



УКРАЇНА

(19) UA (11) 12188 (13) U  
(51) МПК (2006)  
A61B 5/0476

76

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ РЕАКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ

1

2

(21) u200508074

(22) 15.08.2005

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.

(72) Островая Тетяна Володимирівна, Статінова  
Олена Анатоліївна(73) ДОНЕЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІ-  
ВЕРСИТЕТ ІМ. М. ГОРЬКОГО(57) Спосіб визначення реактивності головного  
мозку, що включає зняття електроенцефалограми  
з одночасною фотостимуляцією серією спалахів

світла заданої частоти для визначення реакції  
засвоєння ритму з наступним візуальним аналізом,  
який **відрізняється** тим, що додатково розрахо-  
вують абсолютну спектральну потужність дослі-  
джуваних частотних діапазонів, що генеруються з  
обліком частоти, що нав'язується, після чого роб-  
лять кількісну оцінку реактивності головного мозку  
за нормою та по мірі ускладнення ступеня розла-  
дів свідомості, і порівняльну оцінку реактивності  
фонові енцефалограми та енцефалограми після  
відповідної фотостимуляції.

Спосіб відноситься до медицини, а саме до  
неврології і інтенсивної терапії, може бути викори-  
станий для оцінки реактивності головного мозку.

Відомий спосіб визначення реактивності голо-  
вного мозку узятий нами, як прототип [1]. Його суть  
полягає у виявленні реагування мозку на зовнішні  
впливи, зокрема, при дослідженні ступеня цілості  
свідомості хворого, застосовують стимули у ви-  
гляді серії спалахів світла заданої частоти і трива-  
лості (ФТС), що дозволяє досліджувати реакцію  
засвоєння ритму (РЗР), тобто спроможність елект-  
роенцефалографічних (ЕЕГ) коливань відтворюва-  
ти ритм зовнішніх подразнень.

Недоліки способу полягають у відсутності аб-  
солютної достовірності отриманих даних, тому що  
наявність артефактів і тривалість динамічного  
спостереження не дозволяють однозначно судити  
про отримані результати, що істотно збільшує ди-  
ференціальну діагностику, зокрема, при необхід-  
ності винятки в пацієнта пароксизмальної ЕЕГ-  
активності і робить сумнівним якість візуального  
аналізу.

У основу корисної моделі поставлена задача  
удосконалення способу визначення реактивності  
головного мозку, у якому забезпечується підви-  
щення точності визначення реактивності головного  
мозку за рахунок розрахунку абсолютної спектра-  
льної потужності досліджуваних частотних діапа-  
зонів в умовах фотостимуляції з наступною кількі-  
сною і порівняльною оцінкою цих даних і їхніх  
фонових характеристик. Поставлена задача вирі-  
шується тим, що в способі визначення реактивно-

сті головного мозку, що включає зняття електро-  
енцефалограми з одночасною ФТС серією спалахів  
світла заданої частоти для визначення РЗР із на-  
ступним візуальним аналізом, відповідно до кори-  
сної моделі, додатково розраховують абсолютну  
спектральну потужність досліджуваних частотних  
діапазонів, що генеруються з обліком частоти, що  
нав'язується, після чого роблять кількісну оцінку  
реактивності головного мозку за нормою і по мірі  
поглиблення ступеня розладів свідомості, і порів-  
няльну оцінку реактивності фонові ЕЕГ і ЕЕГ піс-  
ля відповідної фотостимуляції.

Спосіб здійснюється таким чином. Пацієнту  
накладають чашечкові хлорсрібляні електроди на  
волосисту частину голови, відповідно до міжнато-  
рної системи "10-20" [1] у положення Fp1, Fp2, C3,  
C4, O1, O2, T3, T4. Застосовують монополярне від-  
ведення біопотенціалів з референтним електро-  
дом на мочці іпсилатерального вуха для реєстра-  
ції так називаємої «фонові» ЕЕГ (без проведення  
функціональних проб, тобто фотостимуляції).

Реєструють біопотенціали мозку за допомогою  
нейрофізіологічного комплексу, який складається з  
наступних компонентів: 8-канального електроен-  
цефалографа фірми Medicor; персонального комп'ю-  
тера IBM PC AT з аналогово-цифровим перет-  
ворювачем; спеціального програмного  
забезпечення, до складу якого входять функції  
швидкого перетворення Фур'є.

Після реєстрації фонові ЕЕГ проводять дос-  
лідження реактивності головного мозку, тобто  
спроможності електроенцефалографічних коли-

(19) UA (11) 12188 (13) U

вань відтворювати ритм зовнішніх подразнень за допомогою фотостимуляції, для якої використовують короткі і (або) серійні спалахи світла заданої частоти з одночасним зняттям ЕЕГ і реєстрацією біопотенціалів головного мозку.

Дотримуються наступного протоколу запису ЕЕГ: спокійне пильнування, потім ахроматична ритмічна фотостимуляція на частотах 2, 6, 9, 20 Гц. Джерелом світла є імпульсна електрична лампа з енергією спалахів 0,3 Дж, установлена на відстані 10-12 см від очей випробуваного тільки по середній лінії. Подають короткі (не перевищуючі 20 мсек) ритмічні сигнали-спалахи. Тривалість, інтенсивність і інтервали між спалахами були незмінні. Спалахи подають серіями тривалістю до 10 секунд. Інтервал часу між серіями спалахів заданої частоти складає не менше 2 хвилин.

Проводять порівняльний візуальний аналіз фонові ЕЕГ і ЕЕГ у відповідь на ФТС відповідної частоти способом формалізованої оцінки ЕЕГ із присвоєнням групи, типу і класу за способом Е.А. Жірманської, В.С. Лосєва (кпЖЛ) з використанням шести основних ознак опису ЕЕГ [1].

Обчислюють спектри абсолютної потужності (АП) (мкВ/√Гц) для наступних частотних діапазонів ЕЕГ:  $\delta$ (1-4 Гц),  $\theta$ (5-7 Гц),  $\alpha$ (8-12 Гц),  $\alpha_1$ (9-11 Гц),  $\beta_1$ (13-20 Гц),  $\beta_2$ (20-30 Гц) для фонові ЕЕГ і ЕЕГ у відповідь на ФТС відповідної частоти методом топографічного картування [3].

Потім проводять інтегральну кількісну оцінку електричної активності мозку людини, при цьому розраховують наступні коефіцієнти:  $KFC_1$  ( $\delta + \theta + \beta_1 / \alpha_1 + \beta_2$ ),  $KFC_2$  ( $\beta_1 / \beta_2$ ),  $KFC_3$  ( $\delta / \theta$ ),  $KFC_4$  ( $\theta / \alpha$ ),  $KFC_5$  ( $\delta / \alpha_1$ ) [2].

Оцінюють реактивність мозку по зміні абсолютної, відносної потужностей у відповідь на ФТС наступних частотних діапазонів ЕЕГ:  $\delta$  (1-4 Гц),  $\theta$  (5-7 Гц),  $\alpha$  (8-12 Гц),  $\beta_1$  (13-25 Гц),  $\beta_2$  (25 Гц і вище).

Для оцінки реактивності мозку використовують показник:

потужність після ФТС \* 100

потужність до ФТС

Показник відбиває відсоток підвищення (показник без знака) або зниження (показник зі знаком мінус) розміру абсолютної або відносної потужності після ФТС у порівнянні з розміром потужності до ФТС.

Потім проводять кількісну оцінку реакції засвоєння ритму в групах ЕЕГ відповідно до частотних діапазонів ФТС. РЗР на фотостимуляцію в 2 Гц у групах ЕЕГ I типу виявляє депресію в  $\alpha$ -,  $\alpha_1$ - і  $\beta_1$ -діапазонах. Так у відповідь на ФТС у 2 Гц АП  $\alpha$ -діапазона зменшилася в 1-4 групах на 30,4-10,6%, АП  $\alpha_1$ -діапазона зменшилася на 26,7-13,1% (таблиця 1). АП  $\beta_1$ -діапазона зменшилася в 1-4 групах на 15,3-3,3%. АП  $\beta_2$ -діапазона у відповідь на ФТС у 2 Гц збільшилася на 6,63-10,6%.

АП  $\theta$  - діапазону на ФТС у 2 Гц збільшувалася на 1,6-25,3%. АП  $\delta$ -діапазону на ФТС у 2 Гц у 1-4 групах збільшувалася на 25,1-7,3% (див. таблицю 1).

РЗР на фотостимуляцію в 5 Гц у групах ЕЕГ I типу виявляє депресію в  $\alpha$ - і  $\alpha_1$ -діапазонах. Так у відповідь на ФТС у 5 Гц АП  $\alpha$ -діапазона зменшилася в 1-4 групах на 18,3-7,3%, АП  $\alpha_1$ -діапазона зме-

ншилася на 14,8-7,6% (таблиця 2). АП  $\beta_1$  і  $\beta_2$  діапазонів у відповідь на ФТС у 5 Гц у трьох групах незначно зменшувалася, в однієї - незначно збільшувалася (див. таблиця 2).

АП  $\delta$  - діапазону в 1 групі зменшилася на 16,3%, а АП у 2, 3 і 4 групах збільшилася відповідно на 13,4%, 5,7% і 7,3% (див. таблиця 2). АП  $\theta$ -діапазону збільшувалася у всіх чотирьох групах від 14,4% до 23,3% у відповідь на ФТС у 5 Гц.

РЗР на фотостимуляцію в 9 Гц у групах ЕЕГ I типу виявляє депресію в  $\delta$  і  $\theta$  діапазонах. Так у відповідь на ФТС у 9 Гц АП  $\delta$ -діапазона зменшилася в 1-4 групах на 11,4-5,9%, АП  $\theta$ -діапазона зменшилася на 46,4-3,3% (таблиця 3). АП  $\beta_1$  у відповідь на ФТС у 9 Гц змінювалася незначно - зменшувалася або збільшувалася, АП  $\beta_2$  у відповідь на ФТС у 9 Гц збільшувалася на 10,7-15,6% (див. таблиця 3). У відповідь на ФТС у 9 Гц АП  $\alpha$ -діапазона збільшувалася в 1-4 групах на 25,5-11,9%, АП  $\alpha_1$ -діапазона збільшувалася на 15,4-10,6% (див. таблиця 3).

Приводимо конкретний приклад: у хворого Б., 19 років з діагнозом черепно-мозкова травма, глибока кома записували ЕЕГ. Візуально відбирали найбільше представницьку ділянку безартефактної ЕЕГ, тривалістю в 4 секунди. Здійснювали формалізовану оцінку ЕЕГ за способом Е.А. Жірманської, В.С. Лосєва [1] у результаті чого була привласнена 19 група, V типу і A класу. Проводили топографічне картування обраної ділянки ЕЕГ по методиці "Brain Mapping". Обчислювали спектри абсолютної потужності (мкВ/√Гц) для вищеписаних частотних діапазонів ЕЕГ:  $\delta$  (1-4 Гц)=3,74;  $\theta$  (5-7 Гц)=1,71;  $\alpha$  (8-12 Гц)=0,54;  $\alpha_1$  (9-11 Гц)=0,58;  $\beta_1$  (13-20 Гц)=0,39;

$\beta_2$  (20-30 Гц)=0,24 і потім розраховували наступні коефіцієнти:  $KFC_1$  ( $\delta + \theta + \beta_1 / \alpha_1 + \beta_2$ )=7,48;  $KFC_2$  ( $\beta_1 / \beta_2$ )=1,33;  $KFC_3$  ( $\delta / \theta$ )=2,16;  $KFC_4$  ( $\theta / \alpha$ )=3,05;  $KFC_5$  ( $\delta / \alpha_1$ )=6,48. Потім по означальній таблиці [2] визначали виразність змін ЕЕГ-патерну у хворого Б. у порівнянні з нормою. Таким чином, ЕЕГ-патерн хворого Б. належить до 19 групи V типу. Патерни ЕЕГ групи 19 характеризуються неорганізованою активністю з переваженням  $\theta$ - і  $\delta$ -хвиль, при цьому  $\alpha$ - і  $\beta$ -активність низької частоти слабо виражені. Патерни ЕЕГ 19-ї групи оцінюються як грубо порушені. Потім проводили порівняльний аналіз спектральної потужності, що відповідає зменшенню АП  $\alpha$ -активності на 72,7% для 19 групи V типу. Паралельно відбувається збільшення спектральної потужності  $\theta$ - і  $\delta$ -діапазонів в 19 групі - на 285,3% АП  $\delta$ -активності, АП  $\theta$ -діапазона - у 19 групі - на 118,4%. Була вивчена реакція засвоєння ритму (РЗР) на ахроматичну ритмічну фотостимуляцію (ФТС) з наступною оцінкою реактивності мозку по зміні абсолютної потужності. В міру поглиблення розладів свідомості в ряді діапазонів РЗР зникала і виникала їхня депресія. Таким чином, у групі хворих, що знаходяться в стані коми 3, фотостимуляція у 2 Гц викликала депресію і супроводжувалася зменшенням АП  $\delta$ -,  $\theta$ - і  $\beta_1$ -діапазонів відповідно на 5,6%, 5% і 1,3%. АП  $\alpha$ -,  $\alpha_1$ - і  $\beta_2$ -діапазонів практично не реагувала на фотостимуляцію в 2 Гц. Таким чином, у групі хворих, що

знаходяться в стані коми 3, РЗР на фотостимуляцію в 2Гц вздсушя. ФТС у 2Гц або взагалі не викликає змін АП або викликає депресію ритму в  $\delta$ -,  $\theta$ -,  $\beta_1$ - діапазонах.

За даним способом обстежено 78 добровольців, які після проведеного обстеження були визнані соматично і неврологічно здоровими, і 78 хворих з неврологічними розладами, обумовленими критичними станами.

Переваги запропонованого способу:

Запропонований спосіб дозволяє кількісно оцінити зміни спектральної потужності в досліджуваних діапазонах у відповідь на ФТС у хворих з порушенням свідомості, визначити значимість окремих частотних спектрів ЕЕГ у формуванні ці-

лісного патерну, а також уточнити локалізацію патологічного процесу в структурах мозку. Ці дані можуть використовуватися для визначення ефективності проведеного лікування.

Джерела інформації, взяті до уваги.

1. Жірмунська Е.А., Лосев В.С. Системи опису і класифікація електроенцефалограм людини. - М.: Наука, 1984.

2. Острова Т.В. Діагностичний алгоритм оцінки електричної активності мозку людини в нормі і при деяких формах розладів свідомості - Автореф дис. канд. мед. наук: 14.03.03 / Донецький держ.мед.ун-т. - Донецьк, 2002.

3. Зенков Л.Р. Клінічна енцефалографія. - М.: Медицина, 1991.

Таблиця 1

Зміна абсолютної потужності ЕЕГ (%) у відповідь на фотостимуляцію в 2Гц у групах ЕЕГ I типу по клЖЛ

Групи ЕЕГ	nn	Частотні діапазони					
		$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\alpha_1$
1	12	25,1 $\pm$ 3,49	6,4 $\pm$ 0,89	-30,4 $\pm$ 3,31	-15,3 $\pm$ 3,89	10,6 $\pm$ 1,89	-25,6 $\pm$ 2,54
2	11	9,4 $\pm$ 0,64	1,6 $\pm$ 0,32	-28,3 $\pm$ 2,47	-8,9 $\pm$ 0,91	7,89 $\pm$ 0,86	-26,7 $\pm$ 3,78
3	12	7,3 $\pm$ 0,96	24,1 $\pm$ 3,08	-10,6 $\pm$ 1,35	-6,0 $\pm$ 0,95	6,63 $\pm$ 0,55	-13,1 $\pm$ 1,60
4	19	19,3 $\pm$ 2,08	25,3 $\pm$ 4,41	-18,5 $\pm$ 1,83	-3,3 $\pm$ 0,50	7,3 $\pm$ 0,72	-21,2 $\pm$ 2,97

Таблиця 2

Зміна абсолютної потужності ЕЕГ (%) у відповідь на фотостимуляцію в 5Гц у групах ЕЕГ I типу по клЖЛ

Групи ЕЕГ	nn	Частотні діапазони					
		$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\alpha_1$
1	12	-16,3 $\pm$ 2,49	14,4 $\pm$ 1,89	-16,0 $\pm$ 2,31	-0,5 $\pm$ 0,09	2,6 $\pm$ 0,39	-7,6 $\pm$ 0,84
2	11	13,4 $\pm$ 1,64	22,6 $\pm$ 2,32	-7,3 $\pm$ 0,87	-4,6 $\pm$ 0,81	-1,8 $\pm$ 0,36	-13,6 $\pm$ 1,68
3	12	5,7 $\pm$ 0,96	18,7 $\pm$ 2,08	-14,6 $\pm$ 1,85	-5,0 $\pm$ 0,65	-4,3 $\pm$ 0,55	14,8 $\pm$ 1,69
4	19	7,3 $\pm$ 0,88	23,3 $\pm$ 4,21	-18,3 $\pm$ 1,89	4,3 $\pm$ 0,58	-8,3 $\pm$ 0,72	-13,2 $\pm$ 2,09

Примітка: У табл. 1-3 \* -  $p < 0,05$  - достовірність відмінностей по відношенню до 1-ї групи; # -  $p < 0,05$  - достовірність відмінностей по відношенню до  $\alpha$ -ритму.

Таблиця 3

Зміна абсолютної потужності ЕЕГ (%) у відповідь на фотостимуляцію в 9Гц у групах ЕЕГ I типу по клЖЛ

Групи ЕЕГ	nn	Частотні діапазони					
		$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\alpha_1$
1	12	-11,4 $\pm$ 1,49	-46,4 $\pm$ 5,89	16,2 $\pm$ 2,31	-7,3 $\pm$ 0,81	15,6 $\pm$ 1,67	15,4 $\pm$ 1,54
2	11	-8,7 $\pm$ 0,94	-15,6 $\pm$ 1,32	12,3 $\pm$ 2,11	2,4 $\pm$ 0,51	12,8 $\pm$ 1,76	11,4 $\pm$ 2,78
3	12	-5,9 $\pm$ 0,86	-8,4 $\pm$ 0,98	11,9 $\pm$ 1,55	6,2 $\pm$ 0,65	10,7 $\pm$ 0,25	12,8 $\pm$ 1,60
4	19	-7,73 $\pm$ 0,98	-3,3 $\pm$ 0,41	25,5 $\pm$ 2,98	3,1 $\pm$ 0,60	11,3 $\pm$ 0,23	10,6 $\pm$ 2,12