

## ЗМІНИ ПОТУЖНОСТЕЙ ЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ МОТОРНОЇ ЗОНИ КОРИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ САМОК ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ

*У статті досліджено і проаналізовано зміни абсолютних та нормованих показників електричної активності моторної зони кори самок щурів чотирьох вікових груп: ювенільного, молодого, зрілого та передстаречого віку. Встановлено вірогідні вікові зміни показників абсолютної та нормованої потужності біоелектричної активності в даній зоні неокортексу. За показниками абсолютної потужності у самиць зрілого та передстаречого віку домінували дельта- та бетаподібний ритми. Показники цих ритмів були вірогідно вищими порівняно з показниками самиць ювенільного та молодого віку. У самиць ювенільного віку в даній ділянці кори спостерігалось переважання потужностей низькочастотних високоамплітудних хвиль, що проявлялось в синхронізації ритмів ЕКоГ. В трьох інших вікових групах спостерігалась десинхронізація ритмів моторної зони кори головного мозку.*

**Ключові слова:** електрокортикограма (ЕКоГ), моторна кора, ювенільний вік, молодий вік, зрілий вік, передстаречий вік.

**Постановка проблеми. Аналіз останніх публікацій.** Біоелектрична активність кори головного мозку є відображенням життєдіяльності великої кількості її нейронних елементів. Характер біоелектричної активності залежить не тільки від активності власних кортикальних нейрональних елементів, а й від нервової імпульсації, яка поступає по аферентним каналам від різних неспецифічних та асоціативних підкоркових структур. Саме тому, потужність біоелектричної активності розглядають як відображення складних процесів прийому, переробки та інтерференції власної активності і аферентної інформації, що постійно надходить в нейронні елементи кори головного мозку [1]. Відомо також, що характер електрокортикограми (ЕКоГ) визначається функціональним станом нервової тканини та рівнем обмінних процесів [2].

Кора великих півкуль мозку диференційована на різні за своєю будовою формації та є неоднорідною за локалізацією її функцій. Розвиток цих зон кори головного мозку в онтогенезі є гетерохронним [3]. Крім того, різні структури мозку змінюються з віком на цитоархітонічному рівні, що, в свою чергу, призводить до змін електричної активності. Моторна кора знаходиться попереду центральної борони та дозріває однією з перших. Тому, вивчення цієї зони є зручним для науковців, які досліджують ранні онтогенетичні зміни [4,5]. Оскільки після повного дозрівання неокортексу продовжується процес вікових змін, то цей факт необхідно враховувати під час дослідження впливу різних чинників на електричну активність мозку [6]. Більшість науковців використовують в дослідженнях тварин ювенільного та молодого віку, що є більш зручним та швидким в методологічному плані [7, 8]. Але саме зміни, що наступають на пізніх етапах онтогенезу, можуть значно вплинути на результати досліджень негативних факторів і тестуванні лікарських засобів.

Незважаючи на численні дослідження біоелектричної активності різних зон кори мозку щурів [9-11], інтимні механізми цих явищ в моторній зоні в процесі вікової інволюції залишаються нез'ясованими. Дослідження вікової інволюції біоелектричної активності з позицій статі – досить важливе питання, оскільки дозволяє розкрити загальні фізіологічні механізми, які виникають в процесі онтогенезу. Все це обумовлює перспективність та актуальність дослідження питання модуляції показників електричної активності кори головного мозку щурів в онтогенезі.

**Мета статті:** виявити вікові зміни показників біоелектричної активності моторної зони кори головного мозку самиць щурів.

### Матеріал та методи

Експерименти проводили на білих нелінійних безпородних щурахсамках, яких розподілили за віком 4 груп: I група – самки ювенільного віку періоду статевого дозрівання, ( $n = 15$ ); II група – самки молодого віку репродуктивного періоду, ( $n = 14$ ); III група – самки зрілого віку репродуктивного періоду, ( $n = 14$ ); IV група – самки передстаречого віку періоду старечих змін, ( $n = 14$ ) [12]. Тваринам які надійшли до експериментуза правилами зоогієни проводили карантин. Щури утримувались у стандартних умовах для лабораторних тварин: у світлому приміщенні з постійною температурою 20 – 25° та вологістю 40 – 45%, без обмежень у питній воді.

Утримання щурів та експерименти проводилися відповідно до положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей» (Страсбург, 2005), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених П'ятим національним конгресом з біоетики (Київ, 2013).

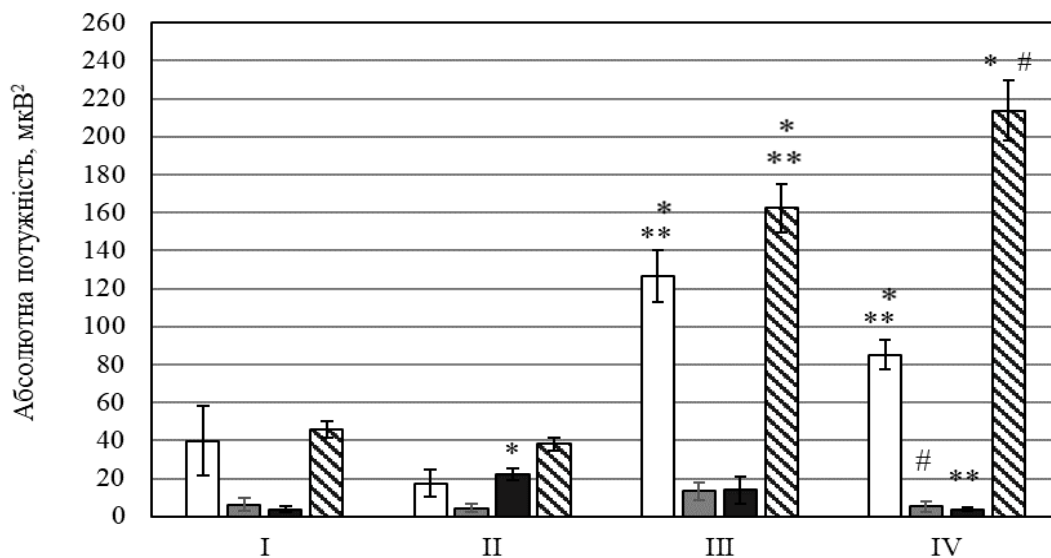
Реєстрацію біоелектричної активності електрокортикограми (ЕкоГ) проводили в умовах гострого експерименту. Хірургічна процедура підготовки до експерименту виконувалась під дією наркозу: тіопенталу натрію (50 мг/кг) або 2-(орто-хлорфеніл)-2-(метиламіно)-циклогексанону гідрохлорид, та кетаміну гідрохлорид (20 мг/кг) [3, 4]. Розчин наркозу вводили у черевну порожнину щура. Спочатку вводили тіопентал натрію, через 5 хвилин – кетамін. Після чого тварина фіксувалась у стереотаксичному приладі та проводилась трепанція черепу. Для отримання чіткого відведення біоелектричної активності моторної зони кори головного мозку досить жорстко закріплювалась голова щура у трьох точках (щелепа та два слухових отвори). Після в неокортекс вводили голчастий уніполярний ніхромовий електрод (діаметр 100 мкм) вкритий лаковою ізоляцією окрім кінчика. Відведення біопотенціалів здійснювали згідно координатам атласу G. Paxinos, Ch. Watson [13]. Координати моторної первинної зони кори головного мозку: bregma (B): - 1,4; латеральна вісь (L): 0,8; інтерауральна вісь (I): 2. Індиферентний електрод закріплювали на вушній раковині тварини. Заземлення здійснювали за допомогою електроду, який закріплювався на хвості. Реєстрацію біопотенціалівкортикограми проводили за допомогою поліграфу П6Ч-01 (Україна) та стандартного електрофізіологічного устаткування з 16-розрядним АЦП з частотою вибірки – 512 Гц (Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця, м. Київ). У всіх записах біоелектричної активності тривалість епохи аналізу становила 60 с з кроком дискретизації частоти  $df$ , що дорівнював 0,1 Гц. Використовували вікно Хеммінга для видалення крайових ефектів. Відповідно до рекомендації Міжнародної федерації суспільства електроенцефалографії та клінічної нейрофізіології, ми використовували наступну класифікацію коливань по діапазонам: дельта ( $\delta$ ) – 0,5 – 3,5 Гц, тета ( $\theta$ ) – 4 – 7 Гц, альфа ( $\alpha$ ) – 8 – 13 Гц, бета ( $\beta$ ) – 14 – 30 Гц. По закінченню кожного експерименту проводилась декапітація тварин.

Отримані результати обробляли статистично з використанням поліпараметричного дисперсійного аналізу програми SPSS 22.0.0.0, комп'ютерних програм MatCad, Meanrow та Powspec (Інститут фізіології імені О. О. Богомольця, м. Київ), Origin Professional 6.0. Розраховали середні значення та помилку середнього. Зміни вважались вірогідними при рівні значимості  $P < 0,05$ .

### Результати та обговорення

Аналіз результатів проведених досліджень показав, що у самиць ювенільного віку періоду статевого дозрівання абсолютний показник дельта-активності складав

$39,76 \pm 13,1 \text{ мкВ}^2$  (рис. 1). У самок молодого віку статевозрілого періоду даний показник знизився в 2,2 рази відносно самиць ювенільного віку. Натомість у самиць зрілого віку репродуктивного періоду та самиць передстаречого віку періоду старечих змін абсолютний показник дельта-активності вірогідно збільшився відносно самиць перших двох вікових груп. Так у самиць зрілого віку абсолютна потужність дельта-ритму вірогідно збільшилась в 3 рази відносно показників самиць ювенільного віку та в 7,3 рази відносно абсолютного показника активності даного ритму самиць молодого віку. Високий рівень потужності дельта-ритму спостерігається й у самиць передстаречого віку періоду старечих змін. Абсолютний показник дельта-активності самиць передстаречого віку вірогідно вищий відносно показників самиць ювенільного та молодого віку, та спостерігалась тенденція до зниження відносно показників самиць зрілого віку. Абсолютний показник низькочастотного дельта-ритму самиць четвертої вікової групи в 2 рази вірогідно вище відносно самиць ювенільного віку, в 4,9 рази вище відносно показників самиць молодого віку, та на 32 % нижче порівняно з самками зрілого віку.



**Рис.1.** Зміни абсолютного показника біоелектричної активності моторної зони кори головного мозку щурів самок різних вікових груп,  $\text{мкВ}^2$  ( $M \pm m$ ).

Примітка: I – щури ювенільного віку, II – щури молодого віку, III – щури зрілого віку, IV – передстаречого віку. Білим кольором – абсолютний показник дельта-ритму; сірим – абсолютний показник тета-ритму; чорним кольором – абсолютний показник альфаподібної активності кори головного мозку; штрихований – абсолютний показник бетаподібної активності кори головного мозку. \* – вірогідність відносно самок ювенільного віку, при  $P < 0,05$ ; \*\* – вірогідність відносно самок молодого віку, при  $P < 0,05$ ; # – вірогідність відносно самок зрілого віку, при  $P < 0,05$ .

Схожі зміни спостерігаються за показниками низькочастотного тета-ритму. Даний показник у самиць ювенільного віку складав  $6,12 \pm 2,4 \text{ мкВ}^2$ . Показник абсолютної потужності тета-ритму у самиць молодого віку знизився на 27 % відносно показників самиць ювенільного віку. В зрілому віці спостерігалась тенденція до підвищення абсолютної потужності даного ритму відносно самиць ювенільного та молодого віку. А саме, абсолютний показник тета-ритму збільшився в 2 та 3 рази порівняно з показниками груп ювенільного та молодого віку. В групі самиць передстаречого віку показник абсолютної потужності тета-активності вірогідно нижчий на 61 % відносно самиць зрілого віку. Спостерігалась тенденція до зниження даного показника відносно показників самиць ювенільного віку періоду статевого дозрівання. В даній віковій групі показник абсолютної потужності тета-ритму на 17 % вищий порівняно з показником самиць молодого віку.

Функціональний стан кори великих півкуль, також характеризує альфа-ритм. Але, альфа-ритм є характерним компонентом електрокортикограми лише людини, тож аналогічна йому активність дуже погано виражена у експериментальних щурів [7]. Дана обставина ускладнює експериментальний аналіз природи альфаподібних ритмів. Зміни високочастотної альфаподібної активності моторної зони кори головного мозку тварин були наступні. Так у самиць ювенільного віку періоду статевого дозрівання абсолютний показник високочастотного альфаподібного ритму склав  $3,76 \pm 1,3$  мкВ<sup>2</sup>. Даний показник у самиць молодого віку дорівнював  $22,16 \pm 3,2$  мкВ<sup>2</sup> та був вірогідно вищий в 5,9 разів порівняно з показниками групи ювенільного віку. В зрілому віці показник абсолютної потужності альфаподібного ритму був в 3,7 разів вищий порівняно з показниками групи ювенільного віку та на 57% нижче відносно показників самиць молодого віку. Альфаподібна активність у самиць передстаречого віку за показником абсолютної потужності була подібною до значення даного показника самиць ювенільного віку. Також, даний показник альфаподібного-ритму в 5,9 разів вірогідно нижчий порівняно з самками молодого віку, та спостерігалась тенденція до зниження порівняно з показниками самиць групи зрілого віку.

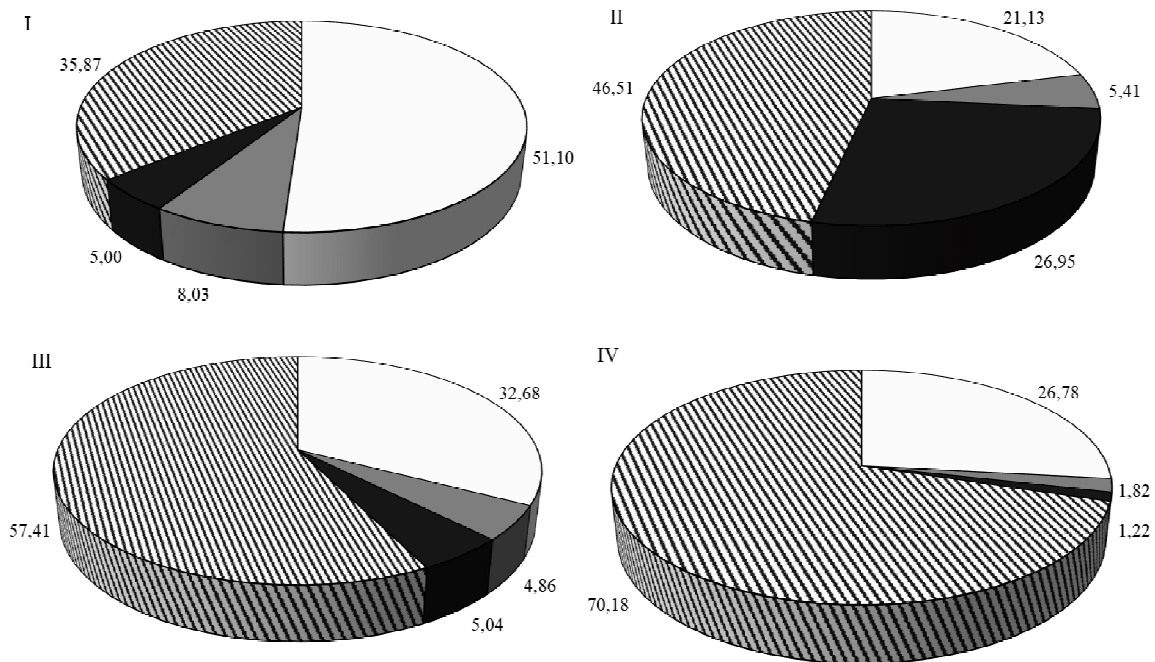
У самиць ювенільного віку абсолютний показник бетаподібного-ритму дорівнював  $45,89 \pm 4,5$  мкВ<sup>2</sup>. В молодому віці спостерігалась тенденція до зниження даного показника на 16,6 % відносно самиць ювенільного віку. В зрілому віці показник абсолютної потужності бетаподібної активності моторної зони кори головного мозку вірогідно вищий відносно двох попередніх вікових груп. А саме, в зрілому віці даний показник вірогідно вищий в 3,5 та 4,25 рази порівняно з показниками самиць ювенільного та молодого віку. Показник абсолютної потужності бетаподібного ритму самиць передстаречого віку періоду старечих змін вірогідно вищий порівняно з самицями ювенільного та зрілого віку в 4,6 та 1,32 рази відповідно. Спостерігалась тенденція до підвищення даного показника у самиць передстаречого віку порівняно з абсолютним показником бетаподібної активності моторної зони кори головного мозку самиць молодого віку.

Проаналізувавши показники абсолютної потужності біоелектричної активності моторної зони кори головного мозку самиць щурів чотирьох вікових груп бачимо, що найвищі значення показників за всіма ритмами були притаманні самицям зрілого віку, а найнижчі самицям молодого віку. Вірогідно високими в усіх вікових групах були показники абсолютної потужності дельта-ритму та бетаподібного ритму.

Також, окрім показників абсолютної потужності нами було проаналізовано нормовані показники електричної активності моторної зони кори головного мозку щурів самиць (рис.2).

Отримані результати досліджень вказують на превалювання бетаподібного-ритму моторної зони кори головного мозку в трьох вікових групах: молодого, зрілого та передстаречого віку. У самок щурів ювенільного віку періоду статевого дозрівання за нормованими показниками біоелектричної активності домінував дельта-ритм, його частка складала 51,10 %. Нормований показник тета-ритму дорівнював 8,03%, значення показників високочастотних ритмів склали: 5 % – альфаподібного ритму та 35,87 % – бетаподібного ритму. Тобто, за нормованими показниками у самок ювенільного віку спостерігалась синхронізація ритмів.

В молодому віці порівняно з показниками самиць ювенільного віку знизилась нормовані показники низькочастотних ритмів та підвищилась відсоткова частка високочастотних ритмів. Нормований показник дельта-ритму склав 21,13 %, тета ритму – 5,41 %, натомість вірогідно збільшився показник бетаподібної активності та дорівнював 46,51 %. В 5,4 рази вірогідно вищий нормований показник альфаподібного ритму моторної зони кори самиць молодого віку порівняно з самицями ювенільного віку. Такий розподіл нормованих показників вказує на десинхронізацію ритмів.



**Рис.2.** Зміни нормованого показника біоелектричної активності моторної зони кори головного мозку щурів самок різних вікових груп, мкВ<sup>2</sup>.

Примітка: I – щури ювенільного віку, II – щури молодого віку, III – щури зрілого віку, IV – передстаречого віку. Білим кольором – нормований показник дельта-ритму; сірим – відносний показник тета-ритму; чорним кольором – відносний показник альфаподібної активності кори головного мозку; штрихований – відносний показник бетаподібної активності кори головного мозку.

За нормованими показниками біоелектричної активності моторної зони кори головного мозку самиць зрілого віку репродуктивного періоду привалювали високочастотні ритми. Значення нормованого показника дельта-ритму дорівнювало 32,68 %, що вірогідно вище відносно самиць молодого віку. Вірогідно нижче в 5,34 рази значення нормованого показника альфаподібного ритму самиць зрілого віку відносно групи молодого віку. Найбільша частка припадає на бетаподібну активність, нормований показник складає 57,41 %. Отримані результати вказують на десинхронізацію ритмів.

В передстаречому віці у самиць значення нормованого показника дельта-ритму вірогідно нижче в 1,9 разів відносно самиць ювенільного віку. Вірогідно знизились нормовані показники тета й альфаподібного ритмів в 2,97 та в 22 рази відносно самиць молодого віку. Нормований показник бетаподібного ритму був найвищим серед всіх вікових груп та доміантним в групі передстаречого віку, він дорівнював 70,18 %. Превалювання високочастотного бетаподібного ритму та зниження низькочастотних ритмів вказує на десинхронізацію ритмів.

Проаналізувавши зміни абсолютних та нормованих показників ЕкоГ щурів самок різних вікових груп, бачимо, що в моторній зоні кори з віком відбулись вірогідні зміни частотно-амплітудних характеристик електричної активності. У самиць ювенільного віку спостерігалась синхронізація електричних коливань за рахунок зростання абсолютної та нормованої потужності низькочастотної високоамплітудної електричної активності з превалюванням дельта ритму. В групі самиць молодого віку спостерігалась тенденція до зниження показників абсолютної та нормованої потужності низькочастотних хвиль, натомість вірогідно збільшувались показники

високочастотних хвиль. У тварин зрілого та передстаречого віку вірогідно підвищились абсолютні та нормовані показники дельта активності та бетаподібної активності порівняно до показників ювенільних та молодих самиць. Спостерігалась десинхронізація ритмів з відсотковим переважанням бетаподібної активності неокортексу самиць зрілого та передстаречого віку.

Низькою авторів показано [4, 6], що у щурів ювенільного та молодого віку на електрокортикограмі переважає дельта активність та наявна синхронізація ритмів. Згідно деяких досліджень [5] показники потужностей дельта-ритму біоелектричної активності кори головного мозку тварин контрольної групи у відсотковому співвідношенні коливались у межах 73,2–87,6 %. Також, роботи даних авторів вказують на зниження абсолютної потужності біоелектричної активності за всіма ритмами починаючи з 7 місячного віку, що є подібним до наших результатів.

Вікові зміни електричної активності моторної зони кори головного мозку щурів на нашу думку можуть бути в значній мірі пов'язані з інволюційними змінами різних медіаторних та гормональних систем. На даний час існує велика кількість досліджень про роль нейротрансмітерів в регуляції нормального старіння і при вікових патологіях [10, 14]. Отримані нами результати модуляції показників біоелектричної активності можуть бути пов'язані зі зниженням компонентів дофамінової системи та переносника дофаміну. Встановлено, що з віком знижується кількість норадренергічних нейронів, знижується вміст й активність пептидів таких, як тромбоцитарний, інсуліноподібний фактор, й фактор росту фібробластів [15]. Знижується з віком холінергічна та серотонінергічна іннервація кори головного мозку [11, 16, 17], відбувається перерозподіл холестеролу за рахунок збільшення внутріклітинного холестерину, що призводить до зниження синтезу холестеролу та, як наслідок зниження синтезу гормонів [14]. В наших попередніх роботах [18], ми отримали подібні результати. Встановили, що з віком знизився вміст кортикостерону та дегідроепіандростерон-сульфату у сироватці крові щурів різної статі.

З віком у самиць щурів відбувався вірогідний перерозподіл біоелектричної активності моторної зони кори великих півкуль в бік високочастотних низькоамплітудних ритмів з домінуванням бетаподібної активності. Як правило, збільшення бетаподібної активності розглядають як приклад підвищення кортикального тону. Тобто, нервові напруження, тривожність та збудження супроводжуються зниженням альфаподібної-активності та переважанням на електрокортикограмі бета-ритму. Синхронізація ритмів була притаманна лише самкам ювенільного віку, в інших трьох групах спостерігалась десинхронізація ритмів.

### Висновки

В моторній зоні кори головного мозку самиць щурів за показниками абсолютної потужності домінувала бетаподібна активність, окрім групи самиць ювенільного віку. З віком абсолютна потужність дельта ритму вірогідно збільшилась у самок зрілого та передстаречого віку порівняно з попередніми групами. Так у самиць зрілого віку даний показник вірогідно збільшилась в 3 рази відносно показників самиць ювенільного віку та в 7,3 рази відносно самиць молодого віку. У самиць четвертої вікової групи потужність дельта ритму в 2 рази вірогідно вища відносно самиць ювенільного віку та 4,9 рази вище відносно показників самиць молодого віку, натомість на 32 % нижче порівняно з самками зрілого віку. Також в зрілому та передстаречому віці вірогідно збільшується абсолютна потужність бетаподібної активності. За абсолютними та нормованими показниками біоелектричної активності моторної зони неокортексу у самиць ювенільного віку спостерігалась синхронізація ритмів, а у трьох інших вікових групах десинхронізація ритмів за рахунок превалювання високочастотних ритмів в сумарній ЕКОГ.

## Література

1. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). – М.: Медпресс-информ, 2002. – 368 с.
2. Фокина Ю.О. Изменения спектральной мощности ритмов ЭЭГ животного после проведения сеансов бета/тета тренинга / Ю. О. Фокина, А. М. Куличенко, В. Б. Павленко // Ученые записки Таврического нац. ун-та им. В. И. Вернадского. – 2009. – Т. 22 (61). – № 2. – С. 140-144
3. Бачинская Н.Ю. Синдром умеренных когнитивных нарушений / Н.Ю. Бачинская // *НейроNews: психоневрология и нейропсихиатрия*. – 2010. – № 2/1. – С.12–17.
4. Мурзін О.Б. Зміни біоелектричної активності кори головного мозку щурів, під впливом вихрового імпульсного магнітного поля / О.Б. Мурзін, В.П. Ляшенко, Г.О. Задорожна // *Вісник проблем біології і медицини*. – 2015. – Вип. 2. – Том. 1 (118). – С. 377–381.
5. Чаус Г. Г. Динаміка показників біоелектричної активності кори головного мозку щурів за умов стресу і застосування гідазепаму / Г. Г. Чаус, Т. Г. Чаус, В. П. Ляшенко // *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*. – 2008. – Вип. 16, т. 1. – С. 210–215.
6. Берченко О.Г. Нейрофізіологічні механізми формування нехімічної залежності самостимуляцією позитивно емоційних зон мозку у щурів / О.Г. Берченко, Д.О. Бевзюк, Н.О. Левічева, С.П. Колядко // *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. – 2016. – Т. 24(2). – С. 270–275. doi: 10.15421/011634.
7. Mongilo G. Neuroscience: Formation of a Percept in the Rat Cortex / G. Mongilo, Y. Loewenstein // *Current Biology*. – 2017. – № 27(11). – P.423–425. doi: 10.1016/j.cub.2017.04.019.
8. Bradshaw S.E. Age-related changes in prefrontal norepinephrine transporter density: The basis for improved cognitive flexibility after low doses of atomoxetine in adolescent rats / S.E.Bradshaw, V.L.Agster, B.D.Waterhouse, J.A. McGaughy// *Brain Research*. – 2016. – №1641 (B). – P. 245–257 doi: 10.1016/j.brainres.2016.01.001.
9. Shumilova T.E. Activity and Circulatory Effects of Nitrite in the Rat Cerebrum / T.E.Shumilova, A.G. Smirnov, V.I. Sheshkov et al. // *Biology Bulletin*. – 2015. – Vol. 42. No. 2. – P. 139–144.
10. Pirrtimaki T.M. Astrocyte-Mediated Neuronal Synchronization Properties Revealed by False Gliotransmitter Release / T.M.Pirrtimaki, R.E. Sims, G. Saunders et al // *Journal of Neuroscience*. – 2017. – №11/37(41). doi: 10.1523/JNEUROSCI.2761-16.2017.
11. Olsen G.M. Posterior parietal cortex of the rat: Architectural delineation and thalamic differentiation / G.M. Olsen, M.P. Witter // *Journal of comparative neurology*. – 2016. – №524(18). – P. 3774–3809. doi: 10.1002/cne.24032.
12. Западнюк И.П., Лабораторные животные. / И.П. Западнюк, В.И. Западнюк, Е.А. Захария, Б.В. Западнюк. – Київ: Вища школа, 1983. – 383 с.
13. Paxinos G. The rat brain in stereotaxic coordinates / G. Paxinos, Ch. Watson. – New York.: Academic Press, 1998. – 474 p.
14. Маньковский Н.Б. Возрастные изменения нейротрансмитерных систем мозга как фактор риска цереброваскулярной патологии / Н.Б. Маньковский, С.М. Кузнецова // *Журнал неврологии и психиатрии*. Б.М. Маньковского. – 2013. – №2. – С.5–13.
15. Мельникова Т.В. Характеристика альфа-ритма СЭГ при первом эпизоде параноидной шизофрении / Т.В. Мельникова, В.В. Саркисян, И.Я. Гурович // *Социальная и клиническая психиатрия*. 2013. – Т. 23. – № 1. – С. 40-45.
16. Howe W.M. Acetylcholine Release in Prefrontal Cortex Promotes Gamma Oscillations and Theta-Gamma Coupling during Detection / W.M.Howe, H.J.Gritton, N.A.Lusk, E.A. Roberts et al // *Journal of Neuroscience*. – 2017. – № 37 (12). – P. 3215–3230.
17. Obermayer J. Cholinergic Modulation of Cortical Microcircuits is Layer-Specific: Evidence from Rodent, Monkey and Human Brain / J. Obermayer, M.B. Verhovy, A. Luchicchi, H.D. Mansvelder// *Front Neural Circuits*. – 2017. – 11(100). doi: 10.3389/fncir.2017.00100.
18. Мізін В.В. Взаємозв'язок між рівнем кортикостерону та дегідроепіандростерон-сульфатом у сироватці крові щурів різного віку та статі / В.В. Мізін, В.П. Ляшенко, С.М. Лукашов // *Вісник Запорізького національного університету*. – 2017. – №2. – С. 67-74.

## References

1. Zenkov L.R. (2002). Clinical electroencephalography (with elements of epileptology). Moscow: Medpress-inform. 368 (in Rus.).
2. Fokina YU.A., Kulichenko A.M., Pavlenko V.B. (2009). Changes in the spectral power of the EEG rhythms after the beta/theta training sessions. *Uchenyye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo [Scientific notes of the V.I. Vernadsky Taurida National University]* 22 (61), 140-144 (in Rus.).

3. Bachinskaya N.YU. (2010). Syndrome of moderate cognitive impairment. *NeyroNews: psikhonevrologii i neyropsikhiatriya [NeuroNews: Psychoneurology and Neuropsychiatry]*. 2/1, 12-17 (in Rus.).
4. Murzin O.B., Lyashenko V.P., Zadorozhnaya G.A. (2015). Changes in bioelectric activity of rat cerebral cortex under the influence of a vortex pulsed magnetic field. *Vestnik problem biologii i meditsyny [Bulletin of problems Biology and Medicine]*. 2/1 (118), 377-381 (in Ukr.).
5. Chaus G.G., Chaus T.G., Lyashenko V.P. (2008). Dynamics of indices of bioelectric activity of rat cerebral cortex under stress conditions and administration of hydazepam. *Vestnik Dnepropetrovskogo universiteta. Biologiya. Ekologiya [Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology]*. 16/1, 210-215 (in Ukr.).
6. Berchenko A.G., Bevzyuk D.A., Levicheva N.A., Kolyadko S.P. (2016). Neurophysiological mechanisms of formation of non-chemical self-stimulation of positively emotional zones of the brain in rats. *Vestnik Dnepropetrovskogo universiteta. Biologiya. Ekologiya [Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology]*. 24 (2), 270-275 (in Ukr.). doi: 10.15421 / 011634.
7. Mongilo G., Loewenstein Y. (2017). Neuroscience: Formation of a Percept in the Rat Cortex. *Current Biology*, 27 (11), 423-425. doi: 10.1016 / j.cub.2017.04.019.
8. Bradshaw S.E., Agster V.L., Waterhouse B.D., McGaughy J.A. (2016). Age-related changes in prefrontal norepinephrine transporter density: The basis for improved cognitive flexibility after low doses of atomoxetine in adolescent rats. *Brain Research*, 1641 (B), 245-257. doi: 10.1016 / j.brainres.2016.01.001.
9. Shumilova T.E., Smirnov A.G., Sheshkov V.I., et al (2015). Activity and Circulatory Effects of Nitrite in the Rat Cerebrum. *Biology Bulletin*, 42/ 2, 139-144.
10. Pirttimäki T.M., Sims R.E., Saunders G. et al (2017). Astrocyte-Mediated Neuronal Synchronization Properties Revealed by False Gliotransmitter Release. *Journal of Neuroscience*, 11/37 (41). doi: 10.1523 / JNEUROSCI.2761-16.2017.
11. Olsen G.M., Witter M.P. (2016). Posterior parietal cortex of the rat: Architectural delineation and thalamic differentiation. *Journal of comparative neurology*, 524 (18), 3774-3809. doi: 10.1002 / cne.24032.
12. Zapadnyuk I.P., Zapadnyuk V.I., Zakhariya Ye.A., Zapadnyuk B.V. (1983). *Laboratory animals*. Kiev: Vyshcha shkola. 383 (in Rus.).
13. Paxinos G., Watson C. (1998). *The rat brain in stereotaxic coordinates*. New York: Academic Press. 474.
14. Man'kovskiy N.B., Kuznetsova S.M. (2013). Age-related changes in neurotransmitter brain systems as a risk factor for cerebrovascular pathology. *Zhurnal nevrologii i m. B. Man'kovskogo [The Journal of Neuroscience of B.M. Mankovsky]*. 2, 5-13 (in Rus.).
15. Mel'nikova T.V., Sarkisyan V.V., Gurovich I.YA. (2013). Characterization of the alpha-rhythm of the electroencephalogram at the first episode of paranoid schizophrenia. *Sotsial'naya i klinicheskayapsikhiatriya [Social and Clinical Psychiatry]*. 23/1, 40-45 (in Rus.).
16. Howe W.M., Gritton H.J., Lusk N.A., Roberts E.A. et al (2017). Acetylcholine Release in Prefrontal Cortex Promotes Gamma Oscillations and Theta-Gamma Coupling during Detection. *Journal of Neuroscience*, 37 (12), 3215-3230. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2737-16.2017
17. Obermayer J., Verhovy M.B., Luchicchi A., Mansvelder H.D. (2017). Cholinergic Modulation of Cortical Microcircuits is Layer-Specific: Evidence from Rodent, Monkey and Human Brain. *Front Neural Circuits*, 11 (100). doi: 10.3389 / fncir.2017.00100.
18. Mizin V.V., Lyashenko V.P., Lukashov S.M. (2017). The relationship between the level of corticosterone and dehydroepiandrosterone sulfate in the blood serum of rats of different age and sex. *Visnyk Zaporiz'koho natsional'noho universytetu [Bulletin of the Zaporizhzhya National University]*. 2, 67-74 (in Ukr.).

**Summary. Mizin V.V., Lyashenko V.P., Lukashov S.M. Power changes in electrical activity of motor zone of the main brain of female rats of different age**

**Introduction.** The electrical activity of the cerebral cortex reflects complex processes of reception and processing of afferent information, as well as the functional state of the organism and the level of metabolic processes. At present bioelectric activity of the motor zone of the cerebral cortex of rats during the age-related involution is not sufficiently investigated. Since most authors investigate only rats of juvenile and young age. The question of the dynamics of the indicators of electrocorticogram is a promising and relevant direction of research, which allows us to reveal the general physiological mechanisms that arise in the process of ontogenesis.

**Purpose** To establish age changes of indicators of bioelectric activity of the motor zone of the cerebral cortex of female rats.

**Methods.** Experiments were performed on white nonlinear, non-rationally mature female rats divided into four groups by age. The registration of the electrocorticogram of the motor zone of the cerebral cortex was carried out by the method of removing the stereotactic potential, on a standard



electrophysiological device. A needle unipolar electrode (nichrome diameter of 100  $\mu\text{m}$ ) was used. In the total amount of electrocorticograms, the indicators of absolute and normalized power of the electric activity of the neocortex were analyzed.

**Results** The analysis of the results of the studies showed that beta-like activity dominated among females of all age groups, in addition to the group of females of juvenile age, based on the absolute power of the motor zone of the cerebral cortex. Absolute power of delta rhythm among females of a mature age significantly increased in 3 and 7,3 times relative to the parameters of this rhythm of females of juvenile and young age. In the group of pre-adolescence, this rhythm was 32% lower than that of females of mature age. The highest rate of absolute power of theta-rhythm was among females of mature age. In the juvenile and pre-elder age, the absolute power of alpha-like activity was similar and was  $3,76 \pm 1,3 \mu\text{V}^2$ . This indicator among females of young age was significantly higher in 5,9 times with respect to juvenile age groups. In the mature age, the absolute index of alpha-like rhythm is 3,7 times higher in relation to the juvenile age group and 57% lower than in the group of younger females. Beta-like activity at the younger age decreased by 16,6% relative to females of juvenile age. In the mature age, this indicator is significantly higher at 3,5 and 4,25 times with respect to the juvenile and younger age groups. In pre-instar age, the absolute power of beta-like activity is reliably higher than 4,6 and 1,32 times in relation to the parameters of juvenile and mature age females. For normalized indices, juvenile females were dominated by delta activity of 51,1% and synchronization of rhythms was observed. The beta-like rhythm predominated in the following three age groups, the highest value of which was in rats of pre-instinctive age – 70,18%. Due to the dominance of high-frequency low-amplitude waves, females of young, mature, and pre-adolescent age observed desynchronization of rhythms.

**Originality** The absolute and normalized indices of the motor zone of the cerebral cortex of female rats of juvenile, young, mature and pre-period periods were studied.

**Conclusion** For indicators of absolute and normalized power, females of the juvenile age were dominated by delta activity and synchronization of biorhythms of the motor zone of the cerebral cortex was observed. At young age, the values of absolute power declined and beta-like activity predominated as a percentage, resulting in desynchronization of rhythms. In mature and pre-adulthood, females had high activity in the delta and beta-like rhythm. For normed indicators, beta-like activity and desynchronization of rhythms of neocortex in rats of mature and pre-instar age predominated.

**Keywords:** electrocorticogram, motor cortex, juvenile age, young age, mature age, prehistoric age.

<sup>1</sup>Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро

<sup>2</sup>Лікувально-діагностичний науково-консультативний центр «Головний біль»,  
м. Дніпро

Одержано редакцією            08.04.2017  
Прийнято до публікації        11.06.2018