враховуванні загальної кількості випадків діагностична ефективність становила 61,0%. Розгляд варіантів тесту зі зниженням порогів не поліпшив суттєво операційних характеристик тесту із застосуванням іншого статистичного методу, а саме бінарної логістичної регресії. Цей метод допомагає дослідити залежність бінарної вихідної змінної  $Y$  ( $Y=1$  — випадок, тобто параліч гортані наявний,  $Y=0$  — не випадок, тобто параліч гортані відсутній) за впливом факторних незалежних змінних  $X_1, X_2$ , які можуть мати будь-який вид шкали.

Метод дає змогу розрахувати ймовірність розвитку певної події ( $p$ ) залежно від значень предикторів, яку для окремого випадку визначають за формулою:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-y}}$$

де  $e$  — число Ейлера;  $y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_k \cdot X_k$  — стандартне рівняння регресії, в якому  $X_1, X_2, \dots, X_k$  — значення незалежних змінних, а  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$  — коефіцієнти регресії. Саме їхнє визначення є завданням аналізу.

Подія вважається такою, що відбулася, при значенні  $p > 0,5$ .

Розрахунок здійснювали на тій самій вибірці із застосуванням програми StatPlus 7.6 у два етапи. На першому вилучено предиктори, рівень достовірності яких перевищував 0,05. Після повторного перерахунку у рівнянні залишилося 3 змінних (табл. 2).

Таблиця 2

Предиктори для тесту прогнозувань парезу/паралічу гортані, побудованого методом бінарної логістичної регресії

Показник	$b_i$	$\sigma$	$p$
Вік > 45 років (1 — так, 0 — ні)	(1) 1,082	0,562	0,054
Рухливість черпакуватого хряща	(2) 1,671	0,366	<0,05
Флотація «паралізованої» ГС	(3) 2,184	0,504	<0,05

Y-перетин (intercept): -2,680.

Таблиця 3

Основні операційні характеристики тесту прогнозувань парезу/паралічу гортані, побудованого методом бінарної логістичної регресії, %

Показник	Значення (95 % ДІ)
Чутливість	87,9 (71,8; 96,6)
Специфічність	70,5 (61,9; 78,1)
Прогностична цінність позитивного результату	42,7 (35,7; 49,9)
Прогностична цінність негативного результату	95,9 (90,2; 98,3)
Діагностична ефективність	73,9 (66,5; 80,5)

Примітка. ДІ — довірчий інтервал.

Згідно з розрахунками, отримана модель забезпечує значення основних операційних характеристик (табл. 3).

Для забезпечення швидкого і зручного виконання розрахунків у програмі MS Excel було також створено відповідний шаблон (рис. 2).

Алгоритм дії шаблону пояснимо на прикладі (значення незалежних змінних наведено в дужках).

Хвора С., 56 років ( $X_1 = 1$ ), рухливість черпакуватого хряща незначна ( $X_2 = 1$ ), флотація «паралізованої» ГС незначна ( $X_3 = 1$ ). Значення змінних внесено у комірки B2-D2, у комірці F2 розраховується значення функції Y. У комірці G2 відбувається розрахунок значення p. У комірці J2 за допомогою логічної функції «ЕСЛИ» відбувається порівняння отриманого результату з обраним порогом (> 0,5): при позитивному результаті функція приймає значення «1» (параліч наявний), при негативному результаті — «0» (параліч відсутній).

З огляду на те, що такий результат має досить формальний характер, для більшої інформативності у комірці H2 додатково розраховується ймовірність протилежної події, а у комірці I2 — відношення ймовірностей обох подій. Згідно з результатами розрахунків (див. рис. 2), у хворій С. з високою ймовірністю ( $p = 0,905$ ) можна припустити наявність паралічу гортані. Верифікацію моделі проведено на групі зі 100 випадковим чином обраних пацієнтів. Отримано такі результати:

чутливість — 82,4 (56,6; 96,2) %;

специфічність — 68,7 (57,6; 78,4) %;

діагностична ефективність — 71,0 (61,1; 79,6) %.

Розроблений тест потребує певних технічних засобів для використання. Доведено, що високозначущими є лише два параметри: «Рухливість черпакуватого хряща «паралізованої» ГС» та «Флотація «паралізованої» ГС», які мають невелику кількість градацій. Це сприяло створенню простого експрес-

	№ хворого	Вік > 45 (1 - так, 0 - ні)	Рухливість черпакуватого хряща	Флотація "паралізованої" ГС	у	p (передбач. ймовірн.)	1-p	odds	Параліч ГС (прогноз)
1									
2	130	1	1	1	2,257	0,905	0,095	9,554	1
3									

Рис. 2. Шаблон для розрахунків прогнозу парезу/паралічу гортані за результатами бінарної логістичної регресії у програмі MS Excel



Показники із градаціями та їхнє ранжування залежно від ступеня впливу

Показник	Градація	Ранг
Флотація «паралізованої» ГС	Немає	0
	Незначна	1
	Виразна	2
Рухливість черпакуватого хряща «паралізованої» ГС	Є	0
	Незначна	1
	Немає	2

Таблиця 4

тесту для швидкого прогнозування паралічу гортані, який може бути використаний у будь-яких умовах лише за наявності непрямой ларингоскопії. Кожній із градацій обраних показників присвоєно ранг від 1 до 3, збільшення якого відповідає посиленню негативного зв'язку із наявністю паралічу гортані (табл. 4).

Таким чином, з урахуванням усіх можливих перестановок, існує загалом 9 варіантів комбінацій поєднання трьох рангів двох показників:

- 1-1 2-1 3-1
- 1-2 2-2 3-2
- 1-3 2-3 3-3.

Розрахунки показали, що значущої різниці у траплянні позитивних (параліч гортані наявний) і негативних (параліч відсутній) випадків на досліджуваній навчальній вибірці для різних комбінацій з однаковою сумою рангів, тобто (1-2 і 2-1, сума рангів — 3), (1-3, 2-2 і 3-1, сума рангів — 4) та (2-3 і 3-2, сума рангів — 5) не виявлено (рис. 3).

Це дало змогу зменшити кількість комбінацій до 6 (тобто сумарний ранг 2, 3, 4, 5 і 6). З огляду на те, що спостереження із сумарним рангом 6 було лише одне, і його результати були ідентичними таким у категорії хворих зі сумарним рангом 5, їх об'єднали в одну категорію — «сумарний ранг  $\geq 5$ ».

Більш значущою ознакою була сума рангів (сумарний ранг) градацій показників (рис. 4).

Таким чином, у найчисленнішій категорії хворих зі сумарним рангом градацій ознак, який є мінімально можливим і дорівнює 2, параліч гортані трапляється дуже рідко (2,6% випадків). При сумі рангів 3

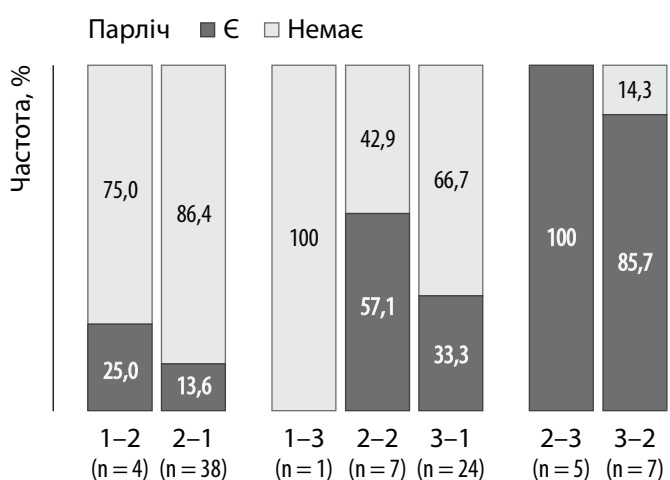
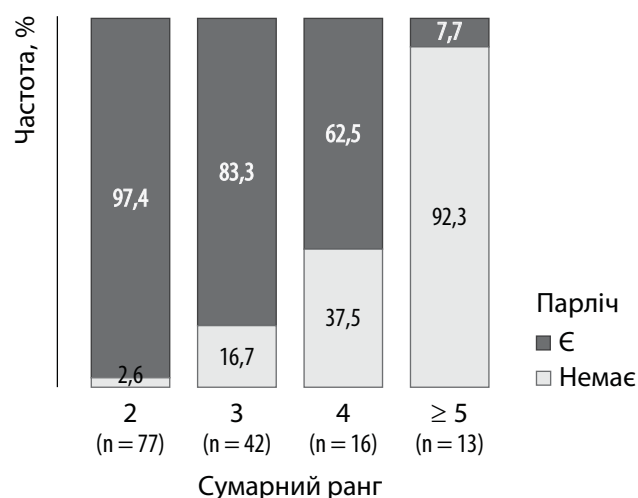


Рис. 3. Порівняння трапляння парезу/паралічу гортані для різних комбінацій з однаковою сумою рангів



Різниця між часткою хворих з паралічем і без паралічу гортані всередині категорії статистично значуща для усіх груп пацієнтів ( $p < 0,01$ ).

Рис. 4. Трапляння парезу/паралічу гортані залежно від суми рангів

Таблиця 5

Основні операційні характеристики прогностичного експрес-тесту «парез/параліч гортані», розраховані на загальній сумі рангів двох предикторів, % (95% ДІ)

Показник	Поріг відсікання (сумарний ранг)	
	$\geq 3$	$\geq 4$
Чутливість	93,9 (79,8; 99,3)	72,7 (54,5; 86,7)
Специфічність	57,3 (48,3; 65,9)	84,0 (76,6; 89,8)
Прогностична цінність позитивного результату	35,6 (30,8; 40,7)	53,4 (42,3; 64,1)
Прогностична цінність негативного результату	97,4 (90,7; 99,3)	92,4 (87,5; 95,5)
Діагностична ефективність	64,6 (56,8; 71,9)	81,7 (74,9; 87,3)

Таблиця 6

## Вірогідні характеристики експрес-тесту для різних комбінацій градацій ознак

Сумарний ранг	Флотація «паралізованої» ГС	Рухливість черпакуватого хряща	Імовірність виявлення паралічу (95 % ДІ)	Відносний ризик (95 % ДІ)	p
2	Немає (0)	Є (0)	0,026 (0,007; 0,090)	*	
3	Немає (0)	Незначна (1)	0,167 (0,100; 0,265)	2,198 (1,770; 2,778)	< 0,0001
	Незначна (1)	Немає (0)			
4	Немає (0)	Немає (2)	0,375 (0,275; 0,487)	4,537 (2,910; 7,074)	< 0,0001
	Незначна (1)	Незначна (1)			
	Виразна (2)	Є (0)			
5 і 6	Незначна (1)	Немає (2)	0,923 (0,842; 0,964)	47,636 (6,421; 353,397)	0,0002
	Виразна (2)	Незначна (1)			
	Виразна (2)	Немає (2)			

Примітка. \* Значення відносного ризику не наведено через відсутність спостережень у категоріях «хибно негативний результат» та «істинно негативний результат» у відповідній підгрупі хворих.

ризик паралічу гортані зростає до 16,7 %, кількість випадків паралічу гортані при сумі рангів 4 і більше 5 становить 12, в останній категорії їхній результат досягає 92,3 %. З огляду на ці дані, значення суми рангів 4 можна використовувати як точку прийняття рішення щодо обґрунтованої підозри про наявність паралічу гортані.

Якість побудованої моделі оцінено за площею під ROC-кривою (Area under curve (AUC)), яка становила 0,863 (95 % ДІ 0,794; 0,931), тому модель можна вважати дуже доброю. Отримані закономірності дають змогу побудувати простий у застосуванні та швидкий прогностичний тест. При значенні рангової суми  $\geq 4$  хворих відносять до групи з високим ризиком паралічу гортані, при цьому забезпечується найкраще співвідношення чутливості та специфічності такого тесту. У табл. 5 наведено основні операційні характеристики прогностичного експрес-тесту, побудованого з урахуванням комбінації двох основних предикторів та загальної суми їхніх рангів.

У табл. 6 наведено дані щодо всіх можливих комбінацій градацій розглянутих ознак, результати розрахунків ймовірності виявлення паралічу для кожного сумарного рангу і відповідні відносні ризики виявлення/невиявлення паралічу гортані. Відносний ризик — це коефіцієнт, який дає змогу визначити ризик певних патологічних порушень і розраховується як відношення між ризиком патології в основній та контрольній групах.

Отримані дані дають змогу прийняти виважене рішення та обґрунтовано оцінити відповідні ризики.

Перевірка якості прогностичної моделі на вибірці зі 100 випадковим чином обраних пацієнтів для порогу  $\geq 4$  дала результати, які узгоджуються з характеристиками, отриманими на навчальній вибірці:

чутливість — 73,9 (51,6; 89,8) %;  
специфічність — 88,3 (79,0; 94,5) %;  
діагностична ефективність — 85,0 (76,5; 91,4) %.

## ВИСНОВКИ

Діагностичний метод, що ґрунтується на послідовному аналізі Вальда, попри непогані показники у разі визначеного результату, дає близько 25 % невизначених результатів і тому потребує вдосконалення на репрезентативнішій вибірці.

Діагностична модель, побудована за допомогою бінарної логістичної регресії, показала гарні результати, але робота з нею потребує наявності персонального комп'ютера і відповідного шаблону для розрахунків у програмі Excel.

Прогностичний експрес-тест, який ґрунтується на врахуванні лише двох предикторів, зручний у застосуванні, не потребує складних розрахунків і забезпечує прийнятний рівень чутливості та специфічності, тому може широко застосовуватися в клінічній практиці лікарів-оториноларингологів першої ланки для своєчасного прийняття рішення щодо подальшого консервативного або хірургічного лікування.

**Конфлікту інтересів немає.**

**Участь авторів:** концепція і дизайн дослідження — Н. В. Соломеннікова, Ю. В. Дєєва, В. О. Паламарчук; збір та опрацювання матеріалу — Н. В. Соломеннікова, В. В. Куц; написання тексту — Н. В. Соломеннікова; редагування — Ю. В. Дєєва, В. О. Паламарчук.

## ЛІТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Karamanakis SN, Markou KB, Panagopoulos K, et al. Complications and risk factors related to the extent of surgery in thyroidectomy. Results from 2043 procedures. *Hormones (Athens)*. 2010;9(4):318-25. doi: 10.14310/horm.2002.1283.
2. Земляк ТБ. Прогнозування перебігу захворювань, пов'язаних з білатеральними руховими порушеннями гортані на основі даних комплексного обстеження стану голосового апарату та електроміографії: Дис. ... канд. мед. наук. К.; 2019:24.
3. Соломеннікова НВ, Дєєва ЮВ, Паламарчук ВО, Куц ВВ. Прогностичні показники несприятливого прогнозу відновлення функцій гортані при односторонньому ураженні поворотного гортанного нерву в хірургії щитоподібної залози. *Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія*. 2021;(4). DOI: <http://doi.org/10.30978/CEES-2021-4-21>.
4. Гублер ЕВ, Генкин АА. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Л.: Медицина; 1973:144.
5. Мулеса ОЮ, Снитюк ВЄ, Герзанич СО. Метод нечіткої класифікації на основі послідовного аналізу Вальда. *Автоматизація технологічних і бізнес-процесів*. 2019;11(4).
6. Байбуз ОГ, Домащенко ІМ, Ємел'яненко ТГ, Щербиніна МБ, Закревська ОВ. Оцінка якості діагностики при хронічному холециститі за допомогою автоматизованої системи. *Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій*. 2011;15:179-86.

## РЕЗЮМЕ

Одним із найтяжчих ускладнень в хірургії щитоподібної залози є ураження поворотного гортанного нерва, що може значно погіршити якість життя пацієнта, тому дуже важливим є прогнозування перебігу захворювання, оскільки це сприяє своєчасному та цілеспрямованому наданню допомоги хворим та визначенню оптимальної тактики лікування.

**Мета роботи** — побудувати прогностичну модель відсутності відновлення моторики гортані при односторонньому ураженні поворотного гортанного нерва в хірургії щитоподібної залози.

**Матеріали та методи.** У 2018—2021 рр. проведено проспективне одноцентрове дослідження в Українському науково-практичному центрі ендокринної хірургії, трансплантації ендокринних органів і тканин МОЗ України. Обстежено 164 хворих після

операції на ЩЗ з ускладненнями у вигляді порушення моторики гортані. Пацієнтів розподілили на дві групи: основну — 33 хворих з одностороннім паралічем гортані (середній вік пацієнтів —  $(49,7 \pm 11,1)$  року), і контрольну — 131 хворий з одностороннім парезом гортані (середній вік пацієнтів —  $(43,2 \pm 14,6)$  року).

**Результати.** Прогнозування захворювання проводили за допомогою трьох методик: 1) методу статистичного аналізу Вальда з урахуванням найбільш значущих інформативних ларингоскопічних ознак з їхніми градаціями (9 ларингоскопічних ознак та 1 ознака, пов'язана з віком), установлених нами в попередньому прогностичному дослідженні. Визначено діагностичні коефіцієнти та інформаційні міри Кульбака J обраних ознак та розроблено спеціальний шаблон за допомогою програми MS Excel для автоматизації діагностичного аналізу; 2) методу бінарної логістичної регресії, який дав змогу розрахувати залежність бінарної вихідної змінної (параліч наявний/відсутній) за впливом факторних змінних. Досліджували 3 факторних ознаки, які залишились після перерахунку. Для забезпечення швидкого і зручного виконання розрахунків також створено відповідний шаблон у програмі MS Excel; 3) прогностичного експрес-тесту, що дав змогу побудувати простий у застосуванні тест на підставі двох найбільш значущих предикторів та їхніх градацій, які було переведено в ранги. Проведено порівняння трапляння парезу/паралічу гортані для різних сум рангів.

**Висновки.** Діагностичний метод, що ґрунтується на послідовному аналізі Вальда, попри неоптимальні показники у разі визначеного результату, дає близько 25 % невизначених результатів і тому потребує вдосконалення на репрезентативнішій вибірці. Діагностична модель, побудована за допомогою бінарної логістичної регресії, показала гарні результати, але робота з нею потребує наявності персонального комп'ютера і відповідного шаблону для розрахунків у програмі Excel. Прогностичний експрес-тест, який ґрунтується на врахуванні лише двох предикторів, зручний у застосуванні, не потребує складних розрахунків і забезпечує прийнятний рівень чутливості та специфічності, тому може широко застосовуватися в клінічній практиці лікарів-оториноларингологів першої ланки для своєчасного прийняття рішення щодо подальшого консервативного або хірургічного лікування.

**Ключові слова:** поворотний гортанний нерв, тиреоїдектомія, предиктори, послідовний аналіз Вальда, бінарна логістична регресія, ROC-аналіз, діагностичний коефіцієнт.

## ABSTRACT

**Prognostic model of the absence of larynx motility recovery in unilateral lesions of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery****N. V. Solomennikova<sup>1,2</sup>, J. V. Deeva<sup>2</sup>,  
V. O. Palamarchuk<sup>1</sup>, V. V. Kuts<sup>1,3</sup>**<sup>1</sup> *Ukrainian Research and Practical Centre of Endocrine Surgery,  
Transplantation of Endocrine Organs and Tissues of the  
Ministry of Health of Ukraine, Kyiv*<sup>2</sup> *Bogomolets National Medical University, Kyiv*<sup>3</sup> *National Institute of Phthiology  
and F. G. Pulmonology Yanovsky  
National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv*

One of the most serious complications in thyroid surgery is damage to the recurrent laryngeal nerve, which can significantly worsen the patient's quality of life, so predicting the course of the disease is very important, as it contributes to timely and targeted aid to patients and the determination of optimal treatment tactics.

**Objective** — construction of the prognostic model of the absence of larynx motility recovery in unilateral lesions of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery

**Materials and methods.** In the years 2018—2021, a prospective single-center study was conducted at the Ukrainian Scientific and Practical Center of Endocrine Surgery, Transplantation of Endocrine Organs and Tissues of the Ministry of Health of Ukraine. Investigation involved 164 patients after thyroidectomy with unilateral motility disorder of the larynx. The investigated patients are divided into two groups: the main group ( $n=33$ ) included patients with unilateral paralysis of larynx (the mean age  $49.7 \pm 11.1$  years), and control group consisted of 131 patients with unilateral paresis of larynx (the mean age  $43.2 \pm 14.6$  years).

**Results.** Prognostication of disease was conducted by means of three methodologies. The method of statistical analysis of Wald was conducted taking into

account the most meaningful informing laryngoscopy signs with their gradations (9 laryngoscopy signs and 1 sign that is related to age), that were distinguished by us in previous prognostic research. Diagnostic coefficients and information measures of Kullback J of selected features were determined and a special template was developed using the MS Excel program to automate diagnostic analysis. Method of binary logistic regression allows the expectation of dependence of binary initial variable (present/absent paralysis) after influence of factor variables. Three factor signs that remained after recalculation have been investigated. To ensure quick and convenient execution of calculations, a corresponding template has also been created in the MS Excel program. The prognostic express test, which enabled us to build an easy-to-use test based on the most significant two predictors and their gradations, which were converted into ranks. A comparison of the occurrence of paresis/paralysis of the larynx was made for different sums of ranks.

**Conclusions.** The diagnostic method based on the sequential Wald analysis, despite good performance in the case of a definite result, gave about 25 % indeterminate results and therefore needs further improvement based on a more representative sample. The diagnostic model built using binary logistic regression led to good results, but working with it requires a personal computer and an appropriate template for calculations in the Excel program. The prognostic express test, which is based on the consideration of only two predictors, is convenient, does not require complex calculations and provides an acceptable level of sensitivity and specificity, which can be widely used in the clinical practice of first-line otorhinolaryngologists for a timely decision on further conservative or surgical treatment.

**Keywords:** recurrent laryngeal nerve, thyroidectomy, predictors, analysis of Wald, binary logistic regression, ROC- analysis, diagnostic coefficient.

Дата надходження до редакції 19.07.2022 р.

Дата рецензування 29.08.2022 р.

Дата підписання статті до друку 02.09.2022 р.