

**ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ КОРИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ
У ОСІБ З КОНТАМІНОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка (м. Суми)

darina.bilokur@gmail.com

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Робота була виконана у межах НДР Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка «Адаптаційні реакції організму до ендogenous та екзогенних факторів середовища», № державної реєстрації 0116U008030.

Вступ. Аварія на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) навіть через 30 років після трагедії залишає своїми наслідками для населення України збільшення кількості проявів передпатологічних станів, патологічних процесів, загальної онкологічної та неонкологічної захворюваності [1-2]. Згідно наукових даних [2-3], після катастрофи на ЧАЕС сформувався комплекс таких патогенних факторів: пострадіаційного впливу «довгоживучих» радіонуклідів, хронічного стресу, нераціонального способу життя, негативних соціально-економічних змін у суспільстві, що стали несприятливими для організму мешканців контамінованих територій та відіграли одну з ключових ролей у формуванні стану здоров'я підостаючого покоління нашої держави.

Наразі Сумщина за рівнем психічних розладів у мешканців контамінованих територій займає 15-те рангове місце; у залежності від показників захворюваності окремими класами хвороб, причинний зв'язок із аварією на ЧАЕС яких встановлений згідно до чинного законодавства – 21-ше з 25 можливих [3]. Даний факт може бути пояснений віддаленістю території області від епіцентру ядерного вибуху та стохастичністю проявів пролонгованого впливу низьких доз іонізуючої радіації на організм людини, імунну та центральну нервову системи (ЦНС) зокрема [4].

З наукових джерел відомо, що мешканці контамінованих територій зазнають довготривалого низькоінтенсивного опромінення через ґрунтову активність ізотопу ^{137}Cs , радіонуклідів, що потрапляють через дихальні шляхи та їжу [5]. До радіаційно забруднених територій Сумської області належать Шосткинський і Ямпільський райони (IV-та радіаційна зона (щільність забруднення ґрунтів ізотопами Cs-137 від 1 до 5 $\text{Кі}/\text{км}^2$) [4].

Електроенцефалографічні (ЕЕГ) дослідження, присвячені впливу іонізуючої радіації на організм людини, проведені в основному на ліквідаторах наслідків аварії на ЧАЕС [6-7]. У наукових розвідках [6-9] зазначається, що у віддалені терміни після впливу іонізуючої радіації порушуються особливості міжпівкулевої асиметрії, властиві здоровому мозку. Ці зміни проявляються у вигляді розладів пам'яті, когнітивних функцій, змін емоційного і психічного статусів особи [8]. У хворих на дифузне пострадіаційне ураження мозку існує кореляційний зв'язок між ступенем зниження оптимального рівня асиметрії когерентності

ЕЕГ та ступенем когнітивного дефіциту [6-7]. У наш час науковцями обґрунтована можливість виникнення детермінованих нейропсихіатричних радіаційних ефектів при дозах більших 0,3 Зв; виявлені нейрофізіологічні маркери впливу іонізуючого випромінювання у діапазоні 1-5 Гр, що надають можливість здійснювати реконструкцію дози за параметрами ЕЕГ [9].

Питанню впливу малих доз іонізуючого випромінювання на психофізіологічні функції та стан інтегративних систем організму людей, що постійно проживають на радіоактивно забрудненій території присвячені праці Логановського К. М., Коцана І. Я., Козачук Н. О., Журавльова О. А. [6-9]. Сучасні прояви наслідків впливу пролонгованого низькоінтенсивного опромінення на організм людини, і на ЦНС зокрема, досліджені фрагментарно [5].

Усе вищезазначене зумовило актуальність нашого дослідження і визначило його **мету** – встановити електричну активність кори головного мозку у осіб з контамінованих територій Сумської області.

Об'єкт і методи дослідження. Обстеження зі встановлення інтенсивності електричної активності кори головного мозку проведено 120 волонтерам віком від 18 до 35 років, з яких: 20 чоловіків та 20 жінок з умовно екологічно чистих районів Сумської області; 48 жінок та 32 чоловіка, здорових за даними соматичного та неврологічного обстеження (медична картка 086/у, особиста медична книжка № 1-ОМК), із Шосткинського і Ямпільського районів (IV радіаційна зона; територія посиленого радіоекологічного контролю (щільність забруднення ґрунтів ізотопами ^{137}Cs 1-5 $\text{Кі}/\text{км}^2$)) Сумщини (функціональну асиметрію мозку не враховували). Дослідження проводилося на базі приватного медичного закладу «Медсоюз», м. Суми за домовленістю із Сумським державним педагогічним університетом імені А. С. Макаренка. Усі волонтери дали письмову згоду на участь. Дані про стан радіаційного забруднення територій отримали в обласній санітарно-епідеміологічній станції (м. Суми).

Реєстрація електричної активності кори головного мозку (ЕЕГ) проводилася в світло-звукоізольованому кабінеті. ЕЕГ реєстрували у стані спокою із закритими очима монополярно від 16-ти відведень за міжнародною системою 10/20 за допомогою апаратно-програмного комплексу «Нейроком», розробленого науково-технічним центром радіоелектронних медичних приладів і технологій «ХАІ-Медика» Національного аерокосмічного університету «ХАІ» (свідчення про державну реєстрацію № 6038/2007 від 26 січня 2007 року). В якості референтних використовувалися вушні електроди. Реєструвалися 60 с інтервали ЕЕГ. Під час проведення Фур'є-реалізації епоха

аналізу складала 500 мс. Частота дискретизації аналогового сигналу становила 2 мс; вхідний опір для синфазного сигналу – більше 100 МОм. ЕЕГ-сигнал фільтрувався в діапазоні від 0,1 Гц до 50 Гц. Межі можливої відносної похибки під час вимірювання напруги та часових інтервалів електроенцефалографічних сигналів – $\pm 5\%$ [8].

Аналізували такі показники ЕЕГ: інтенсивність (мкВ), середня амплітуда (мкВ), середня частота (к/с), відхилення частоти (к/с), індекс (%) та асиметрія ритму (%). Також вивчали заключення, дані лікарем після реєстрації ЕЕГ. Консультаційно-методичну підтримку під час розшифровки ЕЕГ надавав фахівець (лікар) з функціональної діагностики, штатний працівник приватного медичного закладу «Медсоюз», м. Суми.

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою програмного пакету Microsoft Excel методами варіаційної статистики. Достовірність різниці між вибірками визначали за t-критерієм Стьюдента (нормальний розподіл). Середні величини наводяться у вигляді $M \pm m$, де M – середнє арифметичне, m – стандартна помилка середнього.

Дослідження виконано у відповідності до біоетичних норм з дотриманням чинного законодавства України [10].

Результати дослідження. Результати визначення показників електричної активності кори головного мозку у осіб чоловічої статі з радіаційно забруднених територій Сумської області представлені у **таблиці 1**.

У досліджуваній групі чоловіків у стані спокою із закритими очима показники інтенсивності альфа-ритму коливаються у межах від $5,60 \pm 0,91$ мкВ до $23,00 \pm 1,28$ мкВ. Зональні різниці альфа-ритму відсутні в обох півкулях.

Фонова ЕЕГ досліджуваних характеризується проявом бета-ритму в усіх досліджуваних відділах. Загалом показники інтенсивності коливаються у межах від $4,5 \pm 0,80$ мкВ до $21,63 \pm 1,75$ мкВ.

Середні фонові значення інтенсивності тета- і дельта-ритмів у волонтерів досліджуваної групи знаходяться у межах $4,98 \pm 0,39$ та $2,79 \pm 0,46$ мкВ відповідно, що не перевищує рівень фонові активності. Локалізація повільнохвильової активності знаходиться у лобно-темпоральній зоні, правій скроневій та тім'яній ділянках.

Результати визначення показників електричної активності кори головного мозку у осіб жіночої статі з територій посиленого радіоекологічного контролю Сумської області представлені у **таблиці 2**. У досліджуваній групі жінок у стані спокою із закритими очима показники інтенсивності альфа-ритму коливаються в межах від $5,90 \pm 0,61$ мкВ до $13,00 \pm 0,47$ мкВ. Зональні різниці альфа-ритму відсутні в обох півкулях.

У фоновій ЕЕГ не спостерігається міжпівкулевої асиметрії у 68% досліджуваних з територій посиленого радіоекологічного контролю. У волонтерок відкривання очей супроводжується зниженням інтенсивності альфа-ритму у всіх досліджуваних ділянках.

Таблиця 1.

Інтенсивність електричної активності кори головного мозку у осіб чоловічої статі з контамінованих територій Сумської області

Показник	α – ритм	β – ритм	θ – ритм	δ – ритм
Сер. ампл. ритму, мкВ	$12,23 \pm 0,62$	$9,67 \pm 0,83$	$7,55 \pm 0,44$	$9,93 \pm 0,45$
Сер. част. ритму, к/с	$10,27 \pm 0,34$	$16,17 \pm 0,59$	$5,12 \pm 0,39$	$2,80 \pm 0,46$
Відхилення част., к/с	$1,06 \pm 0,15$	$1,35 \pm 0,25$	$0,76 \pm 0,19$	$0,83 \pm 0,19$
Індекс ритму, %	$81,33 \pm 1,37$	$100,0 \pm 0,0$	$34,99 \pm 2,27$	$6,23 \pm 0,96$
Коеф. асим., %	$8,50 \pm 0,48$	$7,33 \pm 0,48$	$22,33 \pm 1,65$	$33,3 \pm 2,90$

Таблиця 2.

Інтенсивність електричної активності кори головного мозку у осіб жіночої статі з контамінованих територій Сумської області

Показник	α – ритм	β – ритм	θ – ритм	δ – ритм
Сер. ампл. ритму, мкВ	$10,37 \pm 0,46$	$11,82 \pm 0,65$	$9,87 \pm 0,77$	$15,23 \pm 1,10$
Сер. част. ритму, к/с	$10,76 \pm 0,28$	$16,14 \pm 0,48$	$4,97 \pm 0,36$	$2,81 \pm 0,17$
Відхилення част., к/с	$0,94 \pm 0,19$	$0,82 \pm 0,19$	$0,60 \pm 0,20$	$0,79 \pm 0,20$
Індекс ритму, %	$56,86 \pm 1,68$	$100,0 \pm 0,0$	$15,85 \pm 1,12$	$21,96 \pm 1,50$
Коеф. асим., %	$21,29 \pm 1,69$	$22,26 \pm 1,80$	$22,14 \pm 1,67$	$28,00 \pm 1,82$

Фонова ЕЕГ досліджуваних характеризується генералізованою інтенсивністю бета-ритму у 83% випадків. Загалом показники інтенсивності коливаються в межах від $4,60 \pm 0,77$ мкВ до $21,50 \pm 0,89$ мкВ.

Середні фонові значення інтенсивності тета-ритму у досліджуваних експериментальної групи знаходяться у межах $4,97$ мкВ, що не перевищує рівень фонові активності. Локалізація повільнохвильової активності знаходиться у лобно-темпоральній зоні у 71% респонденток, в усіх відділах – у 29%.

При порівнянні одержаних результатів чоловічої та жіночої досліджуваних груп (**табл. 1, 2**) спостерігається зниження індексу α – ритму на 30% у осіб жіночої статі. Має місце зростання коефіцієнту асиметрії α та β ритмів у жінок у 2,5 та 3 рази відповідно аналогічних значень у групі чоловіків.

Водночас одержані дані електроенцефалографічного дослідження вказують на наявність у 37% чоловіків, які зазнали хронічної дії малих доз іонізуючої радіації, певних функціональних порушень (дисфункцій) у прояві мозкової активності. У жінок, які зазнали хронічної дії малих доз іонізуючої радіації, відсутні характерні патологічні прояви мозкової активності в цілому.

Обговорення. Дані електроенцефалографічного дослідження, отримані Коцан І. Я., Козачук Н. О., Журавльвим О. А. дають підставу говорити про те, що для чоловіків та жінок, які зазнали хронічної дії малих доз іонізуючої радіації, не характерні патологічні прояви основних нейрофізіологічних механізмів мозкової активності в цілому [8]. У нашому дослідженні 12 осіб чоловічої статі мають певні патологічні прояви діяльності ЦНС (про що свідчать заключення лікаря після повного електроенцефалографічного обстеження).

Під впливом зовнішніх факторів, згідно думки науковців [8,9] у мешканців контамінованих територій формуються специфічні механізми інтегративних внутрішньокоркових зв'язків, які створюють стабільну морфофункціональну основу для ефективної реалізації процесів навчання і оптимізації пристосувальних реакцій організму до когнітивних наванта-

жень [8]. Однак, ці механізми характеризуються деякою надлишковістю (у нашому випадку, особливо у жінок) та не відповідають принципу «мінімального забезпечення функції» [8].

Ми погоджуємось з думкою науковців [8,9], що така «надлишковість» може бути проявом функціональної незрілості кори головного мозку в осіб, що зазнали хронічної дії малих доз іонізуючого випромінювання.

Висновки. Таким чином, показники електричної активності кори головного мозку у осіб з територій посиленого радіоекологічного контролю Сумської області, характеризуються функціональними пору-

шеннями. Має місце формування і розвиток компенсаторних механізмів у відповідь на опромінення з низькою інтенсивністю, що проявляється у зростанні значень показників працездатності центральної нервової системи, уваги та короткочасної пам'яті.

Перспективи подальших досліджень. Одержані результати вказують на необхідність проведення електроенцефалографічних обстежень населення територій посиленого радіоекологічного контролю нашої держави (та Сумщини зокрема) з метою проведення реабілітаційних заходів щодо даної категорії населення.

Література

1. Shchorichna dopovid pro stan zdorovya naselennya, sanitarno-epidemiolohichnu sytuatsiyu ta diyalnist systemy okhorony zdorovya. 2015 rik. MOZ Ukrayiny; 2015. 450 s. [in Ukrainian].
2. Bazyka DA, Tronko MD, Antypkin YuH, Serdyuk AM, Sushko VO. Trydtsyat rokiv Chornobylskoyi katastrofy: radiolohichni ta medychni naslidky: Natsionalna dopovid Ukrayiny. Kyiv: DU "Natsionalnyi naukovyi tsentr radiatsiyanoi medytsyny Natsionalnoi akademiyi medychnykh nauk Ukrayiny"; 2016. 177 s. [in Ukrainian].
3. Volosovets OP, Kryvopustov SP, Mozyrska OV, Skvarska OO, Saltanova SD, Yemets OV, ta in. Dynamika zmin u poshyrenosti khvorob ta zakhvoryuvanosti dytyachoho naselennya rayiny za okremymy lasamy khvorob pislya avariyi na Chornobylskiy AES. Svit medytsyny ta biolohiyi. 2018;3(65):33-42. [in Ukrainian].
4. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 23 lypnya 1991 r. № 106 Pro orhanizatsiyu vykonannya postanov Verkhovnoyi Rady Ukrayinskoyi RSR pro porядok vvedennya v diyu zakoniv Ukrayinskoyi RSR "Pro pravovyy rezhym terytoriyi, shcho zaznala radioaktyvnoho zabrudnennya vnaslidok Chornobylskoyi katastrofy" ta "Pro status i sotsialnyi zakhyst hromadyan, yaki postrazhdaly vnaslidok chornobylskoyi katastrofy". 1991. D/b 106a-91-p. Dostupno: <http://zakon.rada.gov.ua/go/106a-91-p> [in Ukrainian].
5. Bilokur DO. Vzayemozvyazok pokaznykiv korotkochasnoyi pam'yati ta pratsezdatnosti tsentral'noyi nervovoyi systemy u osob z terytoriy posylenoho radioekolohichnoho kontrolyu Sums'koyi oblasti. Ukrayinsky zhurnal medytsyny, biolohiyi ta sportu. 2019;1(17):238-42. [in Ukrainian].
6. Loganovsky KN, Yuryev KL. EEG patterns in persons exposed to ionizing radiation as a result of the Chernobyl accident. Part 1: Conventional EEG analysis. J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci. 2001;13(4):441-58.
7. Loganovsky KN, Yuryev KL. EEG patterns in persons exposed to ionizing radiation as a result of the Chernobyl accident. Part 2: Quantitative EEG analysis in patients who had acute radiation sickness. J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci. 2001;16(1):70-82.
8. Kotsan IYa, Kozachuk NO, Zhuravlov OA. Vplyv malykh doz ionizuyuchoho vyprominyuvannya na psykhofiziolohichni funktsiyi ta stan intehratyvnykh system orhanizmu lyudey, yaki postyino prazhyvayut na radioaktyvno zabrudneniy terytoriyi [monohrafiya]. Lutsk:RVV "Vezha" VNU im. Lesi Ukrayinky; 2009. 184 s. [in Ukrainian].
9. Loganovsky KN. Do Low Doses of Ionizing Radiation Affect the Human Brain? Data Science Journal. 2009;8:13-35.
10. Dodatkovyy protokol do konventsiyi pro prava lyudyny ta biomedytsynu v haluzi biomedychnykh doslidzhen (ETS N 195). Verkhovna Rada Ukrayiny. Dostupno: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_686/ [in Ukrainian].

ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ КОРИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ У ОСІБ З КОНТАМІНОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Білокур Д. О.

Резюме. Вивчали стан біоелектричної активності кори головного мозку у осіб з контамінованих територій Сумської області. Загальновідомо, що забруднення значних площ території нашої держави радіонуклідами внаслідок Чорнобильської катастрофи може виступати ключовим фактором у формуванні стану здоров'я населення України. Встановили, що показники електричної активності кори головного мозку у осіб з територій посиленого радіоекологічного контролю Сумської області, характеризуються функціональними порушеннями. Має місце формування і розвиток компенсаторних механізмів у відповідь на опромінення з низькою інтенсивністю, що проявляється у зростанні значень показників працездатності центральної нервової системи, уваги та короткочасної пам'яті. Одержані результати вказують на необхідність проведення електроенцефалографічних обстежень населення територій посиленого радіоекологічного контролю нашої держави (та Сумщини зокрема) з метою проведення реабілітаційних заходів щодо даної категорії населення.

Ключові слова: центральна нервова система, електроенцефалографічні дослідження, іонізуюча радіація, контаміновані території.

ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ЛИЦ ИЗ КОНТАМИНИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СУМСКОЙ ОБЛАСТИ

Белокур Д. А.

Резюме. Изучали состояние биоэлектрической активности коры головного мозга у лиц с контаминированных территорий Сумской области. Общеизвестно, что загрязнение значительных площадей территории нашего государства радионуклидами вследствие Чернобыльской катастрофы может выступать ключевым фактором в формировании состояния здоровья населения Украины. Установили, что показатели электрической активности коры головного мозга у лиц с территорий усиленного радиоэкологического контроля Сумской области характеризуются функциональными нарушениями. Имеет место формирование и развитие компенсаторных механизмов в ответ на облучение с низкой интенсивностью, которые проявляются в росте значений показателей работоспособности центральной нервной системы, внимания и кратковременной памяти. Полученные результаты указывают на необходимость проведения электроэнцефалографических обследований

населения территорий усиленного радиэкологического контроля нашего государства (и Сумщины в частности) с целью проведения реабилитационных мероприятий по данной категории населения.

Ключевые слова: центральная нервная система, электроэнцефалографические исследования, ионизирующая радиация, загрязненные территории.

INDICATORS OF THE INTENSITY OF THE CEREBRAL CORTEX ELECTRIC ACTIVITY IN INDIVIDUALS FROM THE TERRITORIES OF THE INTENSIFIED RADIOECOLOGICAL CONTROL OF SUMY REGION

Bilokur D. O.

Abstract. The state of bioelectric activity of the cerebral cortex in individuals from the territories of the intensified radioecological control of Sumy region is under investigation. Contamination of large areas with radionuclides due to the Chernobyl accident can be a key factor in the formation of the health state of the Ukrainian population. The effect of small doses of ionizing radiation on the state of the central nervous system of the body of people born and living in contaminated areas, has been studied fragmentarily.

The purpose of this research is to establish the indexes of electrical activity of the cerebral cortex in persons from the territories of the intensified radioecological control of the Sumy region.

Methods and materials. In the study of the intensity of electrical activity of the cerebral cortex, 80 volunteers (48 women and 32 men) from Shostkynskiy and Yampil'skiy districts of the Sumy region took part. When recording EEG active electrodes were located on the international system of 10/20 in 16 standard leads. The study was conducted in accordance with the bioethical norms in compliance with the current legislation of Ukraine.

Results. In the study group of men in a state of rest with closed eyes, the indicators of alpha rhythm intensity fluctuate in the range from $5,60 \pm 0,91 \mu\text{V}$ to $23,00 \pm 1,28 \mu\text{V}$. Zonal alpha-rhythm differences are absent in both hemispheres. The background EEG of the subjects is characterized by the beta-rhythm manifestation in all investigated departments. In general, the intensity varies in the range from $4,5 \pm 0,80 \mu\text{V}$ to $21,63 \pm 1,75 \mu\text{V}$. The average background values of the intensity of theta and delta rhythms in the volunteers of the study group are within $4,98 \pm 0,39$ and $2,79 \pm 0,46 \mu\text{V}$ respectively, which does not exceed the level of background activity. Localization of slow-wave activity is located in the frontal-temporal zone, right temporal and parietal areas. In the study group of men in a state of rest with closed eyes the indices of intensity of alpha rhythm range from $5,60 \pm 0,91 \mu\text{V}$ to $23,00 \pm 1,28 \mu\text{V}$. Zonal alpha-rhythm differences are absent in both hemispheres. In the rest of the study group of women with restrained eyes, the alpha-rhythm intensity varies in the range from $5,90 \pm 0,61 \mu\text{V}$ to $13,00 \pm 0,47 \mu\text{V}$. Zonal alpha-rhythm differences are absent in both hemispheres. The background EEG of the subjects is characterized by the generalized intensity of beta-rhythm in 83% of cases. In general, the intensity index varies from $4,60 \pm 0,77 \mu\text{V}$ to $21,50 \pm 0,89 \mu\text{V}$. At the same time, the obtained data of the electroencephalographic examination indicate that 37,5% of men who suffered from chronic effects of small doses of ionizing radiation, have the functional disorders of brain activity.

Conclusions. Thus, the indicators of electrical activity of the cerebral cortex in persons from the territories of the intensified radioecological control of the Sumy region, are characterized by functional disorders. There is the formation and development of compensatory mechanisms in response to irradiation with low intensity, which manifests itself in the growth of values of indicators of performance of the central nervous system, attention and short-term memory.

Prospects for further research. The obtained results indicate the necessity of carrying out electroencephalographic surveys among the population of intensified radioecological control of our state (and in particular of Sumy region) in order to carry out rehabilitation measures for this category of population.

Key words: central nervous system, electroencephalographic studies, ionizing radiation, contaminated areas.

Рецензент – проф. Костенко В. О.

Стаття надійшла 26.04.2019 року