УДК 57. 612. 83: 612. 886

І. В. Дрегваль, О. Б. Мурзін

Дніпропетровський національний університет

ВПЛИВ ЗВУКОВИХ ПОДРАЗНИКІВ НА РЕЦИПРОКНУ ВЗАЄМОДІЮ М'ЯЗІВ-АНТАГОНІСТІВ НИЖНІХ КІНЦІВОК ЛЮДИНИ ПРИ ВЕСТИБУЛЯРНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Результати досліджень свідчать, що при дії звукових подразників у різних частотних діапазонах разом із вестибулярним навантаженням відбуваються зміни рефлекторної активності м'язів нижніх кінцівок людини. Показано, що найбільші зміни Н-рефлексу відбувались, якщо частота подразнення склала 800 Гц. Встановлено, що в регуляції рефлекторної активності головного мозку бере участь не тільки пропріорецептивна, а й слухова сенсорна система. Припускається, що існують різні за ситуацією дії лабіринтів на інтернейронні гальмівні шляхи постсинаптичного гальмування мотонейронів камбалоподібного м'яза людини.

Results of the research are evidence of changing muscles reflex activity of human lower extremity under the influence of sound stimulus of various frequency range together with the vestibular burden. The most change of the H-reflex was observed under the sound stimulus of 800 hertz. Not only the proprioceptive but auditory sensory system takes part in the regulation of the brain reflex activity. Existence of different labyrinths actions, according to the situation, on the interneuronic inhibitory ways of the postsynaptic inhibition of the salens muscle's motoneurons is supposed.

Вступ

Проблема взаємодії сенсорних систем та їх впливу на функціональний стан мотонейронів спинного мозку надзвичайно важлива, потребує подальшого більш глибокого вивчення нейрофізіологічних механізмів керування мотонейронами нижніх кінцівок людини в умовах різноманітної та складної рухової активності.

Однією з таких систем, яка суттєво впливає на центральне представництво просторової інформації, що залежить від інтеграції багатьох сенсорних входів, є слухова сенсорна система. Слухова система має найбільш вагомі анатомічні і функціональні зв'язки з вестибулярною сенсорною системою [5]. Це обумовлено значною близькістю найбільш загальних принципів структурно-функціональної організації отолітової та купуло-ендолімфатичної систем. У той же час функціонування слухового та вестибулярного аналізаторів піддається впливу з боку інших аналізаторів, на що вказує більшість дослідників [4; 5; 10].

Відомо, що вестибулярний апарат постійно перебуває у стані спонтанної активності під впливом аферентної імпульсації, яка надходить з лабіринтів до центрів вестибулярної функції [4; 5]. У випадках, коли ця інформація свідчить про нормальний перебіг фізіологічних реакцій та нейродинамічну рівновагу в периферійних відділах вестибулярного аналізатора – лабіринтах, ця спонтанна імпульсація компенсується завдяки процесам гальмування, які вірогідніше за все відбуваються на рівні ядерного комплексу в довгастому мозку, ретикулярній формації, корі головного мозку. У зв'язку з цим у здорових людей симптомів порушення вестибулярної функції не спостерігається. Проте у випадках, коли імпульсація змінюється під впливом зовнішніх факторів, механізми гальмування не спрацьовують у достатній мірі і з'являються симптоми, які вказують на недостатність процесів компенсації вестибулярної функції [1; 9; 8]. До таких факторів, що мають значну біологічну активність, відноситься шум. Тому дослідження впливу механічної енергії у формі звукових коливань на слуховий апарат людини є актуальним і значимим.

© Дрегваль І. В., Мурзін О. Б., 2005

За характером спектра звукові коливання можна поділити на широкосмугасті з безперервним характером шириною більше однієї октави і тональні, у спектрі яких існують чутні дискретні тони. Спектри звукових коливань або шуму можуть бути розбиті на низькочастотні – шум з максимумом звукового тиску в області частот нижче 300 Гц, середньочастотні – шум із максимумом звукового тиску в області частот 300–800 Гц та високочастотні – шум із максимумом звукового тиску в області частот вище 800 Гц.

Звукові коливання, досліджені в наших експериментах, можна характеризувати як непостійні (тимчасові). Оскільки звукова енергія, випромінювана джерелом шуму, розподіляється по частотах, то, виходячи з цього, ми обрали частоти, які, на наш погляд, відображають основні звукові коливання у сучасному житті людини (20, 300, 800, 2000, 5000, 10000 Гц).

Завдання даної роботи – виявити вплив звукових коливань в умовах різноманітних навантажень вестибулярних рецепторів на цілеспрямовані довільні рухи людини за допомогою методу Н-рефлексометрії.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на 15 практично здорових людях віком від 19 до 23 років. Під час тестування піддослідний перебував у екранованій камері, лежачи на спині. Очі піддослідного були відкриті, м'язи розслаблені, голова прямо. У камері, де проводилось дослідження, підтримували температурний комфорт у межах психофізіологічного оптимуму для здорової людини.

Для реєстрації Н-відповіді використовували відведення ЕМГ за допомогою поверхневих електродів, виготовлених зі срібла. Шкіру в місцях встановлення електродів протирали спиртом та покривали електродною пастою. Відвідні поверхневі біполярні електроди розташовували над черевцем *m. soleus*. Цей м'яз лежить безпосередньо під шкірою і доступний для різноманітних маніпуляцій.

Для виявлення функціонального стану спінальних мотонейронів при модуляції фонових впливів від вестибулярного аналізатора використовували методику, запропоновану Коцем та Жуковим [2] та пристосовану до наших дослідів.

Порядок досліджень був наступний: на першому етапі виявляли максимуми зниження Н-відповіді *m. soleus* при вестибулярному навантаженні за допомогою методу Н-рефлексометрії.

На другому етапі проводили дослідження об'єднаного впливу вестибулярної та слухової сенсорної системи по виявлених максимумах на рухову активність нижніх кінцівок людини. Для подразнення отолітового апарату використовували кутове прискорення [4; 7]. Піддослідному пропонували при звуковому навантаженні зробити 20 рівномірних поворотів голови (швидкість їх становила один поворот за секунду) в усіх площинах. При цьому забезпечувалась синхронна різного напряму та однакова за величиною стимуляція правого та лівого лабіринтів. Після останнього повороту та встановлення голови у вихідне положення проводили реєстрацію Н-відповіді від камбалоподібного м'яза у людини.

Таким чином проведено 6 серій спостережень, кожна з яких відрізнялась частотним діапазоном звукового навантаження. Результати дослідів обробляли методом парних порівнянь [3].

Результати та їх обговорення

Максимум прояву гальмування у першій фазі (10 мс) виявив найбільш глибокі зміни на частоті 2000 Гц (рис. 1). У цифровому вигляді найбільше зниження

амплітуди Н-відповіді *m. soleus* відбувалось на частоті 2000 Гц і становило 50,82 ± 1,34 % від контролю. Збільшення амплітуди Н-відповіді спостерігалось по обидва боки від частоти 2000 Гц. Найменший гальмівний вплив було відмічено на частоті 20 Гц, який складав 75,70 ± 5,88 %, та 10000 Гц – 65,72 ± 8,78 % від контролю. Оскільки частота 2000 Гц входить до мовного діапазону, то, вірогідніше за все, ці частоти можуть впливати на екстензорний мотонейронний пул *m. soleus* опосередковано. Сприймання інформації з навколишнього середовища на звукових частотах другої сигнальної системи для людини дуже важливе, тому посилення гальмівних впливів екстензорних м'язів нижніх кінцівок людини пов'язане зі збільшенням збудливості центральних механізмів цього координаційного гальмування.

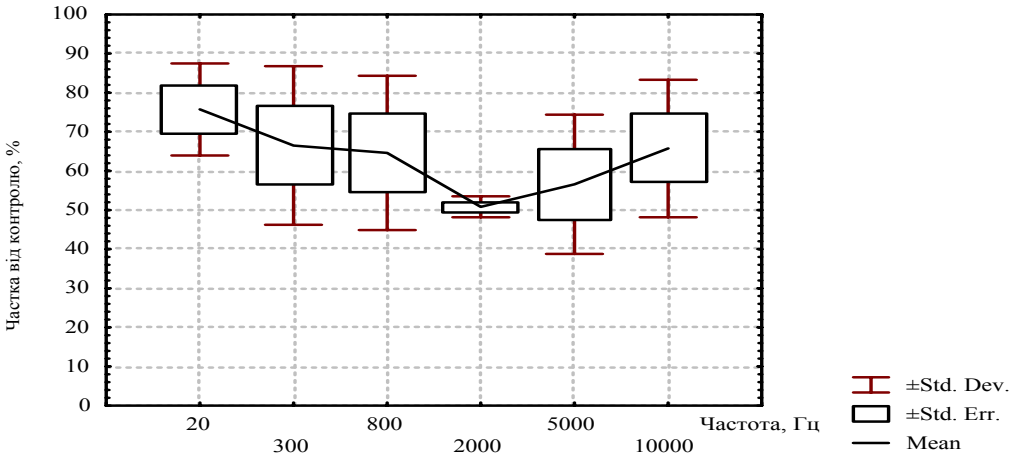

Рис. 1. Зміни амплітуди Н-відповіді *m. soleus* у часовому інтервалі 10 мс між кондиціонувальним і тестувальним подразненням м'язів-антагоністів нижніх кінцівок людини при звукових подразниках: по вертикалі: відношення амплітуди Н-відповіді м'яза при дії звукового навантаження до її значення за відсутності будь-якого звукового навантаження, %; по горизонталі: різні частотні діапазони дії шумового подразника, Гц

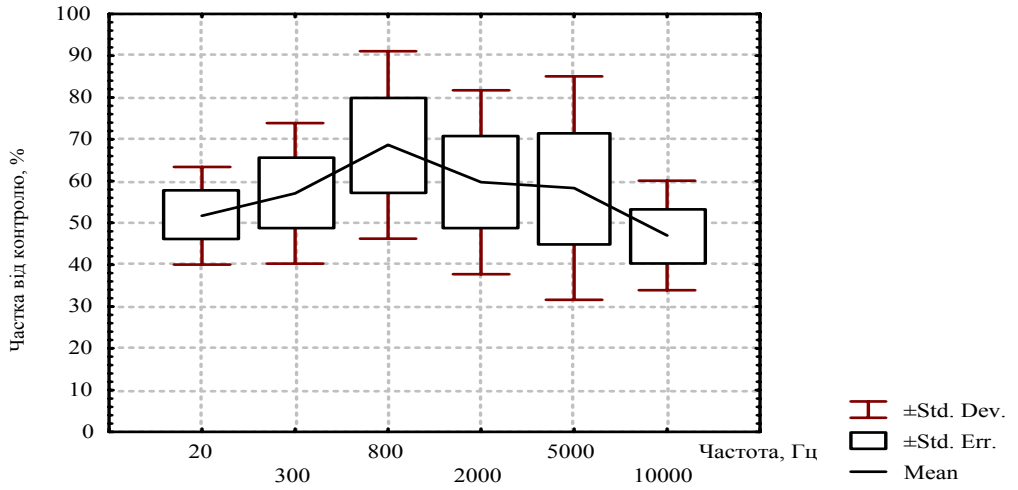

Рис. 2. Зміни амплітуди Н-відповіді *m. soleus* у часовому інтервалі 150 мс між кондиціонувальним і тестувальним подразненням м'язів-антагоністів нижніх кінцівок людини при звукових подразниках: позначення такі ж самі, як і на рис. 1.

Вірогідніше за все перетворення сенсорних потоків слухової і вестибулярної сенсорної системи починає здійснюватись вже у вестибулярних ядрах, що можна пояснити близьким анатомічним розташуванням із вестибулярною системою, це, можливо, спричинює гальмівні постсинаптичні впливи.

На другому максимумі – (рис. 2) зниження Н-рефлексу (150 мс), нами спостерігалась дещо інша картина. Найбільше зниження амплітуди Н-відповіді спостерігалось як у низькому (20 Гц), так і в високому (10000 Гц) діапазоні звукових коливань. У середньому діапазоні спостерігалось підвищення амплітуди Н-відповіді камбалоподібного м'яза людини.

У фазі збільшення амплітуди Н-відповіді мотонейронного пулу *m. soleus* (рис. 3) спостерігалась цікава картина: амплітуда Н-відповіді зменшувалась при шумовому навантаженні на низьких (20 Гц) та високих (5000 Гц) частотах.

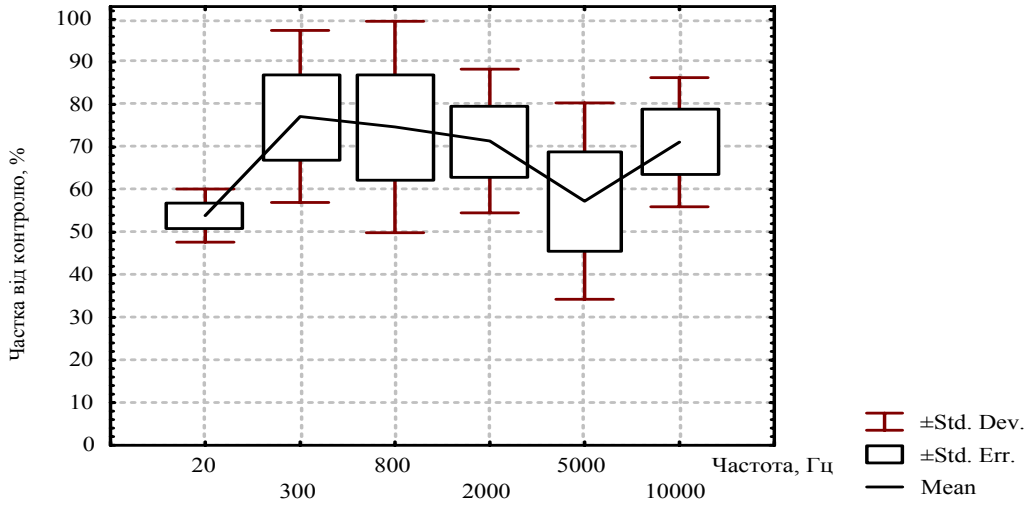

Рис. 3. Зміни амплітуди Н-відповіді *m. soleus* у часовому інтервалі 50 мс між кондиціонувальним і тестувальним подразненням м'язів–антагоністів нижніх кінцівок людини при звукових подразниках: позначення такі ж самі, як і на рис. 1.

Можна припустити, що в даному випадку більше виявляється гальмівна роль ретикулярної формації, наслідком чого є неспецифічне гальмування екстензорних мотонейронів. Вплив ретикулярної формації може реалізуватись не тільки за рахунок постсинаптичного гальмування мотонейронів, а й за рахунок виникнення гальмівних постсинаптичних потенціалів у проміжних нейронах [5].

Висновки

Результати наших експериментів і літературні дані дають право припустити, що подразнення рецепторів півколових каналів змінює активність екстензорних мотонейронів спинного мозку людини. Механізм цих змін може носити як спінальний, так і супраспінальний характер. Однак, не залишає сумнівів той факт, що всі ці механізми спрямовані на забезпечення більш точної координації рухів людини.

Бібліографічні посилання

1. **Войтенко Л. П.** Организация вестибулоспинальных систем у позвоночных // Нейрофизиология. – 1992. – Т. 24, № 2. – С. 215–238.

2. **Коц Я. М.** О супраспинальном управлении сегментарными центрами мышц–антагонистов у человека / Я. М. Коц, В. И. Жуков // Биофизика. – 1971. – Т. 16, вып. 6. – С. 1085–1091.
3. **Лакин Г. Ф.** Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 350 с.
4. **Приймаков О. О.** Взаємозв'язок механізмів регулювання стійкості пози та довільної точності руху у спортсменів // Фізіологічний журнал. – 1995. – Т. 41. – № 3–4. – С. 49–54.
5. **Частная физиология нервной системы** / П. Г. Костюк, Ф. Н. Серков, Ю. П. Лиманский и др. / Под ред. П. Г. Костюка. – Л.: Наука, 1983. – 733 с.
6. **Чивилева О. Г.** Пространственная организация таламических проекций стриопаллидума мозга собаки / О. Г. Чивилева, А. И. Горбачевская // Новое в изучении пластичности мозга: (Материалы конф.) / РАМН, НИИ мозга РАМН. – М., 2000. – С. 88.
7. **Янов Ю. К.** Вестибулярная функция и физиологические механизмы вестибулярной реакции: Учебное издание / Ю. К. Янов, К. В. Герасимов. – СПб.: Наука, 1997. – 106 с.
8. **Янов Ю. К.** Патогенетические механизмы сенсорных и вегетативных реакций при раздражении вестибулярного рецептора (системный анализ экспериментальных, клинических и теоретических исследований): Дис. … д-ра мед. наук в виде научного доклада. – СПб.: ВМедА, 1998. – 37 с.
9. **Янов Ю. К.** Начало системного анализа в клинической и экспериментальной вестибулологии / Ю. К. Янов, В. С. Новиков, К. В. Герасимов. – СПб.: Наука, 1997. – 237 с.
10. **Eccles J. C.** Physiology of motor control in man // Appl. neurophysiol. – 1981. – Vol. 44. – P. 5–15.
11. **Ulmura K.** Comparison of motor cortex influens upon various hind-limb motoneurones in pyramidal cants and primates / K. Ulmura, A. Preston // J. Neurophisiol. – 1978. – Vol. 28, № 3. – P. 398–412.

Надійшла до редколегії 17.09.05.

УДК 579. 821

О. А. Дрегваль, Н. В. Черевач, А. І. Вінніков

Дніпропетровський національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ЗБЕРІГАННЯ РІЗНИХ ФОРМ КОМПЛЕКСНОГО ЕНТОМОПАТОГЕННОГО БІОПРЕПАРАТУ

Досліджено зберігання різних форм комплексного ентомопатогенного біопрепарату на основі *Bacillus thuringiensis* та *Beauveria bassiana*. Показано, що якісне зберігання рідинної форми препарату забезпечується додаванням 5 % *NaCl*, пастоподібної – карбоксиметилцелюлози, тіосечовини та комплексу мінеральних солей (*$CuSO_4$, $MgSO_4$, $ZnSO_4$, KCl*). Доведено ефективне застосування бентоніту як носія для зберігання гранульованої форми препарату. Показана ефективність 0,5–1,0 %-ного розчинів препарату по відношенню до личинок *Archips podana* Scop.

This article is devoted to investigation of preservation conditions of the different form of complex entomopathogenic preparation on the basis of *Bacillus thuringiensis* and *Beauveria bassiana*. It was shown, the qualitative preservation of the liquid form with 5 % *NaCl*, and the paste form with carboxymetilcellulose, tiaurea, and mineral salt (*$CuSO_4$, $MgSO_4$, $ZnSO_4$, KCl*) was got. The effective application of a bentonit as a basis for the granulose form of the preparation was provided. The efficiency of the preparation (solution with 0,5–1,0 % concentration) against larvae of *Archips podana* Scop. was shown.

Вступ

Промисловість виробляє інсектицидні препарати у вигляді трьох основних форм: сухих, рідинних та у вигляді пасти. Виробництво сухих препаратів включає довготривалі етапи сушки та помелу, на яких відбуваються значні втрати споро-

© Дрегваль О. А., Черевач Н. В., Вінніков А. І., 2005