

ЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ НЮХОВИХ ЦИБУЛИН СІРІЙСЬКИХ ХОМ'ЯКІВ (*MESOCRICETUSAURATUS*)

У статті проведений спектральний аналіз електричної активності нюхових цибулин сірійських хом'яків (*Mesocricetus auratus*) як тварин з добре розвиненим нюхом в нормі та в умовах запахової стимуляції. Проведено порівняння електричної активності нюхових цибулин тварин з різнорівнево ускладненою корою, а саме: морських свинок (*Cavia*) та сірійських хом'яків (*Mesocricetus auratus*) як тварин з добре розвиненим нюхом і мало диференційованим неокортексом порівняно з ЕА щурів (*Rattus*), що також можуть бути віднесені до гладенькомозкових видів. Виявлені суттєві відмінності топографічних особливостей веретен олфакто-амігдалярного ритму, значимі потужнісно-частотні різниці усереднених спектрів високочастотних складових і різний частотний розподіл окремих компонентів у межах характеристичних веретен.

Ключові слова: олфакто-амігдалярний ритм, високочастотна синхронізована активність, респіраторні хвилі.

Постановка проблеми. Аналіз останніх публікацій. Предусім необхідно відмітити, що дослідження основних механізмів перцепції запахових чинників, як правило, супроводжується вивченням ЕЕГ-реакцій різних мозкових структур на вплив одорантів (Moncrieff, 1967, Lorig, 1989). Кодування якісних та кількісних характеристик запаху також пов'язується зі змінами електричної активності первинних нюхових центрів, а також передніх областей неокортексту (Freeman, 1991).

Попередні дослідження, що проводилися в цьому напрямку на різних видах лабораторних тварин, дозволили виявити значну скорельованість динаміки ЕА нюхових луковиць з неокортикальними областями безпосередньо не пов'язаними з обробкою сенсорної запахової інформації [1, 2, 3].

Тому виходили з необхідності дослідити специфіку електричної активності нюхових цибулин як центральних нюхових структур у макросматичних тварин сірійських хом'яків (*Mesocricetus auratus*).

Метою даної частини роботи було проведення спектрального аналізу електричної активності нюхових луковиць сірійських хом'яків (*Mesocricetus auratus*). Провести порівняння електричної активності нюхових цибулин тварин з різнорівнево ускладненою корою, а саме: морських свинок (*Cavia*) та сірійських хом'яків (*Mesocricetus auratus*) як тварин з добре розвиненим нюхом і мало диференційованим неокортексом порівняно з ЕА щурів (*Rattus*), що також можуть бути віднесені до гладенькомозкових видів.

Отримані дані дозволяють суттєво конкретизувати характеристики окремих паттернів ринцефальних структур і відкривають нові перспективи щодо їх інтерпретації.

Матеріал та методи

Вцілому робота виконана в умовах хронічного експерименту на 6-ти безпородних сірійських хом'яках, масою 130-150 г.

Тваринам під каліпсоловим наркозом (25 мг/кг) стереотаксично вживляли в НЛ та піріформну кору ніхромові електроди (діаметр 0.15 мм), назальні термопари для реєстрації дихання та підшкірний електрод для реєстрації ЕКГ. Електрофізіологічні показники реєстрували в стані спокою та при поведінковому збудженні, викликаному звуковими чи больовими подразниками.

Попереднє підсилення сумарної ЕА проводили за допомогою підсилювачів біопотенціалів.

Після чого проводився спектральний аналіз отриманих електроенцефалограм. Інформативність спектральних оцінок підвищували шляхом усереднення вибірових спектрів певного стану або досліджуваних ділянок ЕЕГ. Достовірність відмінностей усереднених спектральних характеристик для різних станів оцінювали за t-критерієм Стьюдента.

Результати та їх обговорення

За результатами попередніх експериментальних досліджень, було виявлено значні розбіжності у спектральних показниках основних феноменів електричної активності риненцефальних структур представників 2-х видів (щурі та морські свинки) класу гризуни Rodentia [4, 5, 6]. Це зумовило необхідність дослідження цих показників у іншого виду цього ж ряду.

В якості експериментальних об'єктів з цією метою були вибрані хом'яки *Mesocricetus Auratus*, оскільки ці тварини у дорослому віці незначно відрізняються за масою від досліджених видів, а за морфо-функціональною організацією неокортексу можуть бути умовно віднесені до гладенькомозкових. Різний ступінь диференціації неокортексу у розглянутих видів лабораторних тварин відкриває додаткові напрямки подальших досліджень у цьому плані.

Згідно експериментальних даних в електричній активності нюхових цибулин (ЕА НЦ) хом'яків також простежуються описані раніше характеристичні феномени риненцефальних структур ссавців, а саме: поліморфна активність, респіраторні хвилі та олфакто-амігдалярний ритм; які за топограмою та проявленням швидше наближуються до описаних у щурів [4, 6].

Поряд з цим, прояви вказаних феноменів виражено залежать від рівня поведінкової активності тварини і відповідного функціонального стану головного мозку, а оскільки у хом'яків спостерігаються достатньо швидкі переходи від стану поведінкового збудження до спокійного неспання і навіть сну, характеристичні спалахи ОАР, що реєструються відразу після висадки тварин в експериментальну камеру, доволі швидко (за 2-10 хв) змінюються на домінуючу в ЕА НЦ поліморфної активності. Як відомо, максимальну поведінкову активність даний вид проявляє переважно в нічний час, що спричиняє ряд методичних труднощів.

За спокійного стану в ЕА НЦ хом'яків, візуально не вдалося виділити характеристичні коливання ОАР. Хоча на вибіркових та сумарних спектрограмах чітко вирізнялося зростання потужності коливань його діапазону, особливо для більш низькочастотних компонентів “веретен” 25-48 Гц в обох луковицях без вираженої асиметрії (Рис1).

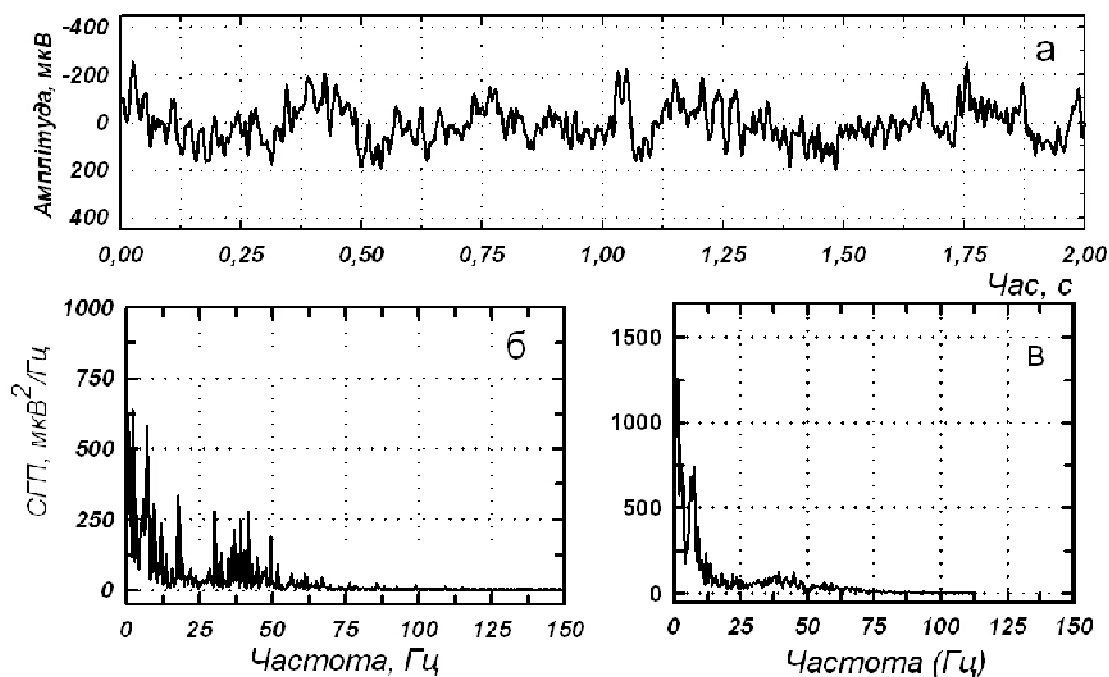


Рис. 1. Вибіркова (б) та усереднена (в) спектральні оцінки фрагментів електричної активності нюхової цибулини хом'яка (а) за умов спокійного неспання.

Поліморфна активність хом'яків була переважно представлена низькоамплітудними коливаннями діапазону до 75 Гц і мала три домінуючі спектральні компоненти 1-6 Гц, 6-12 Гц та 25-60 Гц (Рис. 2). На загальних записах ЕА НЦ візуально досить чітко простежувалися респіраторні хвилі (РХ) на фоні низькоамплітудних високочастотних компонентів, що не мали чіткої регулярності їх проявів.

Таблиця 1.

Усереднені ($\bar{X} \pm m$, $n > 50$) спектральні характеристики міжспалахових компонентів ЕА НЦ (ПА) хом'яків

	спектральний діапазон		
	25-90 Гц	25-48 Гц	52-150 Гц
	Права НЦ		
Частота, Гц	42.06±3.99	38.40±1.35	58.22±1.87
Індекс, %	29.47±1.93	19.35±1.84	11.05±0.57
	Ліва НЦ		
Частота, Гц	35.52±1.83	35.52±1.83	58.28±1.84
Індекс, %	34.83±1.43	21.64±0.80	13.40±1.07

Спалахові компоненти ОАР, як правило, реєструвалися на фоні такої активності протягом короткого проміжку часу на початку експерименту та при різких змінах умов оточуючого середовища, або ж підвищенні мотивації тварини. Відмітною особливістю ОАР у хом'яків є відсутність характерної чітко окресленої веретеновидної форми та їх частотна монокомпонентність, тобто, відсутність помітного частотного розподілу в межах самого "веретена" (Рис. 2).

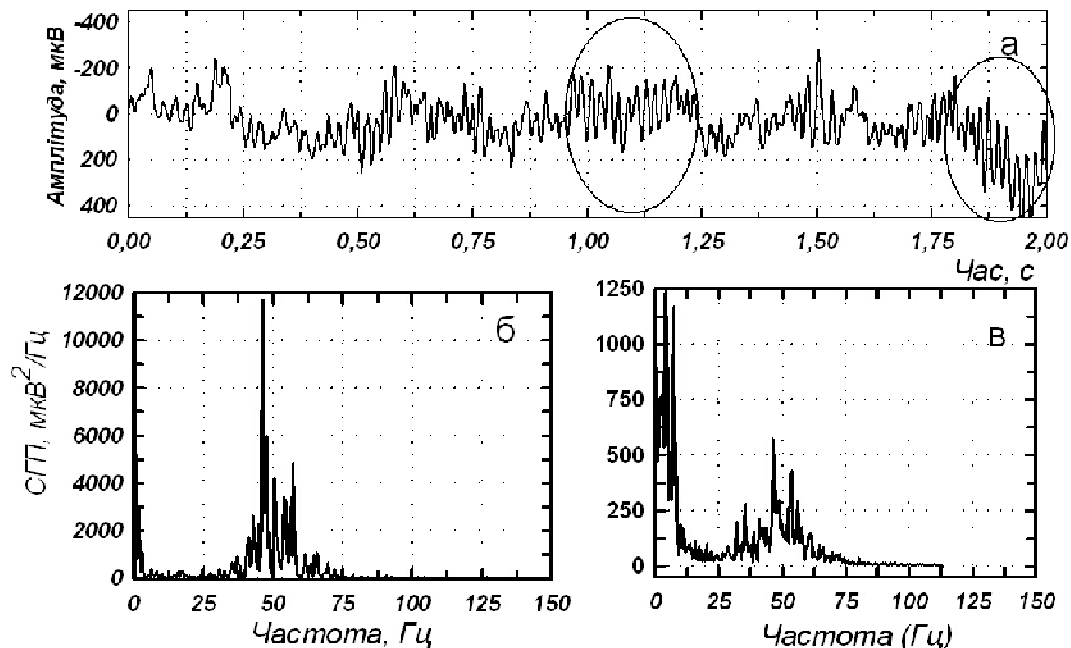


Рис. 2. Вибіркова (б) та усереднена (в) спектральні оцінки фрагментів електричної активності нюхової цибулини хом'яка (а) за умов поведінкового збудження.

Аналіз вибірових записів ЕА НЦ тварин у стані поведінкового збудження, викликаного різноманітними зовнішніми чинниками, вказує на посилення вираженості спектрального максимуму ОАР саме в тих же спектральних піддіапазонах, які характерні і для стану спокою, однак, при вираженішому зростанні індексу правої НЦ ($p < 0.05$) і її домінуванні за частотним спектральним максимумом в діапазоні ОАР 25-90 Гц (Табл. 2).

Таблиця 2.

Усереднені ($X \pm m$, $n > 50$) спектральні характеристики ЕА НЦ хом'яків в стані поведінкового збудження

	спектральний діапазон		
	25-90 Гц	25-48 Гц	52-150 Гц
	Права НЦ		
Частота, Гц	41.36±1.76	37.55±1.38	55.41±0.71
Індекс, %	35.11±1.41	21.58±1.23	12.79±0.70
	Ліва НЦ		
Частота, Гц	35.87±1.76	34.56±1.40	56.87±0.93
Індекс, %	35.60±1.31	21.71±0.97	14.19±0.69

Спектральний аналіз характеристичних спалахових компонентів ОАР дозволяє стверджувати про їх представлення сукупністю доміантних коливань у частотному діапазоні 35-60 Гц.

Характерні прийомувальні рухи не призводили до видимого збільшення проявів спектрального діапазону ОАР, очевидно внаслідок значного вкорочення часу проявлення кожного окремого веретена.

Виходячи з вищевикладеного, хом'яки можуть використовуватись для дослідження функціональної активності НЦ як вузлових структур риненцефалону лише за певних умов і мало придатні для масових обстежень.

Характерно, що у хом'яків при спостереженні вираженої харчової мотиваційної поведінки спалахові компоненти ОАР також чітко простежувалися, але за спектральними показниками дана форма активності за спектральними максимумами для піддіапазонів ОАР мало ($p > 0.05$) відрізнялася від фонових показників, переважно зростав лише індекс кожного з розглядуваних піддіапазонів за рахунок збільшення вираженості "веретен" (Табл. 3, 4).

Таблиця 3.

Усереднені ($X \pm m$, $n > 50$) спектральні характеристики спалахових компонентів ЕА НЛ (ОАР) хом'яків

	спектральний діапазон		
	25-90 Гц	25-48 Гц	52-150 Гц
	Права НЦ		
Частота, Гц	50.60±2.43	46.71±0.49	55.75±1.68
Індекс, %	48.91±4.05	23.14±3.73	21.71±2.81
	Ліва НЦ		
Частота, Гц	43.16±6.37	34.34±3.28	53.69±0.39
Індекс, %	45.45±2.56	25.98±1.79	19.34±3.35

Таблиця 4.

Усереднені ($X \pm m$, $n > 50$) спектральні характеристики спалахових компонентів ЕА НЛ (ОАР) хом'яків за умов харчової мотивації (права НЦ)

	спектральний діапазон		
	25-90 Гц	25-48 Гц	52-150 Гц
Частота, Гц	47.09±1.58	45.56±0.55	54.87±1.03
Індекс, %	75.76±5.88	43.41±5.33	26.57±3.47

Ефекти, що розглядалися, можуть, на нашу думку, трактуватися як активація механізмів (центральної чи периферичної) генерації ОАР для сприйняття і первинного аналізу нових сигналів, що в цілому є доцільним для макросматичних тварин.

В цілому аналіз показників ЕА вузлових ринцефальних структур у розглядуваних видів ссавців, які мають різноманітний організований неокортекс вказує на значні коливання доміантної частоти діапазону ОАР 25-90 Гц не тільки всередині класу, а й навіть окремого ряду (гризунів) ($p < 0.05$) (Рис. 3).

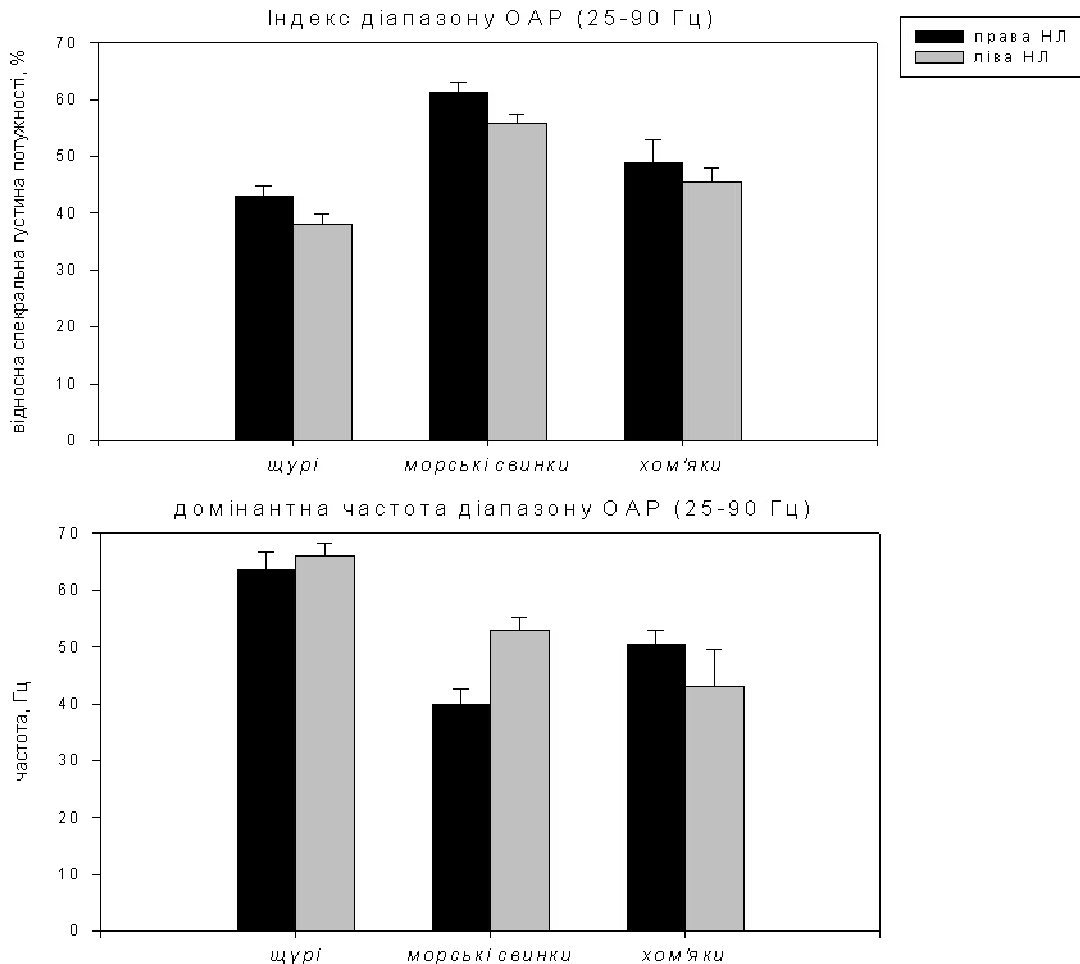


Рис.3. Усереднені спектральні показники ОАР представників досліджених видів гризунів.

Очевидно, такі відмінності обумовлені не тільки (або ж не скільки) роллю нюху в житті даного виду, а, на наш погляд, ступенем дозрівання власне неокортексу, який виражено справляє центрифугальні впливи на луковичну активність.

Висновки

Аналіз літературних та власних експериментальних даних дозволяє припустити, що прояви розглянутих специфічних високочастотних компонентів ЕА ринцефальних структур, зокрема ОАР та високочастотної синхронізованої активності, очевидно, є результатом складної взаємодії механізмів периферичного та центрального збудження на рівні НЛ, які потребують подальшого дослідження за умов як спонтанної, так і пролонгованої різноманітними чинниками (олфактивної та неолфактивної природи) поведінки.

Експериментальні дані, на нашу думку, можуть служити підтвердженням існування своєрідної неспецифічної риненцефальної системи, яка активізує або ж значно модулює функціональний стан мозку при необхідності мультисенсорного сприйняття сигналів. Останній процес, як правило, супроводжується посиленням рівня емоційно-мотиваційного збудження тварини.

Література

1. Ілюха Л. М. Вплив запахів ефірних олій на електричну активність риненцефальних структур лабораторних тварин / Л.М. Ілюха // Перспективи медицини та біології. – 2012. – Том 4, Дод. до №1. – С. 48-49
2. Manabe, H., and Mori, K. Sniff rhythm-paced fast and slow gamma-oscillations in the olfactory bulb: relation to tufted and mitral cells and behavioral states. /H. Manabeand K. Mori.// *Neurophysiol.* – 2013. Vol 110, P.1593–1599.
3. Reinken U., Schmidt U. Dependence of single unit activity in the olfactory bulb on early odor experience in the laboratory mouse/ U. Reinken., U. Schmidt // *Naturwissenschaften.* – 1987. – V.74, N11. – P.555-556.
4. Ілюха Л.М. Сравнительное электрофизиологическое исследование риненцефальных структур млекопитающих / Л.М. Ілюха // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2010. – Т. 23 (62), № 4. – С.103-110
5. Ілюха Л. М. Особливості олфакто-амигдалярного ритму лабораторних тварин за різних функціональних станів / Л. М. Ілюха. // Вісник Черкаського університету [Текст] : [зб. наук. ст.]. Вип. 128 Серія Біологічні науки / Черкаський нац. ун-т. – Черкаси : Видавництво ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2008. – С. 46-54.
6. Bressler Steven L. and Freeman Walter J. Frequency analysis of olfactory system EEG in cat, rabbit, and rat / S. L Bressler., W. J.Freeman // *Electroenc. and clin. neurophysiology.* – 1980. – V. 50. – P.19-24.

References

1. Iliukha L. M. (2012). The influence of smells of essential oils on the electrical activity of rhenecephal structures of laboratory animals. *Prospects of medicine and biology. 4 (1), 48-49.* (in Ukr.)
2. Manabe, H., and Mori, K. (2013). Sniff rhythm-paced fast and slow gamma-oscillations in the olfactory bulb: relation to tufted and mitral cells and behavioral states. *Neurophysiol.* 110,1593–1599.
3. Reinken U., Schmidt U. (1987) Dependence of single unit activity in the olfactory bulb on early odor experience in the laboratory mouse. *Naturwissenschaften.* 74 (11), 555-556.
4. Iliukha L.M. (2010) Comparative electrophysiological study of mammalian rhinencephalic structures. *Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadsky. Series "Biology, Chemistry".* 23 (62), № 4,103-110. (in Russ.)
5. Iliukha LM. (2008) Features of the alfakto-amygdala rhythm of laboratory animals for different functional states *Bulletin of the University of Cherkasy.* Cherkasy National University. Publishing house of Cherkassy National University named after B. Khmelnytsky, 46-54. (in Ukr.)
6. Bressler Steven L. and Freeman Walter J. (1980) Frequency analysis of olfactory system EEG in cat, rabbit, and rat . *Electroenc. and clin. neurophysiology.* 50.19-24.

Summary. Ilyuha L. M., Boechko F. F. Electrical activity of the olfactory bulbs of Syrian hamster (*Mesocricetus auratus*)

Introduction. The article carried out a spectral analysis of the electrical activity of olfactory bulb Syrian hamster (*Mesocricetus auratus*) as an animal with a well-developed smell in normal and under odor stimulation. Comparison of the electrical activity of olfactory bulbs of animals with different levels of complicated bark, namely: guinea pigs (*Cavia*) and Syrian hamster (*Mesocricetus auratus*) as animals with well-developed odors and slightly differentiated neocortex compared to EA rats (*Rattus*), which can also to be attributed to smooth-throated species. Significant differences of topographic features of the spindles of the alfacto-amygdala rhythm are revealed, significant power-frequency differences of the averaged spectra of high-frequency components and different frequency distribution of individual components within the characteristic spindles.

Purpose. The aim of this work was to conduct a spectral analysis of the electrical activity of the olfactory bulbs of Syrian hamster (*Mesocricetus auratus*) as animals with a well developed sense of smell and little differentiated neocortex to identify the functional values of the individual patterns.

Methods. Work is performed in conditions of chronic experiment on 6 outbred Syrian hamster weighing 130-150 g. When carrying out spectral analysis of the isolated traditional frequency bands

and vysokochastotnykh strip components, namely, 25-90, 25-48 and 52 - 150 Hz, by conducting a parallel analysis of the whole dynamic spectra without isolation of individual bands.

Results. Experimental data indicate the feasibility of the characteristics of EA ranavalona structures with formation of polymorphic desynchronous activity, respiratory waves, olfacto-amygdalar rhythm and PAS. Analysis potugese-frequency changes of these phenomena allows to fine to reflect the activation level of the SLA and the level of behavioral excitability of animals.

Originality. Refined spectral characteristics the basic patterns of electrical activity in the olfactory bulbs of Syrian hamster, the dynamics of its potugese-frequency parameters for different levels of behavioural activity, a comparative analysis of their main characteristics.

Conclusion. Thus, the obtained experimental data indicate the feasibility of the isolated consideration of the phenomena olfacto-amygdalar rhythm, synchronized high-frequency activity and respiratory waves, as they may have different functional nature.

Keywords: rhinencephalic structures, olfactory bulbs, spectral composition olfacto-amygdalar rhythm, respiratory waves.

Черкаський національний університет ім. Б.Хмельницького

Одержаноредакцією 26.11.2017

Прийнято до публікації 11.06.2018