

М.С. КОЗАК, Т.В. ВОЛКОВА, Н.О. ПЕЛЕШЕНКО, В.А. ГВОЗДЕЦЬКИЙ

ОСОБЛИВОСТІ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЗА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ДИСФОНІЙ ТА ОРГАНІЧНОЇ ПАТОЛОГІЇ ГОРТАНІ

*Державна установа "Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка
Національної академії медичних наук України", м. Київ, Україна*

Порушення голосової функції суттєво знижують якість життя пацієнтів [1], обмежують їхні соціально-комунікативні зв'язки та зменшують працездатність осіб голосомовних професій [2]. Хронічні дисфонії, особливо ускладнені, важко піддаються лікуванню та схильні до рецидивів [3]. Проблеми з голосоутворенням негативно впливають на психоемоційний стан пацієнтів [4] і можуть призводити до змін функціонального стану центральної нервової системи (ЦНС) [5].

Голосоутворювальна система є високодетермінованою регуляторною функцією головного мозку [5]. Унікальність цього комплексу полягає в тому, що він не має окремого, ізольованого анатомічного субстрату, який належало б виключно фонологічній системі [6]. Процес фонації забезпечується інтегрованою та збалансованою взаємодією респіраторних, ларингеальних і артикуляційних структур під координувальним контролем центральної нервової системи (ЦНС) [7]. Будь-який дисбаланс у цій складній ієрархічній системі регуляції та зворотного зв'язку може призвести до розладів голосоутворення [8, 9]. Зокрема, функціональні дисфонії часто маніфестують на тлі змін функціонального стану ЦНС (наприклад, за вегетативної дисфункції чи психоемоційного стресу) і можуть виступати раннім клінічним симптомом низки неврологічних розладів [10, 11].

Електроенцефалографія (ЕЕГ) є об'єктивним, неінвазивним та високочутливим методом дослідження, який дає змогу

оцінити інтегральний стан біоелектричної активності головного мозку в режимі реального часу [12]. Сучасний нейрофізіологічний аналіз ЕЕГ-патернів дозволяє верифікувати тонкі функціональні зміни кори та підкіркових структур, а також оцінити стан процесів гальмування та збудження у центральній нервовій системі [13]. З огляду на складну ієрархічну організацію голосоутворення, застосування ЕЕГ є патогенетично обґрунтованим для виявлення порушень кірково-підкіркової інтеграції та нейрональної синхронізації, які часто супроводжують як функціональні розлади голосу, так і хронічну органічну патологію гортані [9, 14].

Мета роботи – дослідити особливості біоелектричної активності головного мозку за даними електроенцефалографії у пацієнтів із функціональними дисфоніями та органічною патологією гортані.

Матеріали і методи дослідження

Обстежено 120 пацієнтів із порушеннями голосової функції, яких було розподілено на чотири клінічні групи. До 1-ї групи увійшли 25 осіб із функціональною гіпотонусною дисфонією (ФГД) легкого ступеня; 2-гу групу сформували 30 пацієнтів із ФГД середнього ступеня; 3-ю групу склали 34 пацієнти з ускладненим перебігом ФГД (передвузликовий стан, вузлики, витончення медіального краю голосових складок); 4-ту групу – 31 пацієнт із поєднанням функціональної дисфонії та органічної патології гортані (переважно у вигляді вузликів і

фібром). У пацієнтів 4-ї групи також спостерігався різного ступеня вираженості гіпертонус вестибулярного відділу гортані. Контрольну групу склали 15 практично здорових осіб без патології голосового апарату. Критеріями виключення з дослідження були: перенесена нейроінфекція, черепно-мозкова травма, органічні ураження центральної нервової системи (ЦНС) та гострі запальні захворювання в анамнезі.

Електроенцефалографічне дослідження (ЕЕГ) виконували за допомогою комп'ютерного комплексу фірми «DX-системи» (Україна). Запис здійснювали в сидячому положенні пацієнта за умови максимального розслаблення м'язів задля мінімізації рухових та міографічних артефактів. Обстеження проводили в спеціально обладнаному екранованому та звукоізованому приміщенні. Активні електроди накладали за міжнародною схемою «10–20», рекомендованою Міжнародною федерацією клінічної нейрофізіології, із рівномірним охопленням лобових, скроневих та потиличних ділянок обох півкуль головного мозку. У місцях фіксації електродів шкіру голови попередньо знежирювали 96 % розчином етанолу. Протокол дослідження включав реєстрацію фоновіої біоелектричної активності, а також запис ЕЕГ під час проведення функціональних проб: відкривання та закривання очей (реакція активації), ритмічної фотостимуляції, затримки дихання та трихвилинної гіпервентиляції.

Візуально-графічну оцінку електроенцефалограм здійснювали з урахуванням ключових критеріїв, що диференціюють нормальну біоелектричну активність від патологічних змін [15]. Під час якісного аналізу оцінювали амплітудно-частотну симетричність запису, просторову організованість і стабільність основних ритмів, вираженість зональних розбіжностей, а також наявність і характер патологічної (зокрема, пароксизмальної чи дифузної) та синхронізованої активності. Кількісний аналіз зареєстрованих ЕЕГ-сигналів передбачав математичне обчислення спектральної потужності та відсоткового вмісту (індексу вираженості) основних частотних діапазонів головного мозку.

Результати

Візуально-графічний аналіз електроенцефалограм пацієнтів із ФГД дозволив виявити різного ступеня вираженості відхилення від норми у функціональному стані ЦНС. У представників усіх клінічних груп зафіксовано зміни ЕЕГ-патернів, які свідчать про подразнення коркових структур головного мозку [9]. Водночас у пацієнтів із ускладненим перебігом ФГД (3-тя та 4-та групи) у патологічний процес додатково залучалися діенцефальні та діенцефально-стовбурові структури [10]. У загальній когорті обстежених спостерігалися явища десинхронізації та дезорганізації основних кіркових ритмів, згладженість зональних розбіжностей, загострення вершин хвиль альфа- та бета-діапазонів, а також виражені дифузні зміни іритативного характеру.

Найчастіше на електроенцефалограмах виявляли тенденцію до збільшення частоти основного кіркового ритму, внаслідок чого він набував загостреного контуру. Спостерігалася схильність біоелектричної активності до дезорганізації та десинхронізації, висока представленість високочастотних десинхронізованих осциляцій, а також згладженість або чітка тенденція до нівелювання зональних розбіжностей. Нерідко реєструвалася пароксизмальна активність у вигляді поодиноких гострих хвиль, загострених тета-осциляцій та поодиноких комплексів «гостра хвиля – повільна хвиля» [16]. Рівень представленості повільнохвильової активності суттєво зростав під час трихвилинної гіпервентиляції, переважно у фронтальних відведеннях, що вказувало на іритацию лімбіко-діенцефально-стовбурових структур головного мозку [10]. У частини пацієнтів спостерігалася різного ступеня вираженості загальне зниження амплітуди біоелектричної активності, найбільш помітне у скроневих проекціях. Крім того, у пацієнтів з ускладненим перебігом ФГД (особливо за умов функціональних навантажень) часто фіксувалися дифузні тета- та дельта-хвилі, а також їхні групові спалахи. Зазначені електроенцефалографічні зміни мали дифузний (генералізований) і симетричний характер, а їхня вираженість варіювала від легкої до помірної.

У 1-й групі провідними були ознаки іритатії (подрознення) кіркових структур головного мозку. Це виявлялося переважанням β -активності, спалахами високочастотного дезорганізованого α -ритму із загостреними контурами хвиль у всіх відведеннях, а також наявністю поодиноких гострих потенціалів. Зазначені зміни іритативного характеру, дезорганізація ЕЕГ-картини та певна згладженість зональних розбіжностей помірно маніфестували вже під час реєстрації фонового запису і суттєво посилювалися під впливом трихвилинної гіпервентиляції. Крім того, у частини пацієнтів цієї групи реєструвалося незначне дифузне зниження амплітуди біоелектричної активності, найбільш виражене у скроневих проекціях.

У 2-й групі описані вище зміни ЕЕГ-патернів були помітнішими, ніж у 1-й, і чітко реєструвалися вже під час фонового запису. У пацієнтів цієї когорти спостерігалось зниження амплітудної характеристики основних ритмів у поєднанні з ознаками посилення повільнохвильової активності, переважно у фронтальних відведеннях. Ефективність засвоєння нав'язаних ритмів під час фотостимуляції оцінювалася як середня. Наведені прояви суттєво посилювалися за умов трихвилинної гіпервентиляції. Таким чином, у пацієнтів 2-ї групи констатовано помірні дифузні зміни біоелектричної активності головного мозку з ознаками залучення в патологічний процес діенцефальних центрів на тлі вираженої іритатії коркових структур.

У пацієнтів 3-ї групи зазначені електроенцефалографічні ознаки були ще чіткішими, а проведення функціональних навантажень виявило значне послаблення або повну відсутність реакції активації. На ЕЕГ реєструвалися поодинокі повільні хвилі із загостреним контуром, а також пароксизми гострих α - та β -хвиль, переважно у скроневих і потиличних проекціях. Крім того, з'являлися поодинокі комплекси «гостра хвиля – повільна хвиля». Описані прояви суттєво наростали у відповідь на трихвилинну гіпервентиляцію. Загалом таку ЕЕГ-картину можна охарактеризувати як помірні дифузні зміни біоелектричної активності головного мозку з ознаками залучення до патологічно-

го процесу діенцефальних та діенцефально-стовбурових структур.

У 4-й групі пацієнтів, поряд з описаними вище проявами, реєструвалася найбільша кількість ознак іритатії. Про виражене подразнення кіркових, діенцефальних та діенцефально-стовбурових структур у цієї когорти обстежених свідчили численні гострі хвилі, комплекси «гостра хвиля – повільна хвиля», а також гіперсинхронні дезорганізовані спалахи активності. На ЕЕГ цих пацієнтів дифузні пароксизми загострених α - та β -хвиль, а також повільні δ - і θ -осциляції із загостреним контуром спостерігалися значно частіше. Вони фіксувалися в усіх відведеннях уже під час фонового запису та критично наростали при гіпервентиляції, поєднуючись із нерегулярними високоамплітудними спалахами гострих хвиль. Ознаки іритатії кори головного мозку були максимальними саме в цій групі: констатовано повне нівелювання зональних розбіжностей, глибоку дезорганізацію та десинхронізацію основних ритмів, а також загальне (місцями різке) зниження амплітуди біоелектричної активності. Ефективність засвоєння нав'язаних ритмів під час фотостимуляції була низькою або ареактивною. Загалом ЕЕГ-картину пацієнтів 4-ї групи можна охарактеризувати як виражені дифузні зміни біоелектричної активності головного мозку з чіткими ознаками залучення діенцефально-стовбурових структур.

Таким чином, у групах обстежених пацієнтів із ФГД, особливо за ускладненого перебігу, спостерігаються виражені зміни ЕЕГ-патернів. При цьому у 3-й та 4-й групах констатовано загальне зниження амплітуди біоелектричної активності головного мозку, а патологічні ознаки чітко проявлялися вже під час реєстрації фонового запису. З огляду на наявність міжгрупової варіабельності ключових характеристик ЕЕГ, було проведено окремий аналіз структури дифузних змін для кожної клінічної групи з виділенням таких провідних (превалювальних) факторів:

І фактор – ознаки іритатії (подрознення) кіркових структур;

II фактор – ознаки одночасного залучення діенцефальних центрів та кори головного мозку;

III фактор – патологічні зміни на рівні діенцефально-стовбурових та кіркових структур;

IV фактор – стійке зниження амплітуди біоелектричної активності головного мозку (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл пацієнтів із ФГД за провідними характеристиками ЕЕГ-патернів

Клінічні групи	Кількість спостережень (n)	Подразнення кіркових структур, %	Подразнення діенцефальних структур, %	Подразнення діенцефально-стовбурових структур, %	Виражене зниження біоелектричної активності, %
1-ша група	25	100,0	12,0	—	—
2-га група	30	100,0	36,6	23,3	16,6
3-тя група	34	100,0	47,0	29,4	30,3
4-та група	31	100,0	22,6	77,4	61,2

Аналіз наведених у таблиці даних свідчить, що ознаки іритації кіркових відділів головного мозку спостерігалися в усіх без винятку обстежених пацієнтів із ФГД. Водночас залучення глибоких структур (діенцефальних та діенцефально-стовбурових), а також депресія біоелектричної активності наростали в групах відповідно до погіршення функціонального стану голосового апарату. Зокрема, у пацієнтів 4-ї групи, які мали найтяжчий ступінь порушення голосоутворення, у більшості випадків провідними характеристиками ЕЕГ-патерну були подразнення діенцефально-стовбурових структур (77,4 % спостережень) та зниження біоелектричної активності (61,2 %). Натомість у представників 1-ї групи реєструвалася переважно ізольована іритація кіркових структур, тоді як випадків залучення діенцефально-стовбурових відділів або вираженого зниження амплітуди ЕЕГ-сигналу зафіксовано не було.

Клінічні приклади характерних ЕЕГ-патернів у пацієнтів із ФГД різних клінічних груп наведено на рисунках 1–5.

На рисунку 1 представлено фонову ЕЕГ пацієнтки з ФГД (1-ша група). На записі чітко візуалізуються виражені зміни іригаторного характеру: α - та β -осциляції мають загострений контур, а основні кіркові ритми є переважно дезорганізованими. Вищоамплітудна β -активність реєструється переважно у фронтальних (задньолобових)

та скроневих проекціях. При цьому зберігаються поодинокі елементи просторової модуляції α -ритму.

На рисунку 2 представлено фоновий запис ЕЕГ пацієнтки з ФГД (2-га група). Основні кіркові ритми дезорганізовані, просторові зональні розбіжності розмиті. Чітко візуалізуються ознаки іритації діенцефальних структур головного мозку у вигляді коротких пароксизмів гіперсинхронної повільнохвильової активності із загостреним контуром хвиль, спалахів дезорганізованих низькочастотних α -осциляцій, а також поодиноких гострих потенціалів.

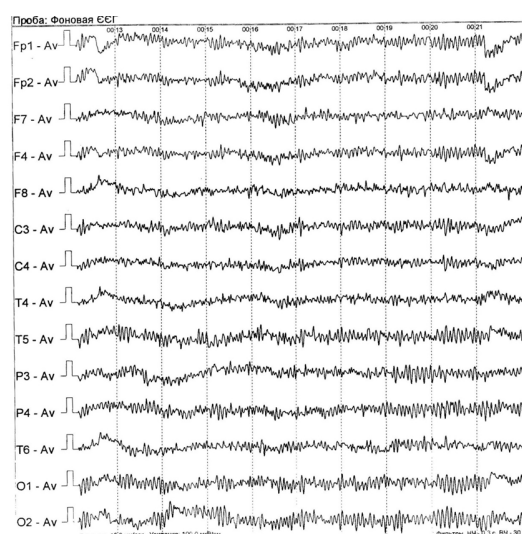


Рис. 1. Патерн фонові ЕЕГ пацієнтки з функціонально гіпотонусною дисфонією (1-ша група).

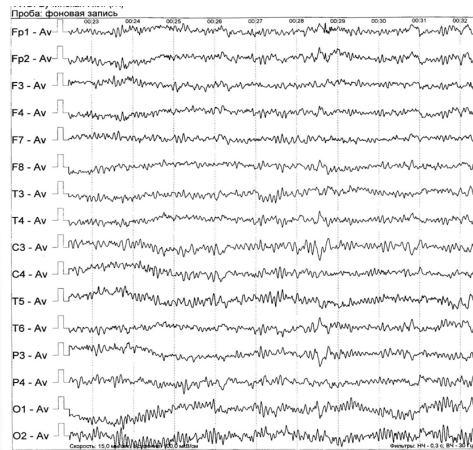


Рис. 2. Патерн фоновієї ЕЕГ пацієнтки Б., 36 років, із функціональною гіпотонусною дисфонією (2-га група).

На рисунку 3 представлено фоновий запис ЕЕГ пацієнтки з функціональною гіпотонусною дисфонією (3-тя група), ускладненою вузликами голосових складок (тривалість анамнезу – 5 років). На ЕЕГ фіксується дифузне зниження амплітуди біоелектричної активності головного мозку. Спостерігаються ознаки вираженої іритації кіркових та дієнцефальних структур, що проявляється підвищенням частотних характеристик основного ритму, появою поодиноких гострих хвиль, а також груповими спалахами загострених β -осциляцій у всіх відведеннях. Основні ритми глибоко дезорганізовані, просторові зональні розбіжності повністю згладжені.

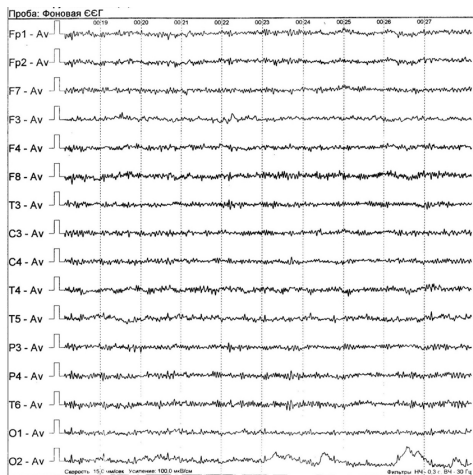


Рис. 3. Патерн фоновієї ЕЕГ пацієнтки з ускладненим перебігом функціональної гіпотонусної дисфонії (3-тя група).

На рисунку 4 представлено фоновий запис ЕЕГ пацієнта з поєднанням хронічної функціональної гіпотонусної дисфонії та органічної патології гортані у вигляді вузликів голосових складок, що супроводжується гіпертонусом вестибулярного відділу гортані (4-та група). На тлі вираженого зниження амплітуди біоелектричної активності головного мозку визначаються дифузні зміни з ознаками залучення дієнцефальних центрів та кіркових структур. У спектрі потужності превалює β -активність, реєструється значна кількість гострих хвиль, найбільш помітних у потилично-задньоскроневих проєкціях. Основні ритми глибоко дезорганізовані, просторові зональні розбіжності повністю згладжені.

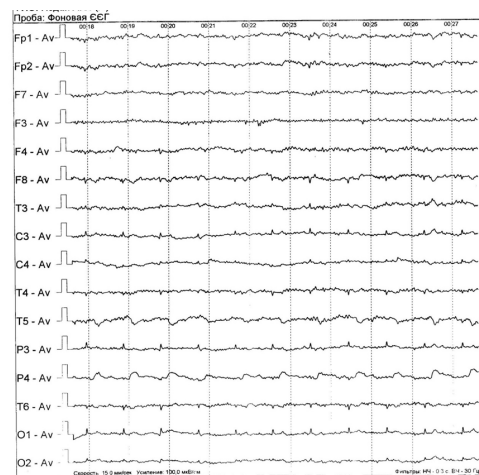


Рис. 4. Патерн фоновієї ЕЕГ пацієнта з поєднанням функціональної дисфонії та органічної патології гортані (4-та група).

На рисунку 5 представлено запис ЕЕГ пацієнтки з хронічною, часто рецидивувальною функціональною гіпотонусною дисфонією (4-та група), ускладненою псевдоскладковим механізмом голосоутворення та новоутворенням голосової складки, під час проведення функціональної проби. На ЕЕГ реєструються виражені дифузні зміни біоелектричної активності з ознаками іритації кори: кіркові ритми глибоко дезорганізовані, просторові зональні розбіжності практично відсутні. Фіксуються чіткі ознаки залучення дієнцефально-стовбурових структур головного мозку у вигляді гострих потенці-

алів, дезорганізованих α -хвиль із загостреним контуром та високої представленості θ -осциляцій із загостреними вершинами, переважно у фронтальних відведеннях. Наведені патологічні ознаки суттєво посилилися на 3-й хвилині гіпервентиляції.

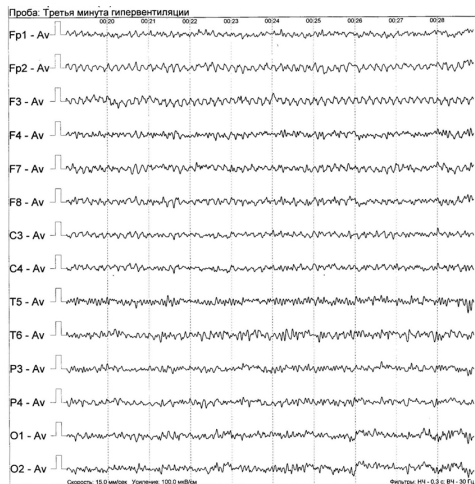


Рис. 5. Патерн ЕЕГ на 3-й хвилині гіпервентиляції пацієнтки з ускладненою хронічною функціональною дисфонією (4-та група).

Обговорення отриманих результатів

Результати проведеного дослідження свідчать про наявність виражених процесів десинхронізації та дезорганізації кіркових ритмів у пацієнтів із розладами голосового апарату. На системний характер нейрофізіологічних порушень вказують стійка тенденція до згладженості просторових зональних розбіжностей, зміщення частотних співвідношень основних ритмів ЕЕГ, а також дифузне зниження амплітуди сигналу порівняно з нормативними показниками. При цьому функціональні зміни біоелектричної активності головного мозку мали чітку негативну динаміку у міру погіршення клінічного стану голосоутворювального комплексу. Зокрема, патологічні патерни виявилися максимальними у пацієнтів 4-ї групи, де ускладнений перебіг поєднувався з органічною патологією гортані та вираженим гіпертонусом вестибулярного відділу. У цієї когорти обстежених провідними були ознаки деструктивного залучення глибоких лімбіко-діенцефальних та стовбурових структур головного мозку [6].

Наявністю дисфункції на рівні лімбіко-діенцефально-стовбурових центрів, які регулюють вегетативний гомеостаз, логічно пояснюється висока частота соматоформних скарг у пацієнтів 3-ї та 4-ї груп. Клінічна картина в них супроводжувалася хронічним головним болем, системним запамороченням, стійкими порушеннями сну (інсомнією) та психоемоційною лабільністю (дратівливістю) [10, 17]. З огляду на це, пацієнти з ускладненим перебігом ФГД та супутньою органічною патологією гортані потребують додаткового ретельного обстеження стану центральної нервової системи із застосуванням об'єктивних електрофізіологічних методів, насамперед електроенцефалографії. Врахування виявлених ЕЕГ-патернів має критичне значення для розробки персоналізованих лікувально-діагностичних протоколів комплексної терапії та медичної реабілітації [4, 12].

Таким чином, виявлена нами закономірність доводить, що центральні регуляторні зміни з боку ЦНС є суттєво глибшими у групах із деструктивними та поєднаними ураженнями гортані (3-тя та 4-та групи). Це підтверджує гіпотезу про наявність прямого патогенетичного взаємозв'язку між ступенем дезорганізації біоелектричної активності головного мозку, станом ларингеальної моторної кори та клінічними маніфестаціями хронічної дисфонії [6, 10].

Висновки

1. За даними електроенцефалографічного дослідження у пацієнтів із ФГД виявлено виражені дифузні зміни біоелектричної активності головного мозку. Вони характеризуються десинхронізацією та дезорганізацією кіркових ритмів, нівелюванням просторових зональних розбіжностей, наявністю іритативного компонента, а також залученням підкіркових лімбіко-діенцефальних і стовбурових структур на тлі загального зниження амплітуди ЕЕГ-сигналу.

2. Констатовано пряму залежність між глибиною нейрофізіологічних порушень ЦНС та ступенем важкості ураження голосоутворювального апарату. У міру хронізації та ускладнення перебігу дисфонії (3-тя та 4-та клінічні групи) патологічні зміни трансформуються від ізольованої кіркової

іритатії до вираженої дисфункції глибоких дієнцефальних та дієнцефально-стовбурових регуляторних центрів.

3. Отримані результати розширюють уявлення про роль нейродинамічних процесів головного мозку та дисбалансу центральних механізмів ларингеального контролю в патогенезі розладів голосу. Зафіксовані

ЕЕГ-патерни є прогностично значущими критеріями, врахування яких дає змогу оптимізувати диференційну діагностику, прогнозувати перебіг захворювання та підвищити ефективність комплексних лікувально-діагностичних і реабілітаційних заходів за різних форм функціональної гіпотонусної дисфонії.

References

1. Wilson JA, Deary IJ, Millar A, MacKenzie K. The quality of life impact of dysphonia. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 2002 Jun;27(3):211-5. doi: 10.1046/j.1365-2273.2002.00559.x. PMID: 12071993.
2. Cohen SM, Kim J, Roy N, Asche C, Courey M. Self-reported impact of dysphonia in a primary care population: an epidemiological study. *Laryngoscope*. 2010 Oct;120(10):2022-32. doi: 10.1002/lary.21058. PMID: 20830762.
3. Stachler RJ, Francis DO, Schwartz SR, Damask CC, Digoy GP, Krouse HJ, et al. Clinical practice guideline: hoarseness (dysphonia) (update). *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018 Mar;158(1_suppl):S1-S42. doi: 10.1177/0194599817751030. PMID: 29494316.
4. Reiter R, Rommel D, Brosch S. Anxiety, depression, and quality of life in functional dysphonia. *J Voice*. 2013 Nov;27(6):783.e1-9. doi: 10.1016/j.jvoice.2013.04.009. PMID: 23142340.
5. Ludlow CL. Central nervous system control of voice and swallowing. *J Clin Neurophysiol*. 2015 Aug;32(4):294-303. doi: 10.1097/WNP.000000000000186. PMID: 26241238.
6. Simonyan K. The functional anatomy of speech production: a review. *Front Hum Neurosci*. 2014 Jun 20;8:417. doi: 10.3389/fnhum.2014.00417. PMID: 24917812.
7. Belyk M, Brown S, Lim J, Sataloff RT. Central autonomic mechanisms involved in the control of laryngeal-respiratory patterns. *J Voice*. 2024 Mar;38(2):265-275. doi: 10.1016/j.jvoice.2022.08.012. PMID: 38392336.
8. Houde JF, Nagarajan SS. Speech production as state feedback control. *Front Hum Neurosci*. 2011 Oct 28;5:82. doi: 10.3389/fnhum.2011.00082. PMID: 22016738.
9. Jafari N, Dehqan A, Khodaei MR, Sataloff RT. Central voice production and pathophysiology of spasmodic and functional voice disorders. *J Voice*. 2018 Jan;32(1):111-120. doi: 10.1016/j.jvoice.2017.04.001. PMID: 28543038.
10. Dietrich M, de Alwis S, van Mersbergen M. Exploring autonomic dysfunction in functional dysphonia. *J Voice*. 2024 Sep;38(5):1102-1115. doi: 10.1016/j.jvoice.2022.12.015. PMID: 39254146.
11. Naqvi Y, Gupta V. Functional voice disorders. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: nih.gov PMID: 33085329.
12. Biasucci A, Franceschiello B, Murray MM. Electroencephalography. *Curr Biol*. 2019 Feb 4;29(3):R80-R83. doi: 10.1016/j.cub.2018.11.031. PMID: 30721678.
13. Tatum WO, Rubboli G, Kaplan PW, Mirsafari SM, Radhakrishnan K, Gloss D, et al. Clinical EEG expert commentary: Electroencephalography in the 21st century. *Neurodiagnostic J*. 2018;58(4):195-224. doi: 10.1080/21646821.2018.1524317. PMID: 30485145.
14. Michel CM, Koenig T. EEG microstates as a tool for studying the temporal dynamics of whole-brain neuronal networks: A review. *Neuroimage*. 2018 Oct 15;180(Pt B):577-593. doi: 10.1016/j.neuroimage.2017.11.062. PMID: 29196270.
15. Schomer DL, Da Silva FL, editors. *Niedermeyer's electroencephalography: basic principles, clinical applications, and related fields*. 7th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2018. 1294 p.
16. Kane N, Acharya JN, Beniczky S, Cravo S, Hecker AM, Kaplan PW, et al. A Glossary of Terms Most Commonly Used by Clinical Electroencephalographers and Proposals for the Report Form for EEG Findings: Revised 2024. *J Clin Neurophysiol*. 2024 Jul;41(5):412-432. doi: 10.1097/WNP.0000000000001082.
17. Chang Woo Lee. Central Mechanisms and Pathophysiology of Laryngeal Dystonia: An Up-to-Date Review. *J Voice*. 2024 Aug;40(4):512-524. doi: 10.1016/j.jvoice.2024.07.007.

Надійшла до редакції 14.07.2026

© М.С. Козак, Т.В. Волкова, Н.О. Пелешенко, В.А. Гвоздецький, 2026

ОСОБЛИВОСТІ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЗА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ДИСФОНІЙ ТА ОРГАНІЧНОЇ ПАТОЛОГІЇ ГОРТАНІ

Козак МС, Волкова ТВ, Пелешенко НО, Гвоздецький ВА
Державна установа "Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка
Національної академії медичних наук України", м. Київ, Україна
Email: lorprof6@ukr.net

А н о т а ц і я

Вступ. порушення голосоутворення суттєво знижують якість життя пацієнтів та працездатність осіб голосомовних професій. Фонація забезпечується складною системою під координувальним контролем центральної нервової системи (ЦНС), а функціональні розлади голосу часто супроводжуються вегетативною дисфункцією та змінами психоемоційного стану, що зумовлює патогенетичну доцільність нейрофізіологічного моніторингу за допомогою електроенцефалографії (ЕЕГ).

Мета роботи. Дослідити особливості біоелектричної активності головного мозку за даними електроенцефалографії у пацієнтів із функціональними дисфоніями та органічною патологією гортані.

Матеріали та методи. Обстежено 120 пацієнтів із порушеннями голосової функції, розподілених на чотири групи: 1-ша група – 25 осіб із функціональною гіпотонусною дисфонією (ФГД) легкого ступеня; 2-га група – 30 осіб із ФГД середнього ступеня; 3-тя група – 34 пацієнти з ускладненим перебігом ФГД (передувзликовий стан, вузлики, витончення медіального краю голосових складок); 4-та група – 31 пацієнт із поєднанням ФГД, органічної патології гортані та гіпертонусу вестибулярного відділу. Контрольну групу склали 15 здорових осіб. Запис ЕЕГ виконували за міжнародною схемою «10–20» у стані спокою та під час функціональних проб (фотостимуляція, гіпервентиляція).

Результати. Візуально-графічний аналіз ЕЕГ виявив дифузні зміни кіркової активності в усіх пацієнтів із ФГД. У 1-й та 2-й групах превалювали ознаки іризації кори (β -активність та спалахи дезорганізованого α -ритму із загостреним контуром хвиль). У 3-й та 4-й групах патологічний процес трансформувався у виражену дисфункцію глибоких діенцефальних та діенцефально-стовбурових структур, що супроводжувалося пароксизмальними спалахами, комплексами «гостра хвиля – повільна хвиля» та суттєвим (місцями різким) зниженням амплітуди ЕЕГ-сигналу. Патологічні ознаки фіксувалися вже у фоні та критично наростали на 3-й хвилині гіпервентиляції, поєднуючись із високою частотою соматоформних скарг (цефалгія, інсомнія, дратівливість) у пацієнтів старших груп.

Висновки. Констатовано пряму залежність між глибиною нейрофізіологічних порушень ЦНС та ступенем важкості ураження голосового апарату. Зафіксовані ЕЕГ-патерни свідчать про перехід від ізольованої кіркової іризації до глибокого розбалансування підкіркових регуляторних центрів у міру хронізації процесу, що є прогностично значущим критерієм для оптимізації індивідуальних лікувально-діагностичних та реабілітаційних протоколів.

Ключові слова: функціональна гіпотонусна дисфонія, патологія гортані, електроенцефалографія, ЕЕГ-патерни, кіркова іризація, діенцефально-стовбурові структури.

FEATURES OF BIOELECTRIC ACTIVITY OF THE BRAIN IN FUNCTIONAL DYSPHONIA AND ORGANIC PATHOLOGY OF THE LARYNX

Kozak MS, Volkova TV, Peleshenko NO, Hvozdetzkyi VA
State Institution "O.S. Kolomiychenko Institute of Otolaryngology
of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine"
Email: lorprof6@ukr.net

A b s t r a c t

Introduction. Voice disorders significantly reduce the quality of life and professional capabilities of voice-speech professionals. Phonation is maintained by an integrated system under the coordinating control of the central nervous system (CNS). Functional voice disorders are frequently associated with autonomic dysfunction and psychoemotional instability, which justifies the pathogenetic reason for neurophysiological monitoring via electroencephalography (EEG).

Objective. To investigate the features of brain bioelectric activity using electroencephalography data in patients with functional dysphonia and organic larynx pathology.

Materials and Methods. The study examined 120 patients with voice disorders divided into four clinical groups: Group 1 – 25 individuals with mild functional hypotonic dysphonia (FHD); Group 2 – 30 patients with moderate FHD; Group 3 – 34 patients with complicated FHD (pre-nodular state, vocal fold nodules, thinning of the medial edge); Group 4 – 31 patients with a combination of FHD, organic larynx pathology, and vestibular hypertonus. The control group consisted of 15 healthy individuals. EEG recording was performed using the international "10–20" system at rest and during functional trials (photostimulation, hyperventilation).

Results. Visual and quantitative EEG analysis revealed diffuse changes in cortical activity in all patients with FHD. In Groups 1 and 2, signs of cortical irritation prevailed (β -activity and bursts of disorganized α -rhythm with sharp wave contours). In Groups 3 and 4, the pathological process transformed into severe dysfunction of the deep diencephalic and diencephalic-brainstem structures, accompanied by paroxysmal bursts, "sharp wave — slow wave" complexes, and a significant (sometimes sharp) decrease in the EEG signal amplitude. Pathological patterns were registered even during the baseline recording and critically increased during the 3rd minute of hyperventilation, correlating with a high frequency of somatoform complaints (cephalgia, insomnia, irritability) in the advanced groups.

Conclusions. A direct relationship was established between the depth of CNS neurophysiological disorders and the severity of vocal apparatus impairment. The recorded EEG patterns demonstrate a transition from isolated cortical irritation to deep unbalancing of subcortical regulatory centers during disease chronization, serving as a prognostically significant criterion for optimizing customized medical, diagnostic, and rehabilitation protocols.

Keywords: functional hypotonic dysphonia, laryngeal pathology, electroencephalography, EEG patterns, cortical irritation, diencephalic-brainstem structures.