

Т.А. ШИДЛОВСЬКА¹, М.С. КОЗАК¹, К.Ю. ОВСЯНИК¹, М.І. БЕЗЕГА²

ПОКАЗНИКИ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЗА ДАНИМИ ЕЕГ У ОСІБ, ЯКІ ПЕРЕХВОРИЛИ НА COVID-19, З ПОРУШЕННЯМИ У СЕНСОРНИХ СИСТЕМАХ

¹ *Державна установа «Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка
Національної академії медичних наук України»
(дир. – акад. НАМН України, проф. Д.І. Заболотний)*

² *Кафедра отоларингології Полтавського державного медичного університету
МОЗ України (ректор – проф. В.М. Ждан)*

При коронавірусній інфекції COVID-19 спостерігається значна кількість розладів із різноманітними клінічними проявами, серед яких є ураження серцево-судинної, центральної нервової систем та інших органів і систем організму людини, зокрема, сенсорних [1-10].

Вірус SARS-CoV-2 може впливати на роботу центральної та периферичної нервової системи. Зокрема це пов'язано з тим, що вірус є нейроінвазивним, тобто може проникати безпосередньо в тканини мозку. Проявами такого ураження є стан сповільненості, нечіткості та відстороненості. Він може проявлятися проблемами з пам'яттю, порушенням сну, відсутністю ясності розуму, сплутаністю свідомості, поганою концентрацією та головним болем [5]. Великий інтерес викликає вивчення впливу SARS-CoV-2 на орган слуху і центральну нервову систему людини, тим більш, що таких робіт на сьогодні незначна кількість.

Мета роботи – оцінка функціонального стану центральної нервової системи (ЦНС) на основі аналізу даних електроенцефалографії у осіб, які перехворіли на COVID-19, та мають порушення слухового, нюхового та вестибулярного аналізаторів.

Матеріали та методи дослідження

Обстежено 54 особи, які перехворіли на COVID-19, і мали порушення з боку слухового, нюхового та вестибулярного аналі-

заторів (основна група). Всім пацієнтам було проведено інструментальне обстеження із застосуванням об'єктивних методів.

Також було обстежено 15 практично здорових осіб, що не хворіли на COVID-19 і не мали порушень з боку сенсорних систем, які склали контрольну групу.

Виконання електроенцефалографії (ЕЕГ) здійснювалось за допомогою комп'ютерного електроенцефалографа фірми "DX-системи" (Україна) в сидячому положенні пацієнта при розслабленій мускулатурі для виключення м'язових артефактів при записі електроенцефалограм (ЕЕГ) в екранованій та звукозаглушеній кімнаті. Електроди накладались таким чином, щоб рівномірно охоплювати лобні, скроневі та потиличні області обох півкуль, згідно схеми накладання електродів "10-20", рекомендованої міжнародною федерацією електроенцефалографії. Проводили фоновий запис, а також використовували функціональні навантаження (реакція на закривання-відкривання очей, ритмічну фотостимуляцію та трихвилинну гіпервентиляцію).

Для аналізу отриманих даних було використано методи математичної варіаційної статистики, вираховування середньостатистичного значення показників величини (М) та її похибки ($\pm m$), а також коефіцієнт достовірної різниці (t). Достовірність отриманих результатів оцінювали за таблицею критерію Стюдента.

Результати дослідження та їх обговорення

Було проведено якісний та кількісний аналіз даних ЕЕГ у осіб, які перехворіли на COVID-19, у порівнянні з даними у контрольній групі. Проводилась оцінка синхронізації та організації основних ритмів ЕЕГ, збереженість зональних розбіжностей, засвоєння нав'язаних ритмів, реакції на функціональні навантаження та наявність проявів гіперсинхронної активності. Також оцінювався відсотковий вміст основних ритмів ЕЕГ.

У осіб контрольної групи на ЕЕГ домінував добре модульований альфа-ритм, який був найбільш вираженим у потиличних та скроневих відведеннях та складав $64,3 \pm 4,8$ і $62,5 \pm 4,6$ %, відповідно. Також у них було добре виражене засвоєння нав'язаних ритмів.

При аналізі електроенцефалограм у осіб, які перехворіли на COVID-19, було виявлено відхилення від норми у функціональному стані ЦНС, що проявлялось у змінах відсоткового вмісту основних ритмів та якісних ознак, виражених в різному ступені. Так, у пацієнтів обстежуваної групи пере-

важно були десинхронізовані ЕЕГ з невираженою модуляцією α -ритму. У багатьох були прояви загально мозкового іритативного характеру, періодично – гострі піки і потенціали. У близько третини хворих (35,2 %) мали місце прояви гіперсинхронної активності, особливо при гіпервентиляції. У більшості пацієнтів спостерігалась згладженість зональних розбіжностей. Аналіз даних ЕЕГ при проведенні функціональних навантажень вказує на зниження реакції засвоєння основних ритмів у хворих на COVID-19. Також було виявлено тенденцію до збільшення повільно-хвильової активності при проведенні фотостимуляції і, особливо, трихвилинної гіпервентиляції.

У обстежених нами пацієнтів спостерігається дещо інше відсоткове співвідношення основних ритмів ЕЕГ, ніж у осіб контрольної групи (табл. 1-3). Вміст альфаритму у них був достовірно ($P < 0,05$) нижчим за контрольні значення у потиличних і скроневих відведеннях. Однак при цьому виявлено достовірне ($P < 0,05$) збільшення представленості бета-коливань до $26,36 \pm 0,37$ і $25,80 \pm 0,46$ % у цих же відведеннях, відповідно (див. табл. 1-3).

Таблиця 1

Показники відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ (фоновий запис)
у обстежених пацієнтів і осіб контрольної групи

Відведення	Ритм	Групи обстежених		P/t між групами
		контрольна	основна	
Лобне	Δ , %	$8,5 \pm 1,6$	$14,26 \pm 0,29$	$3,54 \setminus P < 0,01$
	θ , %	$16,7 \pm 2,2$	$16,41 \pm 0,23$	$0,12 \setminus P > 0,05$
	α , %	$51,8 \pm 3,9$	$39,48 \pm 0,17$	$3,15 \setminus P < 0,01$
	β , %	$22,9 \pm 2,1$	$29,46 \pm 0,41$	$3,06 \setminus P < 0,01$
Скроневе	Δ , %	$5,3 \pm 1,5$	$10,60 \pm 0,20$	$3,50 \setminus P < 0,01$
	θ , %	$11,8 \pm 1,7$	$13,02 \pm 0,15$	$0,71 \setminus P > 0,05$
	α , %	$62,5 \pm 4,6$	$49,90 \pm 0,59$	$2,71 \setminus P < 0,05$
	β , %	$20,3 \pm 2,1$	$25,80 \pm 0,46$	$2,55 \setminus P < 0,05$
Потиличне	Δ , %	$6,7 \pm 1,4$	$9,56 \pm 0,13$	$2,03 \setminus P < 0,05$
	θ , %	$12,1 \pm 1,7$	$11,80 \pm 0,14$	$0,17 \setminus P > 0,05$
	α , %	$64,3 \pm 4,8$	$50,92 \pm 0,73$	$2,71 \setminus P < 0,05$
	β , %	$16,8 \pm 2,0$	$26,36 \pm 0,37$	$4,69 P < 0,01$

Таблиця 2

Показники відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ (фотостимуляція)
у обстежених пацієнтів і осіб контрольної групи

Відведення	Ритм	Групи обстежених		P\т між групами
		контрольна	основна	
Лобне	Δ , %	7,3 $\pm$ 1,4	15,21 $\pm$ 0,11	5,63 \ P<0,01
	θ , %	17,5 $\pm$ 2,3	16,80 $\pm$ 0,18	0,30 \ P>0,05
	α , %	50,3 $\pm$ 4,2	38,34 $\pm$ 0,33	2,83 \ P<0,01
	β , %	24,8 $\pm$ 2,1	28,65 $\pm$ 0,17	1,82 \ P<0,01
Скроневе	Δ , %	9,5 $\pm$ 1,6	10,72 $\pm$ 0,18	0,75 \ P>0,05
	θ , %	10,9 $\pm$ 1,7	12,63 $\pm$ 0,13	1,01 \ P>0,05
	α , %	60,8 $\pm$ 4,5	51,84 $\pm$ 0,38	1,98 \ P>0,05
	β , %	18,7 $\pm$ 2,1	24,81 $\pm$ 0,31	2,87 \ P<0,05
Потиличне	Δ , %	5,4 $\pm$ 1,3	11,61 $\pm$ 0,12	4,75 \ P<0,01
	θ , %	11,2 $\pm$ 1,8	10,84 $\pm$ 0,21	0,19 \ P>0,05
	α , %	65,9 $\pm$ 4,9	51,32 $\pm$ 0,42	2,96 \ P<0,05
	β , %	17,5 $\pm$ 2,0	25,23 $\pm$ 0,24	3,83 \ P<0,01

Таблиця 3

Показники відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ (гіпервентиляція)
у обстежених пацієнтів і осіб контрольної групи

Відведення	Ритм	Групи обстежених		P\т між групами
		контрольна	основна	
Лобне	Δ , %	7,8 $\pm$ 1,3	15,46 $\pm$ 0,31	5,68 \ P<0,01
	θ , %	18,3 $\pm$ 2,5	17,36 $\pm$ 0,21	0,05 \ P>0,05
	α , %	50,4 $\pm$ 4,1	38,97 $\pm$ 0,12	2,69 \ P<0,05
	β , %	23,4 $\pm$ 2,0	28,36 $\pm$ 0,48	1,65 \ P>0,05
Скроневе	Δ , %	7,1 $\pm$ 1,3	10,46 $\pm$ 0,17	0,59 \ P>0,05
	θ , %	8,6 $\pm$ 1,8	12,70 $\pm$ 0,13	1,05 \ P>0,05
	α , %	64,5 $\pm$ 4,7	51,41 $\pm$ 0,31	2,08 \ P>0,05
	β , %	19,7 $\pm$ 2,2	25,58 $\pm$ 0,40	3,21 \ P<0,01
Потиличне	Δ , %	4,5 $\pm$ 1,2	9,97 $\pm$ 0,13	3,50 \ P<0,01
	θ , %	9,2 $\pm$ 1,7	12,19 $\pm$ 0,14	0,55 \ P>0,05
	α , %	68,4 $\pm$ 5,2	52,24 $\pm$ 0,22	2,78 \ P<0,05
	β , %	17,9 $\pm$ 1,8	25,74 $\pm$ 0,34	4,06 \ P<0,01

У обстежених пацієнтів з відхиленнями від норми у стані сенсорних систем після COVID-19 мало місце достовірне ($P<0,05$) підвищення вмісту Δ -ритму порівняно з контрольною групою у лобних і скроневих відведеннях як при фоновому запису, так і при фотостимуляції і гіпервентиляції. Так, при

фоновому запису у лобних і скроневих відведеннях Δ -ритм дорівнював 14,26 $\pm$ 0,29 та 10,60 $\pm$ 0,20 %, відповідно; при фотостимуляції – 15,21 $\pm$ 0,11 та 10,72 $\pm$ 0,18 %, відповідно, а при гіпервентиляції – 15,46 $\pm$ 0,31 та 10,46 $\pm$ 0,17 %, відповідно. Більш наочно ці дані представлено на рис. 1-3.

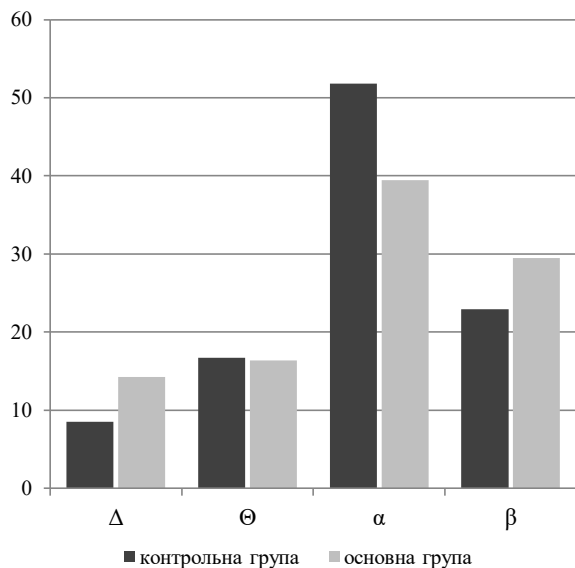


Рис. 1. Відсотковий вміст основних ритмів ЕЕГ (фоновий запис) у лобному відведенні у пацієнтів, що перехворіли на COVID-19, та у осіб контрольної групи.

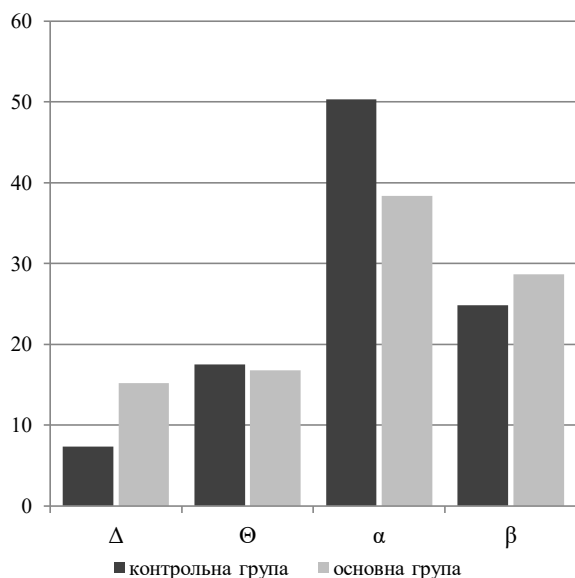


Рис. 2. Відсотковий вміст основних ритмів ЕЕГ (фотостимуляція) у лобному відведенні у пацієнтів, що перехворіли на COVID-19, та у осіб контрольної групи.

Таким чином, проведений аналіз результатів дослідження біоелектричної активності головного мозку свідчить, що у хворих, які перенесли коронавірусну інфекцію і

мали певні порушення з боку органу слуху та інших аналізаторних систем, спостерігається перерозподіл основних ритмів ЕЕГ зі зниженням представленості альфа-ритму і збільшенням представлених бета- і повільних хвиль, особливо в лобних та скроневих відведеннях.

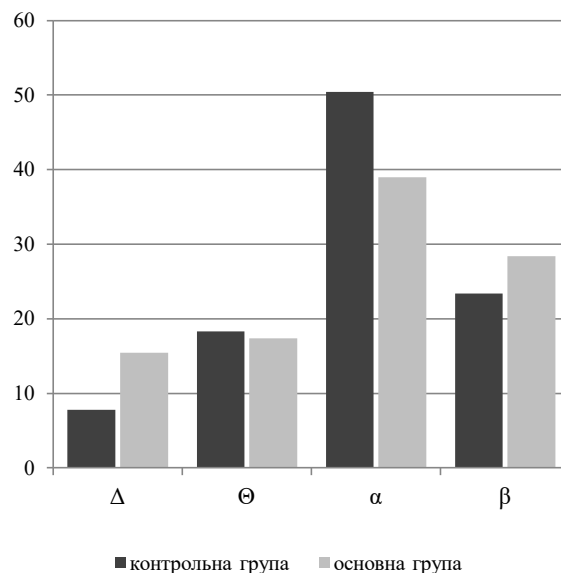


Рис. 3. Відсотковий вміст основних ритмів ЕЕГ (гіпервентиляція) у лобному відведенні у пацієнтів, що перехворіли на COVID-19, та у осіб контрольної групи.

Висновки

Проведені дослідження біоелектричної активності головного мозку у осіб, які перехворіли на COVID-19, вказують на перерозподіл основних ритмів ЕЕГ як при фоновому записі, так і при функціональних навантаженнях, у напрямку збільшення представлених бета- і повільних хвиль, що свідчить про наявність функціональних змін у центральній нервовій системі у таких хворих.

Найбільш виражені зміни відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ у хворих після перенесеного COVID-19 стосуються Δ-ритму, що може бути ознакою дисфункції глибоких структур головного мозку.

Література

1. Almufarrij I, Uus K, Munro KJ. Does Coronavirus Affect the Audio-Vestibular System? a Rapid Systematic Review. *Int J Audiol.* 2020 Jul;59(7):487-491. doi: 10.1080/14992027.2020.1776406.
2. Asadi-Pooya AA, Simani L. Central nervous system manifestations of COVID-19: A systematic review. *J Neurol Sci.* 2020 Jun 15;413:116832. doi: 10.1016/j.jns.2020.116832.
3. Baig AM, Khaleeq A, Ali U, Syeda H. Evidence of the COVID-19 virus targeting the CNS: tissue distribution, host-virus interaction, and proposed neurotropic mechanisms. *ACS Chem Neurosci.* (2020) 11:995-8. doi: 10.1021/acscchemneuro.0c00122.
4. Ellul MA, Benjamin L, Singh B, Lant S, Michael BD, Easton A, et al. Neurological associations of COVID-19. *Lancet Neurol.* 2020 Sep; 19(9):767-783. doi: 10.1016/S1474-4422(20)30221-0.
5. Komisarenko S. [World Coronavirus Crisis]. Kyiv: Publishing house LAT&K; 2020. 120 p. [In Ukrainian].
6. Koumpa FS, Forde CT, Manjaly JG. Sudden irreversible hearing loss post COVID-19. *BMJ Case Rep.* 2020 Oct 13;13(11):e238419. doi: 10.1136/bcr-2020-238419.
7. Munro KJ, Uus K, Almufarrij I, Chaudhuri N, Yioe V. Persistent self-reported changes in hearing and tinnitus in posthospitalisation COVID-19 cases. *Int J Audiol.* 2020 Dec;59(12):889-890. doi: 10.1080/14992027.2020.1798519.
8. Shydlovska TA, Bezega MI. [Indicators of subjective audiometry in the conventional frequency range in patients with COVID-19]. *Otorhinolaryngology.* 2022;5(5): 23-28. doi: 10.37219/2528-8253-2022-5-23 [Article in Ukrainian].
9. Sriwijitalai W, Wiwanitkit V. Hearing loss and COVID-19: a note. *Am J Otolaryngol.* 2020;41(3):102473. doi:10.1016/j.amjoto.2020.102473.
10. Wu Y, Xu X, Chen Z, Duan J, Hashimoto K, Yang L, et al. Nervous system involvement after infection with COVID-19 and other coronaviruses. *Brain Behav Immun.* (2020) 87:18-22. doi: 10.1016/j.bbi.2020.03.031

Надійшла до редакції 26.12.2023

© Т.А. Шидловська, М.С. Козак, К.Ю. Овсяник, М.І. Безега, 2023

ПОКАЗНИКИ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЗА ДАНИМИ ЕЕГ У ОСІБ, ЯКІ ПЕРЕХВОРИЛИ НА COVID-19, З ПОРУШЕННЯМИ У СЕНСОРНИХ СИСТЕМАХ

¹Шидловська ТА, ¹Козак МС, ¹Овсяник КЮ, ²Безега МІ

¹Державна установа «Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка
Національної академії медичних наук України»; Email: lorprof3@ukr.net

²Кафедра отоларингології Полтавського державного медичного університету МОЗ України
Email: bezega_lor@ukr.net

А н о т а ц і я

Актуальність: При коронавірусній інфекції COVID-19 спостерігається значна кількість розладів із різноманітними клінічними проявами, серед яких є ураження серцево-судинної, центральної нервової систем та інших органів і систем організму людини, зокрема, сенсорних.

Мета: оцінка функціонального стану ЦНС на основі аналізу даних електроенцефалографії у осіб, які перехворіли на COVID-19, та мають порушення слухового, нюхового та вестибулярного аналізаторів.

Матеріали і методи дослідження: Обстежено 54 особи, які перехворіли на COVID-19 і мали порушення з боку слухового, нюхового та вестибулярного аналізаторів (основна група) та 15 осіб контрольної групи, які не хворіли на COVID-19 і не мали порушень з боку сенсорних систем. Виконання електроенцефалографії (ЕЕГ) здійснювалось за допомогою комп'ютерного електроенцефалографа фірми "DX-системи" (Україна).

Результати дослідження та їх обговорення: При аналізі електроенцефалограм у осіб, які перехворіли на COVID-19, були виявлені відхилення від норми у функціональному стані ЦНС, що проявлялися у змінах відсоткового вмісту основних ритмів та якісних ознак, виражених в різному ступені.

Так, у пацієнтів основної групи переважно були десинхронізовані ЕЕГ з невиразною модуляцією α -ритму. У багатьох були прояви загальномоозкового іритативного характеру, періодично гострі піки і потенціали. У близько третини хворих (35,2 %) мали місце прояви гіперсинхронної активності, особливо при гіпервентиляції. У більшості пацієнтів спостерігалась згладженість зональних розбіжностей.

У обстежених нами пацієнтів спостерігається дещо інше відсоткове співвідношення основних ритмів ЕЕГ, ніж у осіб контрольної групи. Вміст альфа-ритму у них був достовірно ($P<0,05$) нижчим за контрольні значення у потиличних і скроневих відведеннях. Однак при цьому виявлено достовірне ($P<0,05$) збільшення представленості бета-коливань до $26,36\pm 0,37$ і $25,80\pm 0,46$ % у цих же відведеннях, відповідно.

У обстежених нами пацієнтів з відхиленнями від норми у стані сенсорних систем після перенесеного COVID-19, мало місце достовірне ($P<0,05$) підвищення вмісту Δ -ритму порівняно з контрольною групою у лобних і скроневих відведеннях як при фоновому записі, так і при фотостимуляції і гіпервентиляції. Так, при фоновому записі у лобних і скроневих відведеннях Δ -ритм дорівнював $14,26\pm 0,29$ та $10,60\pm 0,20$ %, відповідно; при фотостимуляції – $15,21\pm 0,11$ та $10,72\pm 0,18$ %, відповідно, а при гіпервентиляції – $15,46\pm 0,31$ та $10,46\pm 0,17$ %, відповідно.

Таким чином, проведений аналіз результатів дослідження біоелектричної активності головного мозку свідчить, що у хворих, які перенесли коронавірусну інфекцію і мали певні порушення з боку органу слуху та інших аналізаторних систем, спостерігається перерозподіл основних ритмів ЕЕГ зі зниженням представленості альфа-ритму і збільшенням представлених бета- і повільних хвиль, особливо в лобних та скроневих відведеннях.

Висновки: Проведені дослідження біоелектричної активності головного мозку у осіб, які перехворіли на COVID-19, вказують на перерозподіл основних ритмів ЕЕГ як при фоновому записі, так і при функціональних навантаженнях, у напрямку збільшення представлених бета- і повільних хвиль, що свідчить про наявність функціональних змін у центральній нервовій системі у таких хворих. Найбільш виражені зміни відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ у хворих після перенесеного COVID-19 стосуються Δ -ритму, що може бути ознакою дисфункції глибоких структур головного мозку.

Ключові слова: біоелектрична активність головного мозку, електроенцефалографія, слух, слуховий аналізатор, COVID-19.

INDICATORS OF BIOELECTRICAL ACTIVITY OF THE BRAIN ACCORDING TO EEG DATA IN PERSONS WHO HAVE INFECTED WITH COVID-19 WITH DISORDERS IN THE SENSORY SYSTEMS

¹Shydlovska TA, ¹Kozak MS, ¹Ovsyanyk KYu, ²Bezega MI

¹ State Institution "O.S. Kolomiychenko Institute of Otolaryngology of National Academy of Medical Sciences of Ukraine"; Email: lorprof3@ukr.net

² Poltava State Medical University, Department of Otorhinolaryngology with Ophthalmology, Poltava; Email: bezega_lor@ukr.net

Abstract

Relevance: With the coronavirus infection of COVID-19, a significant number of disorders with various clinical manifestations are observed, including damage to the cardiovascular, central nervous systems and other organs and systems of the human body, in particular, sensory ones.

Objective: to assess the functional state of the central nervous system based on the analysis of electroencephalography data in persons who have contracted COVID-19 and have disorders of the auditory, olfactory, and vestibular analysers.

Research materials and methods: 54 people who got sick with COVID-19 and had disorders of auditory, olfactory and vestibular analysers were examined. Electroencephalography (EEG) was performed with the help of a computer electroencephalograph of the company "DH-systems" (Ukraine).

Research results and their discussion: During the analysis of electroencephalograms in persons who fell ill with COVID-19, deviations from the norm in the functional state of the central nervous system were detected, which were manifested in changes in the percentage content of the main rhythms and qualitative signs, expressed to varying degrees.

Thus, the patients of the examined group mostly had desynchronized EEGs with vague α -rhythm modulation. Many had manifestations of a general brain irritative nature, periodically sharp peaks and potentials. About a third of patients (35,2 %) had manifestations of hypersynchronous activity, especially during hyperventilation. In most patients, we observed smoothing of zonal discrepancies.

In the patients examined by us, a slightly different percentage ratio of the main EEG rhythms is observed than in the subjects of the control group. The content of the alpha rhythm in them was significantly ($P<0,05$) lower than the control values in the occipital and temporal leads. However, a significant ($P<0,05$) increase in the representation of beta oscillations up to ($26,36\pm 0,37$ and $25,80\pm 0,46$) % was found in the same leads.

In the patients examined by us with deviations from the norm in the state of the sensory systems after COVID-19, there was a significant ($P<0,05$) increase in the content of Δ -rhythm compared to the control group in the frontal and temporal leads both during background recording and during photostimulation and hyperventilation. Thus, during background recording in the frontal and temporal leads, the Δ -rhythm was equal to $14,26\pm 0,29$ and $10,60\pm 0,20$ %, respectively; with photostimulation – $15,21\pm 0,11$ and $10,72\pm 0,18$ %, respectively, and with hyperventilation – $15,46\pm 0,31$ and $10,46\pm 0,17$ %, respectively.

Thus, the EEG studies conducted by us indicate that in patients who have suffered a coronavirus infection and had certain disorders on the part of the organ of hearing and other analyzer systems, there is a redistribution of the main rhythms with a decrease in the representation of the alpha rhythm and an increase in the representation of beta and slow waves, especially in the frontal and temporal leads.

Conclusions: Conducted studies of the bioelectric activity of the brain in persons who have contracted COVID-19 indicate a redistribution of the main EEG rhythms both during background recording and during functional loads, in the direction of an increase in the presented beta and slow waves, which indicates the presence of functional changes in the central nervous system in such patients. The most pronounced changes in the percentage content of the main EEG rhythms in patients with COVID-19 relate to the Δ -rhythm, which can be a sign of dysfunction of the deep structures of the brain.

Key words: bioelectric activity of the brain, electroencephalography, hearing, auditory analyzer, COVID-19.