

# Біоелектрична активність головного мозку у осіб, які отримали акустичну травму в зоні проведення бойових дій з різним ступенем порушень слухової системи

Т.А. Шидловська<sup>1</sup>, Т.В. Шидловська<sup>1</sup>, М.С. Козак<sup>1</sup>, К.В. Овсяник<sup>1</sup>, Л.Г. Петрук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Державна установа „Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка НАМНУ”;  
lorprof3@ukr.net;

<sup>2</sup>Клініка отоларингології Військово-медичного клінічного центру південного регіону, Одеса

*Мета нашої роботи - визначення найбільш значущих показників біоелектричної активності головного мозку за результатами електроенцефалографії (ЕЕГ) у осіб, які отримали акустичну травму в зоні проведення бойових дій з урахуванням ступеня порушень слухової функції. Обстежено групу військовослужбовців з акустичною (205 осіб) з найбільш характерними, типовими формами аудіометричних кривих - з низхідним, часто - обривчастим типом кривої, які були розподілені на три групи залежно від ступеня вираженості сенсоневральної приглухуватості. Дослідження здійснювали за допомогою комп'ютерного електроенцефалографа фірми «DX-системи» (Україна) за загальноприйнятою методикою згідно зі схемою накладання електродів «10-20». Показано, що зміни біоелектричної активності головного мозку проявлялися деформацією домінуючого ритму з поганою модуляцією та ослабленою реакцією на функціональні навантаження, особливо в лобних та скроневих відведеннях. У обстежених достовірно зменшувався відсотковий вміст домінуючого у нормальній картині ЕЕГ  $\alpha$ -ритму та збільшувалась представленість  $\beta$ - та  $\Delta$ -ритму, як при фоновому записі, так і при проведенні функціональних навантажень - фотостимуляції та гіпервентиляції. Найбільш виражені зміни біоелектричної активності порівняно з контрольною групою спостерігали у осіб 2-ї (більш значні порушення слухової функції) та 3-ї (з вираженими порушеннями слухової функції) груп. Так, наприклад, у осіб 3-ї групи у фоновому записі збільшувався вміст  $\Delta$ -ритму у лобних відведеннях до  $19,74 \pm 1,53$  % щодо  $8,5 \pm 1,6$  % у контрольній групі. Проведений нами порівняльний аналіз відсоткового вмісту ритмів ЕЕГ між досліджуваними групами свідчить про те, що від 1-ї до 3-ї групи збільшується представленість  $\Delta$ ,  $\theta$  та  $\beta$  - ритму та знижується частка  $\alpha$  - ритму як при фоновому записі, так і при функціональних навантаженнях. У 3-ї групи в лобних відведеннях спостерігалася достовірна відмінність у значеннях відсоткового вмісту всіх досліджуваних основних ритмів ЕЕГ ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\theta$ ,  $\Delta$ ) як при фоновому записі, так і при функціональних навантаженнях. Наприклад, відсоток  $\Delta$  - ритму у лобних відведеннях при фоновому записі становив  $19,47 \pm 1,53$  %, що вірогідно відрізняється від показників 1-ї -  $13,69 \pm 0,68$  % та 2-ї групи -  $13,04 \pm 0,52$  %. Таким чином, у військовослужбовців із бойовою акустичною травмою виявлено порушення біоелектричної активності головного мозку. Зі зниженням слухової функції у них відбувається перерозподіл основних ритмів ЕЕГ у напрямку зростання проявів повільно-хвильової активності на дезорганізованому фоні, особливо в лобних і скроневих відведеннях. Ключові слова: слуховий аналізатор; акустична травма; центральна нервова система; біоелектрична активність головного мозку.*

## ВСТУП

Сенсоневральна приглухуватість (СНП) - це поліетіологічне захворювання зі складним патогенезом та часто - недостатньою ефек-

тивністю лікування [1-3]. Одним з основних її етіологічних чинників є шумовий фактор, причому показана певна залежність ступеня і характеру уражень слухової системи від

© Т.А. Шидловська, Т.В. Шидловська, М.С. Козак, К.В. Овсяник, Л.Г. Петрук

параметрів шумового навантаження [1, 2, 4]. Особливе місце при цьому посідає вплив звуків високої інтенсивності - акутравма, яка може викликати значне ушкодження слухової системи - не тільки периферичних, але і центральних (стовбуромозкових і кіркових) її структур [1, 5-7].

Нині питання діагностики та лікування порушень слухової функції, пов'язаних з акутравмою, в тому числі отриманою в реальних бойових умовах, набули значної актуальності. Є потреба об'єктивно та точно діагностувати порушення в різних структурах слухової системи при акутравмі та своєчасно надавати цілеспрямовану допомогу хворим, запобігаючи розвитку тяжких ушкоджень слухової системи та інвалідизації. Особливостями акутравми є швидкий розвиток порушень у рецепторних та центральних відділах слухового аналізатора. Часто такі ушкодження є незворотними, особливо коли вчасно не надано допомогу постраждалим. При акутравмі ушкоджуються як елементи системи звукосприйняття, так і звукопроведення. Часто паралельно розвивається і ураження вестибулярного апарату, тоді мова іде про кохлео-вестибулярні порушення. З іншого боку, при акутравмі існує також безпосередній вплив на центральні відділи слухового аналізатора, що слід враховувати при діагностиці акубаротравматичного ураження слухової системи. Нерідко у пацієнтів з бойовою акутравмою спостерігаються випадки, коли при незначних змінах у рецепторному відділі слухового аналізатора та помірному зниженні слухової функції відбуваються виражені розлади у функціонуванні його стовбуромозкових та кіркових структур.

Слід звернути увагу на виражені порушення у функціональному стані ЦНС у осіб, які перебували в зоні проведення АТО, що диктує необхідність їх корекції і залучення до лікування відповідних фахівців – невропатологів, психіатрів. У таких хворих часто спостерігаються розлади адаптації, посттравматичний стресовий розлад, гостра

реакція на стрес та інші порушення. Це можна пояснити надзвичайно стресовою ситуацією, яка зумовлює наявність у постраждалих ураження психіки, ЦНС, сенсорних систем, у т.ч. центральних відділів слухового аналізатора.

На жаль, надання медичної допомоги хворим з бойовою акутравмою залишається актуальною проблемою військової медицини в нашій країні [8-10]. В учасників бойових дій нерідко з пораненням та бойовим ураженням виникає низка психологічних травм та неврологічних захворювань, зокрема посттравматичний стресовий розлад та розлади адаптації [11-14].

У літературі є значна кількість праць, які свідчать про зміни в центральній нервовій системі при дії інтенсивного шуму та при акутравмі, однак тільки в поодиноких дослідженнях дана об'єктивна оцінка функціонального стану центральної нервової системи у хворих на сенсоневральну приглухуватість і показана перспективність їх використання [1, 9, 15]. Водночас застосування ЕЕГ-дослідження дає змогу виявити локальні і генералізовані зміни біоелектричної активності головного мозку, в т.ч. у хворих з сенсоневральними порушеннями слуху [16-19].

Мета нашої роботи - визначення відсоткового вмісту основних ритмів біоелектричної активності головного мозку за електроенцефалограмою у осіб, які отримали акутравму в зоні проведення бойових дій, з урахуванням ступеня порушень слухової функції.

## МЕТОДИКА

Ми відібрали для аналізу серед усіх обстежених нами 205 хворих з акутравмою групу військовослужбовців з найбільш характерними, типовими формами аудіометричних кривих. Усього за період 2014-2017 рр. до нас звернулося за допомогою понад 800 бійців з акутравмою. Переважну більшість серед усіх проаналізованих нами аудіограм склав низхідний тип тональної порогової кривої (76,0 %). Тому у представленій роботі нами

були відібрані для аналізу пацієнти з акутравмою саме з низхідним, часто - обривчастим типом кривої, які були розподілені на три групи залежно від ступеня вираженості сенсоневральної приглухуватості.

До 1-ї групи ввійшли 102 особи з початковими невираженими порушеннями функції звукосприйняття в ділянці базальної частини звитки, до 2-ї - 80 осіб з більш вираженою СНП, що супроводжувалася порушеннями мовної та надпорогової аудіометрії. Також у пацієнтів 2-ї групи більш значними були порушення у центральних відділах слухового аналізатора, про що свідчили часові показники довго- (ДСВП) та коротколатентних (КСВП) слухових викликаних потенціалів. До 3-ї групи ввійшли 23 постраждали з вираженим порушенням слухової функції, низхідним типом аудіометричної кривої, ураженням медіобазальної частини звитки, часто – з «обривом» сприйняття тонів конвенціонального діапазону. Контролем були 15 здорових нормальночуючих осіб віком від 25 до 48 років.

Дослідження ЕЕГ здійснювали за допомогою комп'ютерного електроенцефалографа фірми «DX-системи» (Україна) в сидячому положенні пацієнта при розслабленій мускулатурі в екранованій та звукоізольованій кімнаті. Електроди накладали згідно зі схемою «10-20», рекомендованою Міжнародною федерацією електроенцефалографії. Використовували біполярний метод відведення біопотенціалів. Проводили фоновий запис, а також використовували функціональні навантаження (реакція на закривання-відкривання очей, ритмічну фотостимуляцію та трихвилинну гіпервентиляцію). Аналізували ЕЕГ з урахуванням загальноприйнятих принципів візуально-графічного аналізу. Враховували також симетричність запису та наявність патологічної активності і вираженості регіональних розбіжностей. Визначали відсотковий вміст основних ритмів ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\theta$  та  $\Delta$ ) за допомогою програмного забезпечення приладу.

Для аналізу отриманих результатів використовували методи варіаційної статистики. Обчислювали середньостатистичні значення показників ( $M$ ) і їх похибку ( $m$ ), а також коефіцієнт вірогідності різниці за допомогою критерію  $t$  Стьюдента. Статистичну обробку результатів досліджень проводили за допомогою статистичного пакету StatSoft (2010) STATISTICA 9.1 for Windows.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У осіб 1-ї групи з початковими сенсоневральними порушеннями слуху акутравматичного походження виявлені виражені зміни біоелектричної активності головного мозку. Ці зміни проявлялися деформацією домінуючого ритму з поганою модуляцією та ослабленою реакцією на функціональні навантаження, особливо в передніх відведеннях. Зменшувався відсотковий вміст домінуючого у нормальній картині ЕЕГ  $\alpha$ -ритму. Так, відсотковий його вміст становив  $39,77 \pm 1,85$  % при контрольному значенні  $51,8 \pm 3,9$  % ( $P < 0,05$ ; табл. 1). Вірогідним також було збільшенням представленості  $\Delta$ -ритму  $13,69 \pm 0,68$  % при  $8,5 \pm 1,6$  % у контрольній групі. При проведенні фотостимуляції та гіпервентиляції у лобних відведеннях він становив  $14,35 \pm 0,72$  і  $14,79 \pm 0,64$  % відповідно, і також значно перевищував контрольні значення  $7,3 \pm 1,4$  і  $7,8 \pm 1,3$  % ( $P < 0,05$ ; табл. 2, 3).

У скроневому і потиличному відведеннях у пацієнтів 1-ї групи також вірогідно більше від контролю була представленість  $\beta$ -ритму як при фоновому записі  $29,46 \pm 0,94$  і  $28,62 \pm 1,12$  % відповідно, так і при проведенні функціональних навантажень - фотостимуляції та гіпервентиляції  $29,48 \pm 0,79$  і  $29,15 \pm 0,91$  % відповідно. Подібні зміни свідчать про порушення біоелектричної активності головного мозку та превалювання збудження із незначними порушеннями слухової функції.

Нечисленні праці, присвячені вивченню стану центральної нервової системи за даними ЕЕГ у людей, що брали участь у збройних

конфліктах, також свідчать про перерозподіл ритмів біоелектричної активності головного мозку та зміни іритативного характеру в таких випадках. Так, за даними Глазнікова [15], в учасників бойових операцій в Афганістані виникали генералізовані спалахи  $\Delta$ - і  $\theta$ -активності білатерального характеру (90 %) або з незначною міжпівкулевою або передньо-задньою асиметрією амплітуди понад 150 мкВ. Виявлено також збільшений індекс нерегулярної  $\theta$ -активності (>8 %; 40 %), індекс  $\Delta$ -активності (>8 %; 29 %),

спалахи  $\theta$ - або  $\Delta$ -хвиль синхронізованого або гіперсинхронного характеру (14 %), пароксизмальна активність (3 %), гострі хвилі (14 %), комплекси «гостра-повільна хвиля», «півповільна хвиля» тощо (1 %). Отже, отримані нами результати певною мірою збігаються з даними інших дослідників.

Ще більш виражені зміни біоелектричної активності, вірогідні порівняно з контрольною групою, спостерігалися у осіб 2-ї та, особливо, 3-ї груп, з більш вираженими порушеннями слухової функції. Так, у осіб 3-ї

**Таблиця 1. Відсотковий вміст основних ритмів електроенцефалографії при фоновому запису у осіб, які отримали акутравму в зоні бойових дій, з різним ступенем порушення функції слухової системи**

Групи обстежених	Ритм	Відведення (фоновий запис)		
		Лобне	Скроневе	Потиличне
Контрольна група (n=15)	$\Delta$	8,5±1,6	5,3±1,5	6,7±1,4
	$\theta$	16,7±2,2	11,8±1,7	12,1±1,7
	$\alpha$	51,8±3,9	62,5±4,6	64,3±4,8
	$\beta$	22,9±2,1	20,3±2,1	16,8±2,0
Початкові порушення слуху (1-ша група, n=102)	$\Delta$	13,69±0,68*	8,58±0,35*	7,66±0,41
	$\theta$	15,00±0,74	10,06±0,48	9,66±0,44
	$\alpha$	39,77±1,85*	51,17±1,51*	51,46±1,65*
	$\beta$	29,09±1,46*	29,46±0,94**	28,62±1,12**
Більш значні порушення слуху (2-га група, n=80)	$\Delta$	13,04±0,52*	9,40±0,44*	8,80±0,32
	$\theta$	15,25±0,49	12,09±0,53	10,26±0,56
	$\alpha$	39,94±1,50**	49,82±1,31*	52,56±1,24*
	$\beta$	28,29±1,25*	25,60±0,75*	25,14±0,80**
Виражені порушення слуху (3-тя група, n=23)	$\Delta$	19,47±1,53**	9,47±0,73*	9,34±0,66
	$\theta$	18,65±1,35	11,04±0,86	10,21±0,69
	$\alpha$	33,13±2,51**	42,60±2,24**	45,47±2,19**
	$\beta$	20,00±1,74	27,65±1,64*	26,04±1,37**
1--2 t/P	$\Delta$	0,92 P>0,05	2,15 P<0,05	2,65 P<0,05
	$\theta$	0,33 P>0,05	4,60 P<0,01	2,81 P<0,05
	$\alpha$	0,09 P>0,05	0,22 P>0,05	0,65 P>0,05
	$\beta$	0,51 P>0,05	3,87 P<0,01	2,91 P<0,05
1--3 t/P	$\Delta$	3,45 P<0,01	1,09 P>0,05	2,16 P<0,05
	$\theta$	2,41 P<0,05	0,99 P>0,05	0,67 P>0,05
	$\alpha$	2,12 P<0,05	2,80 P<0,05	2,18 P<0,05
	$\beta$	4,00 P<0,01	1,05 P>0,05	1,45 P>0,05
2--3 t/P	$\Delta$	4,17 P<0,01	0,09 P>0,05	0,80 P>0,05
	$\theta$	1,49 P>0,05	1,20 P>0,05	1,06 P>0,05
	$\alpha$	2,70 P<0,05	3,19 P<0,01	3,21 P<0,01
	$\beta$	4,54 P<0,01	1,90 P>0,05	0,62 P>0,05

Тут і в табл. 2 і 3:

\* P<0,05; \*\* P<0,01 порівняно з контрольним значенням.

групи у фоновому записі збільшувався вміст  $\Delta$ -ритму у лобних відведеннях до  $19,74 \pm 1,53$  % при  $8,5 \pm 1,6$  % у контрольній групі. У них зменшувалася частка  $\alpha$ -ритму до  $49,6 \pm 0,24$  % при контрольному значенні  $62,5 \pm 4,6$  % у скроневому відведенні. Аналогічна тенденція спостерігалася при проведенні функціональних навантажень. Значення спектрального складу основних ритмів ЕЕГ зміщувалися і в потиличному відведенні як фонового запису, так і при функціональних навантаженнях. Наприклад, вміст  $\alpha$ -ритму становив  $45,47 \pm 2,19$  % щодо  $64,3 \pm 4,8$  % у контролі (фоновий запис). Після проведення функціональних навантажень спостерігалися

спалахи синхронної активності в передніх проекціях, що свідчить про ознаки порушень у діенцефальних структурах головного мозку.

У пацієнтів 2-ї групи також збільшувалася частка повільних хвиль та зменшувалася  $\alpha$  - ритму, дещо менш виражено, ніж у 3-ї групі. Так, при фоновому записі у лобних відведеннях  $\alpha$ -ритм у обстежених 2-ї групи становив  $39,94 \pm 1,50$  % при нормі  $51,8 \pm 3,9$  %; у потиличних -  $52,56 \pm 1,24$  % при нормі  $64,3 \pm 4,8$  %. А  $\Delta$ -ритм при фоновому записі в лобних відведеннях становив  $13,04 \pm 0,52$  % при нормі  $8,5 \pm 1,6$  %; у потиличних –  $8,80 \pm 0,32$  % при нормі  $6,7 \pm 1,4$  %.

Нами також був проведений порівняль-

**Таблиця 2. Відсотковий вміст основних ритмів електроенцефалографії при фотостимуляції у осіб, які отримали акутравми в зоні бойових дій, з різним ступенем порушення функції слухової системи**

Групи обстежених	Ритм	Відведення (фоновий запис)		
		Лобне	Скроневе	Потиличне
Контрольна група (n=15)	$\Delta$	7,3 $\pm$ 1,4	9,5 $\pm$ 1,6	5,4 $\pm$ 1,3
	$\theta$	17,5 $\pm$ 2,3	10,9 $\pm$ 1,7	11,2 $\pm$ 1,8
	$\alpha$	50,3 $\pm$ 4,2	60,8 $\pm$ 4,5	65,9 $\pm$ 4,9
	$\beta$	24,8 $\pm$ 2,1	18,7 $\pm$ 2,1	17,5 $\pm$ 2,0
Початкові порушення слуху (1-ша група, n=102)	$\Delta$	14,35 $\pm$ 0,72**	9,00 $\pm$ 0,39	8,36 $\pm$ 0,63*
	$\theta$	15,7 $\pm$ 0,81	10,70 $\pm$ 0,66	10,10 $\pm$ 0,48
	$\alpha$	38,74 $\pm$ 1,63*	48,27 $\pm$ 1,43*	50,39 $\pm$ 0,84**
	$\beta$	28,87 $\pm$ 1,48	29,48 $\pm$ 0,79**	29,15 $\pm$ 0,91**
Більш значні порушення слуху (2-га група, n=80)	$\Delta$	13,72 $\pm$ 0,61**	10,02 $\pm$ 0,36	9,18 $\pm$ 0,32*
	$\theta$	15,77 $\pm$ 0,42	12,65 $\pm$ 0,55	11,69 $\pm$ 0,54
	$\alpha$	38,36 $\pm$ 1,36*	48,53 $\pm$ 1,31*	50,29 $\pm$ 1,38**
	$\beta$	28,17 $\pm$ 0,93	25,92 $\pm$ 0,87**	26,02 $\pm$ 0,86**
Виражені порушення слуху (3-тя група, n=23)	$\Delta$	19,69 $\pm$ 1,41**	10,17 $\pm$ 1,19	10,43 $\pm$ 0,72**
	$\theta$	19,73 $\pm$ 1,37	11,21 $\pm$ 0,88	11,30 $\pm$ 0,72
	$\alpha$	31,78 $\pm$ 3,13**	41,13 $\pm$ 2,15**	43,86 $\pm$ 2,14**
	$\beta$	19,56 $\pm$ 1,49*	27,47 $\pm$ 1,61**	24,65 $\pm$ 1,28**
1--2 t/P	$\Delta$	0,83 P>0,05	2,43 P<0,05	1,28 P>0,05
	$\theta$	0,08 P>0,05	2,87 P<0,05	3,18 P<0,01
	$\alpha$	0,22 P>0,05	0,17 P>0,05	0,10 P>0,05
	$\beta$	0,44 P>0,05	3,87 P<0,01	3,13 P<0,01
1--3 t/P	$\Delta$	3,37 P<0,01	0,93 P>0,05	2,16 P<0,05
	$\theta$	2,53 P<0,05	0,46 P>0,05	1,38 P>0,05
	$\alpha$	1,97 P>0,05	2,76 P<0,05	2,84 P<0,05
	$\beta$	4,43 P<0,01	1,12 P>0,05	2,86 P<0,05
2--3 t/P	$\Delta$	4,18 P<0,01	0,11 P>0,05	1,70 P>0,05
	$\theta$	2,05 P<0,05	1,61 P>0,05	0,53 P>0,05
	$\alpha$	2,08 P<0,05	3,40 P<0,01	2,95 P<0,05
	$\beta$	5,44 P<0,01	0,92 P>0,05	1,02 P>0,05

ний аналіз кількісних показників ЕЕГ між групами. Результати досліджень свідчать про їх вірогідні відмінності, від 1-ї до 3-ї групи збільшувалась представленість  $\Delta$ ,  $\theta$  та  $\beta$  - ритму, найбільше у передніх проєкціях, та зниження частки  $\alpha$ -ритму. Причому ці тенденції зберігалися як при фоновому записі, так і при функціональних навантаженнях та гіпервентиляції. У пацієнтів 3-ї групи відсоток  $\Delta$ -ритму у лобних відведеннях при фоновому записі становив  $19,47 \pm 1,53$  %, що достовірно відрізняється від показників 1-ї групи -  $13,69 \pm 0,68$  % та 2-ї -  $13,04 \pm 0,52$  %. Загалом показники 3-ї групи достовірно відрізнялися від значень 1-ї і 2-ї груп за ба-

гатьма параметрами. Так, у обстежених 3-ї групі в лобних відведеннях спостерігалася достовірна відмінність відсоткового вмісту всіх досліджуваних основних ритмів ЕЕГ ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\theta$ ,  $\Delta$ ) від таких самих показників у групах 1 і 2 як при фоновому записі, так і при функціональних навантаженнях (фотостимуляція та гіпервентиляція), за виключенням  $\theta$ -ритму порівняно з 2-ю групою при фоновому записі,  $\alpha$ - та  $\Delta$ -ритму при фотостимуляції порівняно з 1-ю групою. В скроневих і потиличних відведеннях в 3-й групі була вірогідна різниця у відсотковому вмісті  $\alpha$ -ритму порівняно з 1-ю та 2-ю групами при фоновому записі та функціональних пробах.

**Таблиця 3. Відсотковий вміст основних ритмів електроенцефалографії при гіпервентиляції у осіб, які отримали акутравми в зоні бойових дій, з різним ступенем порушення функції слухової системи**

Групи обстежених	Ритм	Відведення (фоновий запис)		
		Лобне	Скроневе	Потиличне
Контрольна група (n=15)	$\Delta$	7,8 $\pm$ 1,3	7,1 $\pm$ 1,3	4,5 $\pm$ 1,2
	$\theta$	18,3 $\pm$ 2,5	8,6 $\pm$ 1,8	9,2 $\pm$ 1,7
	$\alpha$	50,4 $\pm$ 4,1	64,5 $\pm$ 4,7	68,4 $\pm$ 5,2
	$\beta$	23,4 $\pm$ 2,0	19,7 $\pm$ 2,2	17,9 $\pm$ 1,8
Початкові порушення слуху (1-ша група, n=102)	$\Delta$	14,79 $\pm$ 0,64**	9,40 $\pm$ 0,49	8,71 $\pm$ 0,36**
	$\theta$	16,04 $\pm$ 0,57	11,15 $\pm$ 0,63	10,29 $\pm$ 0,38
	$\alpha$	38,25 $\pm$ 1,79*	48,58 $\pm$ 1,31**	50,1 $\pm$ 1,63**
	$\beta$	28,23 $\pm$ 0,93*	28,85 $\pm$ 0,86**	28,90 $\pm$ 0,82**
Більш значні порушення слуху (2-га група, n=80)	$\Delta$	14,38 $\pm$ 0,54**	10,44 $\pm$ 0,47*	9,88 $\pm$ 0,53**
	$\theta$	16,54 $\pm$ 0,49	13,25 $\pm$ 0,38*	12,17 $\pm$ 0,34
	$\alpha$	38,50 $\pm$ 1,17*	48,28 $\pm$ 1,36**	50,24 $\pm$ 1,22**
	$\beta$	27,10 $\pm$ 0,85	25,00 $\pm$ 0,79*	26,57 $\pm$ 1,41**
Виражені порушення слуху (3-тя група, n=23)	$\Delta$	20,65 $\pm$ 1,44**	10,34 $\pm$ 1,24	10,52 $\pm$ 0,74**
	$\theta$	20,21 $\pm$ 1,28	12,30 $\pm$ 0,92	11,34 $\pm$ 0,73
	$\alpha$	31,82 $\pm$ 2,25**	41,17 $\pm$ 2,13**	44,17 $\pm$ 2,12**
	$\beta$	18,60 $\pm$ 1,27*	27,82 $\pm$ 1,62*	25,04 $\pm$ 1,32**
1--2 t/P	$\Delta$	0,59 P>0,05	1,99 P>0,05	3,04 P<0,01
	$\theta$	0,84 P>0,05	3,23 P<0,01	4,64 P<0,01
	$\alpha$	0,14 P>0,05	0,22 P>0,05	0,08 P>0,05
	$\beta$	1,05 P>0,05	3,88 P<0,01	1,42 P>0,05
1--3 t/P	$\Delta$	3,17 P<0,01	0,70 P>0,05	2,19 P<0,05
	$\theta$	2,97 P<0,05	1,03 P>0,05	1,27 P>0,05
	$\alpha$	2,23 P<0,05	2,69 P<0,05	2,75 P<0,05
	$\beta$	6,11 P<0,01	0,56 P>0,05	2,48 P<0,05
2--3 t/P	$\Delta$	4,60 P<0,01	0,07 P>0,05	0,85 P>0,05
	$\theta$	2,83 P<0,05	1,02 P>0,05	1,12 P>0,05
	$\alpha$	2,96 P<0,05	3,29 P<0,01	2,84 P<0,05
	$\beta$	6,21 P<0,01	1,66 P>0,05	1,79 P>0,05

За даними Глазникова [15], який провів комплексне дослідження, в т.ч. за допомогою ЕЕГ, військовослужбовців - учасників бойових дій в Афганістані, при III ступені перцептивної приглухуватості в 83 % випадків були виражені порушення функції центральної нервової системи. На думку автора, ці зміни є вирішальними в патогенезі кохлео-вестибулярних розладів. Причому, поліпшення, рідше відновлення, слуху відбувається лише в тих випадках, коли неврологічна симптоматика і показники біопотенціалів головного мозку приходять в норму.

У пацієнтів 1-ї та 2-ї груп також спостерігалася достовірна різниця у багатьох значеннях, однак у лобних відведеннях такої відмінності не було як при фоновому записі, так і при фотостимуляції та гіпервентиляції. При фоновому записі між цими групами відзначалася відмінність у вмісті всіх основних ритмів, крім  $\alpha$ , у скроневому та потиличному відведеннях. У разі фотостимуляції у цих групах між собою спостерігалась достовірна різниця у вмісті  $\beta$ - та  $\theta$ -ритму у скроневому і потиличному відведеннях, при гіпервентиляції –  $\beta$ -,  $\theta$ - у скроневому та  $\theta$ -,  $\Delta$ -ритму у потиличному відведеннях (див. табл. 1-3).

Таким чином, у військослужбовців із акутравмою за даними ЕЕГ виявлено об'єктивні ознаки функціональних порушень у кіркових та глибоких структурах головного мозку, більш виражені у осіб із значними порушеннями слухової функції. Зі зниженням слухової функції перерозподіляються основні ритми ЕЕГ у напрямку зростання проявів повільно-хвильової активності на дезорганізованому фоні, особливо в лобних і скроневих відведеннях. При цьому підвищується представленість  $\beta$ -активності, що свідчить про подразнення кіркових структур головного мозку і прояви іритативного характеру.

Quintero-Zea і співавт. [14] проводили дослідження психологічних тестів, ЕЕГ за класичною методикою, а також при спеціальній стимуляції для виявлення когнітивних

порушень у комбатантів, які брали участь у конфліктах у Колумбії. Було виявлено, що у обстежених основної групи спостерігалися виражені зміни картини ЕЕГ та результатів тестування, достовірні порівняно з цивільними особами. Переважно це зміни іритативного характеру. Автори роблять висновок, що військовий досвід призводить до певної реорганізації емоційної сфери в напрямку зростання агресії та зниження чутливості і свідчить про наявність внутрішнього конфлікту

Підсумовуючи отримані результати слід зазначити, що кількісні ознаки біоелектричної активності головного мозку у військослужбовців з бойовою акутравмою вірогідно відрізняються від контролю. Варто також відмітити, що у обстежених із вираженим порушенням слухової функції спостерігаються достовірно більш значні зміни з боку центральної нервової системи, ніж у хворих з початковою СНП, що доцільно враховувати при проведенні лікувально-профілактичних заходів, направлених на реабілітацію.

## ВИСНОВКИ

1. Дослідження біоелектричної активності головного мозку за даними ЕЕГ у військослужбовців, які отримали акутравму в умовах бойових дій, дає змогу об'єктивно виявити порушення функціонального стану ЦНС.

2. У військослужбовців з бойовою акутравмою виявлено достовірні відмінності щодо контролю відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ, насамперед  $\alpha$ - та  $\Delta$ -ритму, особливо в скроневих і потиличних відведеннях як при фоновому запису, так і при функціональних навантаженнях. Такі зміни об'єктивно свідчать про наявність функціональних змін з боку центральної нервової системи.

3. Для підвищення якості діагностики СНП і більш ефективного проведення лікувально-профілактичних заходів у пацієнтів з бойовою акутравмою доцільно використовувати результати ЕЕГ уже при початкових проявах захворювання.

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

**Т.А. Шидловская, Т.В. Шидловская,  
Н.С. Козак, Е.В. Овсяник, Л. Г. Петрук**

**БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ  
ГОЛОВНОГО МОЗГА У ЛИЦ, ПОЛУЧИВ-  
ШИХ АКУСТИЧЕСКУЮ ТРАВМУ В ЗОНЕ  
ПРОВЕДЕНИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ,  
С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ НАРУШЕНИЙ  
СЛУХОВОЙ СИСТЕМЫ**

Цель нашей работы - определение наиболее значимых показателей биоэлектрической активности головного мозга по результатам электроэнцефалографии (ЭЭГ) у лиц, получивших акустическую травму в зоне проведения боевых действий с учетом степени нарушений слуховой функции. Обследована группа военнослужащих с акустической травмой (205 человек) с наиболее характерными, типичными формами аудиометрических кривых - с нисходящим, часто - обрывистым типом кривой, которые были разделены на три группы в зависимости от степени выраженности сенсоневральной тугоухости. Исследования проводили с помощью компьютерного электроэнцефалографа фирмы «DX-системы» (Украина) по общепринятой методике согласно схеме наложения электродов «10-20». Показано, что изменения биоэлектрической активности головного мозга у пациентов с акустической травмой проявлялись деформацией основного ритма с плохой модуляцией и ослабленной реакцией на функциональные нагрузки, особенно в передних отведениях. У них достоверно уменьшалось содержание доминирующего в нормальной картине ЭЭГ  $\alpha$ -ритма и увеличивалась представленность  $\beta$ - и  $\Delta$ -ритмов, как при фоновом записи, так и при проведении функциональных нагрузок - фотостимуляции и гипервентиляции. Наиболее выраженные достоверные изменения биоэлектрической активности, в сравнении с контрольной группой, наблюдались у лиц 2-й (более значительные нарушения) и 3-й (с выраженным нарушением слуховой функции) групп. Так, например, у лиц 3-й группы в фоновой записи увеличивалось содержание  $\Delta$ -ритма в лобных отведениях до  $19,74 \pm 1,53$  % при  $8,5 \pm 1,6$  % в контрольной группе. Проведенный нами сравнительный анализ процентного содержания ритмов ЭЭГ между исследуемыми группами свидетельствует о том, что от 1-й к 3-й группе увеличивается представленность  $\Delta$ ,  $\theta$  и  $\beta$ -ритмов и снижается доля  $\alpha$ -ритма как при фоновой записи, так и при функциональных нагрузках. В 3-й группе в лобных отведе-

ниях наблюдалось достоверное различие в значениях процентного содержания всех исследуемых основных ритмов ЭЭГ ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\theta$ ,  $\Delta$ ) как при фоновом записи, так и при функциональных нагрузках. Например, процентное содержание  $\Delta$  - ритма в лобных отведениях при фоновой записи составило  $19,47 \pm 1,53$  %, что достоверно отличается от показателей 1-й -  $13,69 \pm 0,68$  % и 2-й группы -  $13,04 \pm 0,52$  %. Таким образом, у военнослужащих с боевой акустической травмой выявлены нарушения биоэлектрической активности головного мозга. Со снижением слуховой функции у них происходит перераспределение основных ритмов ЭЭГ с усилением проявлений медленно-волновой активности на дезорганизованном фоне, особенно в лобных и височных отведениях.

Ключевые слова: слуховой анализатор; акустическая травма; центральная нервная система; биоэлектрическая активность головного мозга.

**T.A. Shydlovska<sup>1</sup>, T.V. Shydlovska<sup>1</sup>, M.S. Kozak<sup>1</sup>,  
K.V. Ovsyanik<sup>1</sup>, L.G. Petruk<sup>2</sup>**

**BIOELECTRICAL ACTIVITY OF THE  
BRAIN IN PERSONS WHO GET ACOUSTIC  
TRAUMA IN THE ZONE OF THE  
REALISATION OF COMBAT ACTIONS,  
WITH A DIFFERENT DEGREE  
OF VIOLATION OF AUDITORY FUNCTION**

The purpose of our work is the determination of the most significant indicators of bioelectric activity of the brain based on the results of electroencephalography (EEG) in persons who get acoustic trauma in the zone of realization of military operations, taking into account the degree of violations of the auditory function. A group of servicemen with acoustic trauma (205 people) was examined with the most typical forms of audiometric curves - with a downward, often - abrupt type of the curve, who were divided into three groups, depending on the severity of sensorineural hearing loss. The research was carried out using the computer electroencephalograph of the firm "DX-System" (Ukraine) according to the generally accepted method according to the scheme of electrode overlaying "10-20". It has been shown that changes in the bioelectric activity of the brain in patients with acoustic trauma have been characterized by deformation of the dominant rhythm with poor modulation and weakening of the response to functional loads, especially in the frontal and temporal directions. They significantly decreased the percentage content of the  $\alpha$ -rhythm dominant in the normal EEG picture and increased the representation of the  $\beta$ - and  $\Delta$ -rhythm, both in the background recording and in the case of functional photo stimulation and hyperventilation. The most significant changes in bioelectrical activity compared with the control group were observed in persons of the 2nd (more severe hearing impairment) and 3rd (with severe violations of the auditory function) groups. For example, in the 3rd group in the background, the  $\Delta$ -rhythm content in the frontal leads increased



to 19,74±1,53 % relative to 8,5 ± 1,6 % in the control group. The comparative analysis of the percentage of EEG rhythms conducted between the groups under study shows that from 1 to 3, the representation of the  $\Delta$ ,  $\theta$  and  $\beta$ -rhythm increases, and the  $\alpha$ -rhythm particles decrease as with the background record, so and with functional on-loadings. In the 3rd group, in the frontal leads, a significant difference was observed in the percentage values of all of the major EEG rhythms under study ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\theta$ ,  $\Delta$ ), both in the background recording and in functional loadings. For example, the percentage of  $\Delta$ -rhythm in the frontal leads with a background note was 19,47 ± 1,53 %, which significantly differs from the indicators of the 1st – 13,69 ± 0,68 % and the 2nd group – 13,04 ± 0,52 %. Thus, persons with combat acoustic trauma revealed a violation of the bioelectric activity of the brain. Together with a decrease of auditory function there is a redistribution of the basic rhythms of the EEG in the direction of increasing the manifestations of slow-wave activity on the disorganized background, especially in the frontal and temporal directions.

Key words: auditory analyzer, acoustic trauma, central nervous system, bioelectrical activity of the brain.

<sup>1</sup>State Institution "Institute of Otolaryngology O.S. Kolomyichenko NAMS of Ukraine", Kyiv;

<sup>2</sup>Otolaryngology Clinic of the Military Medical Clinical Center of the Southern Region, Odessa

## REFERENCES

1. Drozdova TV. Neurosensory hearing loss of professional genesis as a disadaptation process of the brain. *Rus Otorhinolaryngol.* 2007;1(26):61-5. [Russian].
2. Shydlovska TV, Zabolotny DI, Shydlovska TA. Sensorial hearing loss. K: Logos, 2006. [Ukrainian].
3. Carlsson P. Quality of life, psychosocial consequences, and audiological rehabilitation after the sensory hearing loss. *Inte Jo Audiol.* 2011;50:139-44.
4. Rosso M, Agius R, Calleja N. Development and validation of a screening questionnaire for noise-induced hearing loss. *Occup Med (Lond).* 2011;61(6):416-21.
5. Petruk LG. Sensory and hemodynamic disturbances in the acutrauma: author's abstract. *dis for obtaining sciences. Degree Candidate honey. Sciences; K., 2014.* [Ukrainian].
6. Michler SA, Rilling E, Laszig R. Expression of plasticity associated proteins is affected by unilaterph noise trauma. 4th European Congress of Otto-Rhino-Laryngology Head and Neck Surgery. Abstracts: *Laryngo-Rhino-Otologie.* 2000; 1 (supplemented by 79):202.
7. Polyakova EP. Pathogenetic aspects of cochleoesthetic disorders in shock and explosive and mechanical effects on brain structures. *Vestn Otorinolar.* 2006;3:34-7. [Russian].
8. Bereznuyk VV, Zaitsev AV, Lischenko DV. Features of rendering assistance in case of damage to the organ of hearing as a result of baroacoustic trauma. *ZhVNGH.* 2015;5: 8-9. [Ukrainian].
9. Shydlovska TA, Petruk LG. Extraaurals-abnormalities in people with acute trauma who were in the area of anti-terrorist surgery. *Med Perspectiv.* 2015;4:39-50. [Ukrainian].
10. Shydlovska TA, Shydlovska TV, Petruk LG. The most informative indicators of complex clinical and instrumental examination of persons who received an acute trauma in the area of anti-rheumatic surgery in terms of diagnosis and examination of senvneural hearing. *Rinology.* 2017;1:17-45. [Ukrainian].
11. Kristafor AA. Prevention and treatment of cognitive impairment due to booty trauma due to protection of cellular energy supply by reamberin. *Med Perspectiv.* 2018;№1(XXIII):37-42. [Ukrainian].
12. Matiash MM, Khudenko LI. Features of the post-traumatic stress disorder in the participants of the antiterrorist operation - Ukrainian syndrome. *Lika Sprava.* 2014;12:105-12. [Ukrainian].
13. Turetska HI. Psychotherapy of PTSD in combatants using the ima-genetic techniques. *Psychol and Personal.* 2016;1(9):226-33. [Ukrainian].
14. Quintero-Zea A. et al. Characterization framework for Ex-combatants based on EEG and behavioral features, in *Proc. 7th Latin Amer. Congr. Biomed. Eng. (CLAIB), in IFMBE Proceedings, vol. 60, I. Torres, J. Bustamante, and D. A. Sierra, Eds. Singapore: Springer, 2017.*
15. Glasnikov LA, Mironov VG, Panevin PA. Damage to auditory and vestibular analyzers with min-to-blast injuries in military personnel. *Materials of the IIIth St. Petersburg Forum of Otorhinolaryngologists of Russia; St. Petersburg, 2014.* [Russian].
16. Zenkov LR, Ronkin MA *Functional Diagnosis of Nervous Diseases. M.: Medpress-inform.2004.* [Russian].
17. Bullmore E, Sporns O. Complex brain networks: Graph theoretical analysis of structural and functional systems. *Nature Rev Neurosci.* 2009; 10: 3, 186-98.
18. Johnstone J, Gunkelman J, Lunt J. Clinical database development: Characterization of EEG phenotypes, *Clin. EEG Neurosci.,* 2005; 36: 2, 99-107.
19. Schmäser L, Sebastian A, Mobascher A, Lieb K, Feige B, Tüscher O. Data-driven analysis of simultaneous EEG/fMRI reveals neurophysiological phenotypes of impulse control. *Hum. Brain Mapping,* 2016; 37: (9), 3114-36.

Матеріал надійшов  
до редакції 07.12.2018