

**Т.А. Шидловська,  
Т.Б. Земляк**

## **КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ У ХВОРИХ З ДВОБІЧНИМИ ПЕРИФЕРИЧНИМИ ПАРАЛІЧАМИ ГОРТАНІ**

ДУ «Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка НАМН України»

лабораторія професійних порушень голосу і слуху

(зав. – д. мед. н., проф. Т.А. Шидловська)

вул. Зоологічна, 3, Київ, 03057, Україна

SI "Institute of Otolaryngology named after prof. O.S. Kolomyichenko NAMS of Ukraine"

Laboratory of Professional Disorders of Voice and Hearing

Zoologichna str., 3, Kyiv, 03057, Ukraine

email: lorprof3@ukr.net

**Цитування:** *Медичні перспективи*. 2020. Т. 25, № 2. С. 98-103

**Cited:** *Medicni perspektivi*. 2020;25(2):98-103

**Ключові слова:** паралічі гортані, центральна нервова система, біоелектрична активність головного мозку

**Ключевые слова:** параличи гортани, центральная нервная система, биоэлектрическая активность головного мозга

**Key words:** vocal fold paralysis, central nervous system, bioelectrical brain activity

**Реферат.** Количественные показатели электроэнцефалографии у пациентов с двусторонними периферическими параличами гортани. Шидловская Т.А., Земляк Т.Б. Лечение больных с двусторонними параличами гортани остается сложной задачей. Изучение центральных механизмов реализации функций гортани при наличии стеноза представляет интерес. Методом электроэнцефалографии (ЭЭГ) обследованы пациенты с двусторонними параличами гортани: 55 без хирургического лечения (I группа) и 51 пациент после односторонней эндоскопической хордоартиеноидотомии (II группа). У всех исследуемых выявлены изменения процентного содержания  $\alpha$ - и  $\beta$ -, а также  $\Delta$ - и  $\theta$ -ритмов в сравнении с контролем, более выраженные во II группе. Так, в I группе доля  $\Delta$ - ритма в лобных и теменных отведениях при фоновой записи была увеличена до  $28,2 \pm 2,3$  и  $29,2 \pm 2,4\%$ , у пациентов II группы увеличение доли  $\Delta$ -активности достигало  $32,2 \pm 2,8$  и  $35,4 \pm 2,9\%$  соответственно. Во II группе определялась достоверно повышенная  $\beta$ -активность во всех отведениях, а также увеличение содержания  $\theta$ -ритма в височных и теменных отведениях. При этом во II группе повышение  $\theta$ -ритма в височных отведениях до  $21,4 \pm 2,2\%$  было достоверно выше показателей в группе I –  $16,5 \pm 1,3\%$ . Также в обеих группах выявлено снижение амплитуды  $\alpha$ - ритма. Таким образом, уменьшение доли колебаний  $\alpha$ -диапазона и увеличение медленноволновой активности ( $\theta$ - и  $\Delta$ - волны), а также снижение амплитуды  $\alpha$ -ритма ЭЭГ у пациентов с двигательными расстройствами гортани свидетельствует о преобладании влияния подкорковых структур и явлениях истощения нервных процессов в головном мозге, в т.ч. на фоне хронической гипоксии.

**Abstract.** Electroencephalography quantitative indicators of patients with bilateral vocal fold paralysis. Shydlovska T.A., Zemliak T.B. Treatment of patients with bilateral vocal fold paralyses remains a complicated task. Study of central mechanisms of realization of larynx functions in case of stenosis is of interest. By electroencephalography method (EEG) patients with bilateral vocal fold paralysis were examined: 55 patients without surgical treatment (group I), and 51 patients who had unilateral chordearytenoidotomy (group II). All the patients showed changes in percentage content of the  $\alpha$ - and  $\beta$ -rhythms and  $\Delta$ - and  $\theta$ -rhythms ("slow" waves). The group II patients demonstrated more pronounced rhythms, as compared with the control group. During the background recording, in group I the increase in the percentage content of the  $\Delta$ -rhythms in frontal and parietal directions up to  $28.2 \pm 2.3$  and  $29.2 \pm 2.4\%$ , was seen, the group II patients showed the increase in  $\Delta$ -activity up to  $32.2 \pm 2.8$  and  $35.4 \pm 2.9\%$  in frontal, temporal and parietal directions accordingly. Besides, the group II patients proved to have an increasing of  $\beta$ -rhythms activity in all the directions, as compared to the control group, as well as an increasing of  $\theta$ -rhythms in temporal and parietal directions. Herewith, the increase of  $\theta$ -rhythms in temporal directions up to  $21.4 \pm 2.2\%$ , was much higher as compared to group I data  $16.5 \pm 1.3\%$ . Besides, all the patients showed decrease in  $\alpha$ -rhythms amplitude. So, the redistribution of electroencephalography rhythms in the way of  $\alpha$ -range fluctuation decrease and increase of slow wave activity ( $\theta$ - и  $\Delta$ - waves), as well as  $\alpha$ -rhythms amplitude decrease in patients having vocal fold motor disorders testify to the prevailing influence of subcortical structures on the bioelectrical brain activity and facts of nervous processes depletion in brain, including chronic hypoxia of patients suffering from larynx stenosis of paralytic origin.

Центральна нервова система здійснює керування і координацію функцій різних елементів і структур голосового апарата, забезпечуючи роботу окремих ланок як одного цілого. При цьому формується ціла низка складних умовних рефлексів у підкоркових центрах та корі головного мозку. Існує чітка диференційна градація нервових структур у регулюванні певних механізмів голосоутворення. Безумовна регуляція дихальної функції поєднується зі складно-рефлекторним механізмом із залученням рефлексогенних зон гортані.

Важливу роль такі процеси відіграють у регуляції дихальної системи під час вокалізації [5]. Існують праці, присвячені вивченню стану нервової системи при функціональних порушеннях голосу [2-4]. Водночас характер порушень функціонування центральної нервової регуляції при наявності периферичних ушкоджень нервово-м'язового апарата гортані (парезів та паралічів) вивчено недостатньо. Особливої уваги в цьому плані потребують хворі з двобічними руховими порушеннями гортані, які перебувають в умовах хронічної гіпоксії. При забезпеченні дихальної функції ендоскопічним ендоларингеальним розширенням глоткової щілини в таких пацієнтів покращення дихальної функції знаходиться в оберненопропорційній залежності до якості голосу. Однак ці методики не можуть забезпечити нормальне функціонування гортані. Триває пошук альтернативних методів лікування хворих з двобічними паралічами гортані, у контексті чого набуває особливого значення вивчення центральних механізмів реалізації функцій гортані в умовах патологічного стану.

Мета нашої роботи – вивчення кількісних показників біоелектричної активності головного мозку за даними ЕЕГ у хворих з двобічними периферичними паралічами гортані.

#### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вивчено кількісні показники стану біоелектричної активності головного мозку за результатами ЕЕГ (відсотковий вміст домінуючих ритмів та амплітуди  $\alpha$ -активності) у хворих з двобічними паралічами гортані: 55 осіб, яким не застосовували хірургічне лікування стенозу гортані (І група) та 51 пацієнт (ІІ група), яким застосовували хірургічне лікування стенозу (понад 3 міс. після проведення ендоскопічної хордоаритеноїдотомії). У всіх хворих при ларингоскопії визначалися медіанне та/або парамедіанне положення голосових складок у момент максимального вдиху, давність рухових порушень понад 6 міс. Контролем слугували 15 практично

здорових осіб без відхилень у голосоутворюючому апараті та ознак дихальної недостатності.

Дослідження ЕЕГ здійснювали за допомогою комп'ютерного електроенцефалографа фірми «DX-системи» (Україна) за загальноприйнятою методикою. Для аналізу отриманих результатів використано методи математичної варіаційної статистики із застосуванням ліцензованого програмного забезпечення (STATISTICA v.13.3) згідно із загальновизначеними рекомендаціями [1]. Розраховували середнє статистичне значення показників – (М) та її похибку ( $\pm m$ ). Достовірність отриманих результатів оцінювали за критерієм t Стьюдента та Фішера.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз кількісних показників відсоткового розподілу основних ритмів ЕЕГ та амплітуди  $\alpha$ -ритму виявив відхилення від норми в усіх обстежених групах хворих вже при фоновому записі, виражені в різному ступені (табл. 1-4). Про це перш за все свідчила зміна співвідношення представленості (відсоткового вмісту)  $\alpha$ -,  $\beta$ - ритму, а також  $\Delta$ - і  $\theta$ -ритму («повільних» хвиль). Насамперед у хворих зберігалася загальна тенденція до зниження відсоткового вмісту  $\alpha$ -ритму та підвищення представленості  $\Delta$ - хвиль. Слід зазначити, що при різних етапах запису ЕЕГ та в різних відведеннях ці тенденції мали різну вираженість, але в багатьох випадках підтвердилися достовірною різницею значень відповідних середньостатистичних показників порівняно з контрольною групою. Але якщо в І групі вірогідна різниця була в лобних, тім'яних відведеннях тільки для  $\alpha$ - та  $\Delta$ -ритму, а в скроневих та стосовно  $\alpha$ - і  $\Delta$ - та  $\theta$ -ритму, то в ІІ групі (хворі з білатеральними паралічами гортані, яким була виконана ендоскопічна хордоаритеноїдотомія) негативні зміни були достовірними стосовно представленості всіх досліджуваних  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\theta$ - та  $\Delta$ -ритмів, окрім  $\theta$ -ритму в лобному відведенні. Вірогідні зміни в негативному напрямку спостерігалися в ІІ групі не лише відносно контрольної, але і деяких показників стосовно І групи. Отже, статистичний аналіз досліджуваних показників ЕЕГ засвідчив виражені достовірні зміни відсоткового вмісту домінуючих ритмів з переважанням сумарної повільнохвильової активності в пацієнтів, більш виражені у ІІ групі.

При цьому в І групі визначалося найбільше зниження вмісту  $\alpha$ - ритму в лобних, скроневих та тім'яних відведеннях при фоновому записі до  $30,2 \pm 2,2$ ,  $37,3 \pm 2,8$  та  $30,7 \pm 2,4\%$  відповідно. Також у хворих цієї групи відзначався достовірно збільшений вміст  $\Delta$ -ритму в лобних,

скроневиx та тiм'яних вiдведеннях при фоновому записi до 28,2±2,3, 24±2,8 та 29,2±2,4%. А в скроневиx вiдведеннях також пiдвищувався вiдсотковий вiмiст  $\theta$ -ритму до 17,6±1,7%, що вiрогiдно вище за контрольне значення – 12,1±1,8%.

Ще бiльш вираженi змiни спостерiгалися в пацiєнтiв II групи. Так, у них мало мiсце вiрогiдне збiльшення частки  $\Delta$ - активностi до 32,2±2,8; 26,8±2,1 та 35,4±2,9% у лобних, скроневиx i тiм'яних вiдведеннях. У пацiєнтiв цiєї

групи виявлено пiдвищену  $\beta$ - активнiсть у всiх вiдведеннях, а також збiльшення вiмiсту  $\theta$ -ритму в скроневиx та тiм'яних вiдведеннях.

Причому пiдвищення  $\theta$ -ритму у скроневиx вiдведеннях у II групi до 21,4±2,2% було вiрогiдно вищим за контроль, а також значення в I групi. При аналізі результатiв EEG нами також зафіксовано достовiрно вищий рiвень вiдсоткового вiмiсту  $\beta$ -ритму в лобних, тiм'яних та скроневиx вiдведеннях у хворих II групi, нiж у I групi.

Таблиця 1

**Вiдсотковий вiмiст домiнуючих ритмiв EEG (фоновий запис) у хворих з двобiчними периферичними паралiчами гортанi в лобних вiдведеннях, M±m**

Групи обстеження	Ритми, вiдведення F 7 лiва				Ритми, вiдведення F8 права			
	$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$
I	27,7±2,3	18,6±1,4	32,4±2,3	19,7±1,4	28,2±2,3	18,9±1,4	30,2±2,2	21,67±1,5
II	29,3±2,3	21,1±2,1	35,9±2,6	32,2±2,4	32,2±2,8	22,9±2,3	33,1±2,6	32,95±2
K	8,6±1,8	18,3±2,4	52,2±3,8	22,6± 2,3	8,6±1,8	16,5±2,6	52,3±3,2	22,8±1,9
t (K-I)	6,54**	0,11	-4,46**	-1,08	6,54**	0,82	-5,70**	-0,47
t (K-II)	7,17**	0,88	-3,53**	2,99*	6,97**	1,85	-4,68**	3,73**
t (I-II)	-0,51	-0,99	-1,00	-4,73**	-1,11	-1,49	-0,87	-4,59**

Примiтки: тут i в табл. 2-4 \*p<0,05; \*\*p<0,01- достовiрна рiзниця мiж показниками в групах; I та II – групи обстежуваних, K – контрольна група.

Отже, найбільш виражений перерозподіл вiдсоткового вiмiсту основних ритмiв у структурi картини EEG був виявлений нами в II групi. Здебiльшого це стосувалося показникiв  $\alpha$ -,  $\beta$ - та

$\Delta$ -ритму порiвняно з контрольною групою. Водночас не було суттєвої вiдмiнностi в показниках мiж I та II групою, за виключенням вiмiсту  $\beta$ -ритму та  $\theta$ -ритму в тiм'яних вiдведеннях.

Таблиця 2

**Вiдсотковий вiмiст домiнуючих ритмiв EEG (фоновий запис) у хворих з двобiчними периферичними паралiчами гортанi в скроневиx вiдведеннях, M±m**

Групи обстеження	Ритми, вiдведення T5 лiва				Ритми, вiдведення T6 права			
	$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$
I	24±2,8	16,5±1,3	38,8±2,5	21,2±1,8	23,3±1,8	17,6±1,7	37,3±2,8	20,2±1,52
II	28,1±2,2	21,4±2,2	43,3±2,4	35,1±2,3	26,8±2,1	19,3±2,1	48,8±3,2	32,2±3
K	5,6±1,8	11,5±1,9	59,5±3,8	20,9±2,6	5,8±1,9	12,1±1,8	64,2±4,2	21,2±2,2
t (K-I)	6,33**	2,15*	-4,56**	0,10	6,62**	2,26*	-5,36**	-0,39
t (K-II)	7,94**	3,38**	-3,62**	4,11**	7,37**	2,57*	-2,94**	2,98**
t (I-II)	-1,30	-1,90	-1,3	-4,81**	-1,27	-0,61	-2,74*	-3,61**

Таблиця 3

**Відсотковий вміст домінуючих ритмів ЕЕГ (фоновий запис) у хворих з двобічними периферичними паралічами гортані в тім'яних відведеннях,  $M \pm m$**

Групи обстеження	Ритми, відведення Р3 ліва				Ритми, відведення Р4 права			
	$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$
I	24,5±2,4	16,7±1,3	37,7±2,6	20,4±1,5	29,2±2,4	17,4±1,5	30,7±2,4	20,9±1,6
II	28,7±2,1	21,6±2,1	33,5±2,4	32,4±2,1	35,4±2,9	22,9±3	28,5±2,3	32,5±2,7
K	6,8±1,2	12,4±1,8	64,2±4,2	17,1±2,6	6,9±1,6	12,3±1,8	64,2±4,2	17,1±2,6
t (K-I)	6,60**	1,91	-5,36**	1,12	7,81**	2,17*	-6,90**	1,25
t (K-II)	9,10**	3,38**	-6,34**	4,60**	8,68**	3,05**	-7,43**	4,09**
t (I-II)	-1,31	-2,02	1,19	-4,71**	-1,67	-1,65	-0,67	-3,71**

Нами також було досліджено інтенсивність (амплітуда)  $\alpha$ -ритму. При цьому в обох групах спостерігалось зниження біоелектричної активності головного мозку, виражене в різному ступені. Найбільше, в тому числі різкого зниження

амплітуди, було в пацієнтів I групи. Деякою мірою це може свідчити про певну виснаженість нервових процесів на тлі хронічної гіпоксії в пацієнтів зі стенозом гортані паралітичного генезу (табл. 4).

Таблиця 4

**Амплітуда  $\alpha$ -ритму ЕЕГ лобного, скроневого, тім'яного, потиличного відведень у хворих з двобічними периферичними паралічами гортані, мкВ,  $M \pm m$**

Групи обстеження	Відведення ЕЕГ							
	F7	F8	T5	T6	P3	P4	O1	O2
I	17,7±1,3	27,5±2,8	57,7±2,8	45±2,9	45,8±2,3	22,2±2,6	60,5±3,7	62,7±3,9
II	23,7±1,6	39±2,3	63,15±3,8	39,4±2,3	34,8±3,7	23,3±2,1	63,5±3,8	65,7±3,9
K	52,2±2,9	54,9±2,4	57,8±2,7	58,5±2,8	59,5±2,6	61,2±2,4	63,2±2,9	62,9±2,8
t (K-I)	-11,83**	-7,42**	-0,02	-3,34**	-3,27**	-10,94**	-0,57	-0,05
t (K-II)	-9,53**	-4,81**	1,15	-5,24**	-5,45**	-11,83**	0,06	0,58
t (I-II)	-2,97**	-3,16**	-1,15	1,51	2,23*	0,34	-0,56	-0,55

Примітка. Непарні позначки відведень – лівий бік, парні – правий.

У хворих з паралічами гортані не спостерігалось достовірного зниження середньостатистичних значень амплітуди  $\alpha$ -ритму ЕЕГ в потиличних відведеннях. Цей показник знижувався в лобному, скроневому, тім'яному відведеннях щодо контролю. При цьому амплітуда  $\alpha$ -ритму в лобному та тім'яному відведеннях у I групі відрізнялася від показників II групи. Так, у I групі в лобному відведенні амплітуда  $\alpha$ -ритму

становила 17,7±1,3 мкВ, у тім'яному відведенні – 45,8±2,3 мкВ, тоді як у II групі значення амплітуди сягало 23,7±1,6 мкВ та 34,8±3,7 мкВ відповідно. Отже, у хворих II групи в лобних відведеннях амплітуда альфа  $\alpha$ -ритму була достовірно вищою, а в скроневих – достовірно нижчою, ніж без операції.

Перерозподіл ритмів ЕЕГ у напрямку зменшення частки коливань  $\alpha$ -діапазону та

збільшення повільнохвильової активності ( $\theta$ - та  $\Delta$ -хвилі) у пацієнтів з двобічними периферичними паралічами гортані свідчить про переважання впливу підкіркових структур на біоелектричну активність головного мозку. Зазначимо, що найбільшою мірою такі зміни спостерігалися у хворих, які за даними спірометрії мали ознаки вираженої дихальної недостатності. У таких пацієнтів мало місце зниження відсоткового вмісту  $\alpha$ - ритму і зростання представленості  $\Delta$ -хвиль, особливо в передніх проєкціях (лобні та скроневі відведення). Поява цих ознак є свідченням дисфункції глибоких структур головного мозку, насамперед дієнцефально-стовбурових та в деяких випадках медіобазальних. Вищезазначені функціональні зміни біоелектричної активності головного мозку виникають у таких хворих на тлі вентиляційної обструктивної недостатності зовнішнього дихання, і, як наслідок, дихальної (респіраторної) та тканинної гіпоксії. На нашу думку, це можна пояснити безумовною відповіддю центральної регуляції організму, спрямованої на компенсаторне корегування основних показників дихання: глибини, ритму та частоти для підтримання основних гомеостатичних показників організму в межах фізіологічної норми.

Також слід відмітити певне посилення негативних змін картини ЕЕГ після хірургічного лікування стенозу, а саме проведення ендоскопічної хордоаритеноїдотомії (II група). Це ставить питання до роздуму. Такі зміни зберігаються або посилюються на фоні забезпечення компенсації стану зовнішнього дихання, що є підтвердженням під час спірометричного дослідження. Отже, явища гіпоксії після хірургічного лікування стенозу послаблюються або усуваються. Цю ситуацію деякою мірою можна пояснити регуляцією дихальної функції гортані, що здійснюється також і за рахунок складно-рефлекторного механізму зі зворотним зв'язком. При цьому сигнали з рефлексогенних зон гортані поступають до ядер зорового горбка і кори головного мозку, що зумовлює низку рефлекторних впливів на гортань з підкоркових та коркових центрів. Зміна архітекτονіки гортані, яка виникає під час виконання статичного методу хірургічного лікування стенозу паралі-

тичного генезу, ускладнює взаємокоординацію рефлексогенних зон гортані та структур головного мозку, через що сприймається останнім як «поломка» всього апарату гортані і «спотворює» інтегративний механізм взаємодії центральних та периферичних відділів нервової регуляції її діяльності. Також значним навантаженням наразі може бути і необхідність перебудови всього організму у відповідь на нові виникаючі умови аеродинаміки верхніх дихальних шляхів. Певне значення має врегулювання в нових умовах основних гомеостатичних параметрів організму тощо.

У зв'язку з вищеперерахованим важливо врахувати не тільки стан роботи периферичного нервово-м'язового апарату гортані, а й центрального контуру регуляції багатоступеневого процесу голосоутворення для адекватної оцінки голосової функції в пацієнтів з білатеральними паралічами гортані. Особливого значення це набуває на сучасному етапі розвитку медицини та науки, коли основним напрямком досліджень у розробці нових методів хірургічного лікування парезів та паралічів гортані є відновлення динамічного профілю, притаманного нормальному функціонуванню гортані, а не лише забезпечення дихальної функції.

#### ВИСНОВКИ

1. Дослідження біоелектричної активності головного мозку за даними ЕЕГ у хворих з периферичними двобічними паралічами гортані об'єктивно виявило в них порушення функціонального стану ЦНС.

2. У хворих з периферичними двобічними паралічами гортані перерозподіляються домінуючі ритми ЕЕГ. Насамперед мають місце достовірні зниження відсоткового вмісту  $\alpha$ -ритму та підвищення представленості  $\Delta$ -хвиль, особливо в лобних і скроневих відведеннях як при фоновому запису, так і при функціональних навантаженнях.

3. Урахування даних ЕЕГ при загальному оцінюванні стану хворих з двобічними паралічами гортані створює передумови для пошуку більш ефективних лікувально-реабілітаційних заходів у таких хворих.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антомонов М. Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. Киев: Мединформ, 2017. 578 с.

2. Шидловская Т. А., Волкова Т. В., Шемли Моха-мед. Изменения основных ритмов электроэнцефалографии у больных с гипотонусной дисфонией с разной

степеню порушень діяльності голосового апарату. *Оториноларингологія. Вост. Евр.* 2016. Т. 3. С. 236-237.

3. Brain activity during phonation in women with muscle tension dysphonia: An fMRI / M. Kryshchopava et al. *J Voice*. 2017. Vol. 31, No. 6. P. 675-690. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.03.010>

4. Brain activity related to phonation in young patients with adductor spasmodic dysphonia / A. Kiyuna

et al. *Auris Nasus Larynx*. 2014. Vol. 41, No. 3. P. 278-284. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anl.2013.10.017>

5. Ludlow C. L. Central Nervous System Control of Voice and Swallowing. *J Clin Neurophysiol*. 2015. Vol. 32, No. 4. P. 294-303.

DOI: <https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000186>

## REFERENCES

1. Antomonov MY. [Mathematical processing and analysis of biomedical data]. Kyiv: Medinform; 2017 p. 578. Russian.

2. Shydlovska TA, Volkova TV, Shemli Mokhamed. [Percentage distribution electroencephalography basic rhythms of patients suffering hypotonic dysphonia having different degrees of voice apparatus disorders according to videolaryngostroboscopy]. *Otorhinolaryngology. Eastern Europe*. 2014;2(15):36-47. Russian.

3. Kryshchopava M, Lierde K Van, Meerschman I, et al. Brain activity during phonation in women with muscle

tension dysphonia: An fMRI. *J Voice*. 2017;31(6):675-90. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.03.010>

4. Kiyuna A, Maeda H, Higa A, et al. Brain activity related to phonation in young patients with adductor spasmodic dysphonia. *Auris Nasus Larynx*. 2014;41(3):278-4. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anl.2013.10.017>

5. Ludlow CL. Central Nervous System Control of Voice and Swallowing. *J Clin Neurophysiol*. 2015;32(4):294-303.

doi: <https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000186>

Стаття надійшла до редакції  
26.12.2019

