

*Т.А. ШИДЛОВСЬКА¹, М.С. КОЗАК¹, К.В. ОВСЯНИК¹,
М.І. БЕЗЕГА², Б.М. БЕЗЕГА¹*

ПОКАЗНИКИ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЗА ДАНИМИ ЕЕГ У ОСІБ, ЯКІ ПЕРЕХВОРИЛИ НА COVID-19 І МАЮТЬ СЕНСОРНІ РОЗЛАДИ РІЗНОГО СТУПЕНЯ ВИРАЖЕНОСТІ

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

² *Каф. отоларингології з офтальмологією (зав. – доц. М.І. Безега)
Полтавського державного медичного університету (ректор – проф. В.М. Ждан)*

За час вивчення впливу вірусу SARS-CoV-2 – як під час пандемії, так і після її закінчення досліджено цілу низку проявів з боку різних органів і систем [1-13]. Вірус мутував, змінювалася клінічна картина захворювання, однак вплив залишився різноманітним і досить вираженим. Виявилося, що навіть нетяжкий перебіг COVID-19 може призводити до ускладнень, в тому числі відтермінованих. З'явилися поняття «довгого ковіду» та «постковідного синдрому». Проте незмінними залишились деякі основні прояви, виражені в тій чи іншій мірі – це порушення з боку серцево-судинної та нервової систем [3, 4, 6, 10, 11, 13]. Також поширеними є сенсорні розлади при COVID-19 – порушення функції органів чуттів – слуху, нюху та смаку, а також функції рівноваги [1, 2, 5, 7, 10-12].

Мета роботи – дослідження показників біоелектричної активності головного мозку за даними електроенцефалографії (ЕЕГ) у осіб, які перехворіли на COVID-19 та мають сенсорні розлади різного ступеня.

Матеріали і методи дослідження

Було проведено аналіз даних опитування, анамнезу і скарг 120 пацієнтів, які перехворіли на COVID-19 і мають сенсорні розлади. Пацієнти звертались зі скаргами на

порушення слуху, нюху, смаку, голосу, а також змінами зі сторони нервової системи. Всі обстежувані були розподілені на 2 групи за клінічним перебігом хвороби та вираженістю сенсорних розладів. До 1-ї групи увійшли 74 хворих, у яких мали місце помірні і менш виражені розлади слуху після COVID-19, до 2-ї групи – 46 пацієнтів, які переважно перехворіли даною інфекцією в більш тяжкій формі, отримали стійкі, прогресуючі розлади слуху та зміни зі сторони нервової системи. У якості контрольної групи обстежено 15 практично здорових осіб, які не хворіли на COVID-19 і не мали скарг на порушення сенсорних систем.

Виконання електроенцефалографії 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 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. Проводився фоновий запис, а також використовувались функціональні навантаження

(реакція на закривання-відкривання очей, ритмічна фотостимуляція та трихвилинна гіпервентиляція). Аналіз електроенцефалограм проводився з використанням засобів візуально-графічного аналізу.

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

Результати дослідження та їх обговорення

Нами було проведено якісний та кількісний (визначення відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ) аналіз даних ЕЕГ у осіб досліджуваних груп, які перехворіли на COVID-19 та мали сенсорні розлади різного ступеня вираженості, у порівнянні з даними контрольної групи.

У осіб контрольної групи на ЕЕГ біоелектрична активність головного мозку була представлена переважно альфа- і бетаритмами, які були найбільш вираженими в потиличних і скроневих областях. Використані при дослідженні функціональні навантаження – відкривання/закривання очей, фотостимуляція з різною частотою слідування спалахів, гіпервентиляція та затримка дихання – свідчили про адекватну реакцію на відкривання очей, добре засвоєння нав'язаних ритмів, збереження картини ЕЕГ при навантаженнях, а також чітко виражені зональні розбіжності. Картина ЕЕГ була синхронізованою та організованою у веретена.

При аналізі результатів електроенцефалографії у осіб, які перехворіли на COVID-19, були виявлені відхилення від норми як у фоновому записі, так і при проведенні функціональних навантажень, зокрема, фотостимуляції та гіпервентиляції. При якісному аналізі результатів ЕЕГ у хворих, у яких в анамнезі був COVID-19, було виявлено зміни біоелектричної активності головного мозку у вигляді десинхронізації та дезорганізації основних ритмів. На цьому фоні ми реєстрували підвищення вмісту повільних хвиль. Ці ознаки дезорганізації

основних ритмів ЕЕГ посилювались при проведенні функціональних навантажень (фотостимуляції та гіпервентиляції), особливо в передніх проєкціях, що свідчить про функціональні порушення в ЦНС із залученням коркових і більш глибоких – дієнцефальних та дієнцефально-стовбурових структур головного мозку у даної категорії хворих. Причому такі прояви були більш виразними у пацієнтів 2-ї групи – зі стійкими, більш вираженими сенсорними розладами після перенесеного COVID-19.

В наших попередніх роботах ми виявили порушення біоелектричної активності головного мозку за даними ЕЕГ у пацієнтів, які перехворіли на COVID-19 [10-11]. Причому такі порушення були більш вираженими у тих пацієнтів, які мали середній або тяжкий перебіг захворювання. У даній роботі ми проаналізували зміни функціонального стану ЦНС за даними ЕЕГ у хворих на COVID-19 з урахуванням ступеня сенсорних розладів.

Нами було проведено аналіз відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ у пацієнтів, які мали сенсорні розлади після перенесеного COVID-19. Згідно отриманих нами даних, кількісні показники в більшості випадків були достовірно ($p < 0,05$) відмінними від показників контрольної групи і свідчать про зміни біоелектричної активності головного мозку у обстежених пацієнтів як 1-ї, так і 2-ї груп (табл. 1-3).

У осіб 2-ї групи кількісні показники ЕЕГ свідчать про виражену дезорганізацію основних ритмів та подразнення глибоких структур головного мозку. Такі порушення більш виражено проявлялись у лобних та потиличних відведеннях і значення відсоткового вмісту основних ритмів часто достовірно ($p < 0,05$) відрізнялись не тільки від контрольної, але і 1-ї групи обстежуваних (табл. 1-3).

Так, наприклад, вміст дельта-ритму при фоновому записі у потиличному відведенні склав у 1-й групі $8,95 \pm 0,18$ %, а в 2-ї – $9,57 \pm 0,18$ % (2,39; $p < 0,05$). У лобному і скроневому відведенні різниця між групами не була достовірною, в обох випадках мало місце достовірне підвищення вмісту порівняно з контрольними значеннями.

При фотостимуляції вміст дельта ритму в скроневому відведенні у обстежених 1-ї групи склав $10,00 \pm 0,12$ %, а 2-ї – $11,52 \pm 0,17$ % (7,12; $p < 0,01$). У потиличному відведенні при фотостимуляції відповідні показники склали у 1-й групі – $8,86 \pm 0,11$ %, а у 2-й – $10,34 \pm 0,13$ % (8,34; $p < 0,01$). Зауважимо, що у лобному відведенні різниця між групами не була достовірною ($p > 0,05$) за рахунок значного збільшення вмісту цього ритму у обох групах досліджуваних – до $15,07 \pm 0,15$ % у 1-й групі і до $15,62 \pm 0,28$ % – у 2-й.

При гіпервентиляції достовірної різниці між групами у кількісних показниках відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ не спостерігались, більшість показників була достовірно змінена порівняно з контролем у обох групах пацієнтів.

Найбільше зростання рівня дельта-активності мало місце у обох групах обстежених хворих, що перенесли COVID-19, з сенсорними розладами у лобному відведенні як при фоновому записі, так і при функціональних навантаженнях.

Спостерігалось також достовірне збільшення вмісту бета-ритму та зменшення представленості альфа-хвиль. Особливо вираженими такі зміни були у потиличному відведенні як при фоновому запису, так і при гіпервентиляції. Так, при фоновому записі у потиличному відведенні відсотковий вміст альфа-ритму у 1-й групі склав $52,47 \pm 0,61$ %, а у 2-й – $53,19 \pm 0,43$ % при нормі $64,30 \pm 4,80$ %. Для бета ритму у цьому відведенні при фоновому записі відповідні значення склали в 1-й групі – $25,79 \pm 0,40$ %, а у 2-й – $24,69 \pm 0,49$ % при нормі $16,80 \pm 2,00$ %.

Таблиця 1

Показники відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ (фоновий запис)
у обстежених осіб різних груп

Відведення	Ритм	Групи обстежених			P _t між групами 1-2
		контрольна	1-а	2-а	
Лобне	Δ , %	$8,5 \pm 1,6$	$13,45 \pm 0,31^{**}$	$14,34 \pm 0,30^{**}$	0,05 $P > 0,05$
	θ , %	$16,7 \pm 2,2$	$16,54 \pm 0,23$	$16,80 \pm 0,16$	0,91 $P > 0,05$
	α , %	$51,8 \pm 3,9$	$40,35 \pm 0,22^{**}$	$38,84 \pm 1,18^{**}$	1,25 $P > 0,05$
	β , %	$22,9 \pm 2,1$	$29,14 \pm 0,44^{**}$	$28,34 \pm 0,41^{*}$	1,36 $P > 0,05$
Скроневе	Δ , %	$5,3 \pm 1,5$	$9,37 \pm 0,20^{**}$	$10,34 \pm 0,23^{**}$	1,96 $P > 0,05$
	θ , %	$11,8 \pm 1,7$	$12,78 \pm 0,13$	$13,07 \pm 0,19$	1,23 $P > 0,05$
	α , %	$62,5 \pm 4,6$	$51,85 \pm 0,34^{*}$	$50,84 \pm 0,94^{*}$	1,00 $P > 0,05$
	β , %	$20,3 \pm 2,1$	$25,59 \pm 0,54^{*}$	$24,80 \pm 0,46^{*}$	1,13 $P > 0,05$
Потиличне	Δ , %	$6,7 \pm 1,4$	$8,95 \pm 0,18$	$9,57 \pm 0,18$	13,37 $P < 0,01$
	θ , %	$12,1 \pm 1,7$	$12,00 \pm 0,14$	$12,53 \pm 0,15$	12,63 $P < 0,01$
	α , %	$64,3 \pm 4,8$	$52,47 \pm 0,61^{*}$	$53,19 \pm 0,43^{*}$	0,94 $P > 0,05$
	β , %	$16,8 \pm 2,0$	$25,79 \pm 0,40^{**}$	$24,69 \pm 0,49^{**}$	1,71 $P > 0,05$

Примітки:

- * - $p < 0,05$ – величини достовірно відрізняються від таких у контрольній групі;
- ** - $p < 0,01$ – величини достовірно відрізняються від таких у контрольній групі.

Таблиця 2

Показники відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ (фотостимуляція)
у обстежених осіб різних груп

Відведення	Ритм	Групи обстежених			Р\т між групами 1-2
		контрольна	1-а	2-а	
Лобне	Δ , %	7,3 $\pm$ 1,4	15,07 $\pm$ 0,15**	15,62 $\pm$ 0,28**	1,68 P>0,05
	θ , %	17,5 $\pm$ 2,3	16,84 $\pm$ 0,18	18,48 $\pm$ 0,20	6,09 P<0,01
	α , %	50,3 $\pm$ 4,2	41,03 $\pm$ 0,22*	39,92 $\pm$ 0,22*	3,55 P<0,01
	β , %	24,8 $\pm$ 2,1	26,40 $\pm$ 0,32	27,65 $\pm$ 0,22	3,21 P<0,01
Скроневе	Δ , %	9,5 $\pm$ 1,6	10,00 $\pm$ 0,12	11,52 $\pm$ 0,17	7,30 P<0,01
	θ , %	10,9 $\pm$ 1,7	11,80 $\pm$ 0,11	14,20 $\pm$ 0,14	10,52 P<0,01
	α , %	60,8 $\pm$ 4,5	52,29 $\pm$ 0,21	49,88 $\pm$ 0,30*	6,58 P<0,01
	β , %	18,7 $\pm$ 2,1	23,92 $\pm$ 0,33*	25,90 $\pm$ 0,34**	4,15 P<0,01
Потиличне	Δ , %	5,1 $\pm$ 1,3	8,86 $\pm$ 0,11*	10,34 $\pm$ 0,13**	8,69 P<0,01
	θ , %	11,2 $\pm$ 1,8	11,76 $\pm$ 0,15	12,50 $\pm$ 0,14	3,42 P>0,01
	α , %	65,9 $\pm$ 4,9	51,90 $\pm$ 0,16*	51,62 $\pm$ 0,35**	0,68 P>0,05
	β , %	17,5 $\pm$ 2,0	25,31 $\pm$ 0,35**	24,09 $\pm$ 0,21**	2,98 P<0,05

Примітки:

1. * - p<0,05 – величини достовірно відрізняються від таких у контрольній групі;
2. ** - p<0,01 – величини достовірно відрізняються від таких у контрольній групі.

Таблиця 3

Показники відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ (гіпервентиляція)
у обстежених осіб різних груп

Відведення	Ритм	Групи обстежених			Р\т між групами 1-2
		контрольна	1-а	2-а	
Лобне	Δ , %	7,8 $\pm$ 1,3	14,54 $\pm$ 0,32**	15,50 $\pm$ 0,37**	1,93 P>0,05
	θ , %	18,3 $\pm$ 2,5	17,69 $\pm$ 0,16**	17,84 $\pm$ 0,17**	0,64 P>0,05
	α , %	50,4 $\pm$ 4,1	40,26 $\pm$ 0,24	39,84 $\pm$ 0,27	1,13 P>0,05
	β , %	23,4 $\pm$ 2,0	27,35 $\pm$ 0,46**	26,84 $\pm$ 0,53*	0,71 P>0,05
Скроневе	Δ , %	7,1 $\pm$ 1,3	10,14 $\pm$ 0,14	10,57 $\pm$ 0,24	1,52 P>0,05
	θ , %	8,6 $\pm$ 1,8	12,95 $\pm$ 0,15	13,19 $\pm$ 0,22	0,86 P>0,05
	α , %	64,5 $\pm$ 4,7	52,14 $\pm$ 0,26	51,50 $\pm$ 1,12	0,55 P>0,05
	β , %	19,7 $\pm$ 2,2	24,64 $\pm$ 0,40*	23,84 $\pm$ 0,54	1,16 P>0,05
Потиличне	Δ , %	4,5 $\pm$ 1,2	9,69 $\pm$ 0,14**	10,00 $\pm$ 0,19**	1,29 P>0,05
	θ , %	9,2 $\pm$ 1,7	12,61 $\pm$ 0,18	12,80 $\pm$ 0,21	0,67 P>0,05
	α , %	68,4 $\pm$ 5,2	53,04 $\pm$ 0,24*	53,23 $\pm$ 0,32*	0,44 P>0,05
	β , %	17,9 $\pm$ 1,8	24,61 $\pm$ 0,42**	23,92 $\pm$ 0,56**	0,98 P>0,05

Примітки:

1. * - p<0,05 – величини достовірно відрізняються від таких у контрольній групі;
2. ** - p<0,01 – величини достовірно відрізняються від таких у контрольній групі.

При фотостимуляції у потиличному відведенні відсотковий вміст альфа-ритму у 1-й групі склав $51,90 \pm 0,16$ %, а у 2-й – $51,62 \pm 0,35$ % при нормі $65,9 \pm 4,9$ %. Для бета ритму у цьому відведенні при фотостимуляції відповідні значення склали в 1-й групі – $25,31 \pm 0,35$ %, а у 2-й – $24,09 \pm 0,21$ % при нормі $17,50 \pm 2,00$ %. При гіпервентиляції у потиличному відведенні відсотковий вміст альфа-ритму у 1-й групі склав $53,04 \pm 0,24$ %, а у 2-й – $53,23 \pm 0,32$ % при

нормі $68,4 \pm 5,2$ %. Для бета ритму у цьому відведенні при фотостимуляції відповідні значення склали в 1-й групі – $24,61 \pm 0,42$ %, а у 2-й – $23,92 \pm 0,56$ % при нормі $17,90 \pm 1,80$ %.

Переважаю у обстежених пацієнтів фіксувалось достовірне підвищення відносно норми вмісту бета- та дельта-хвиль та зниження представленості альфа-ритму.

Більш наочно отримані нами дані представлено на рис.1-2.

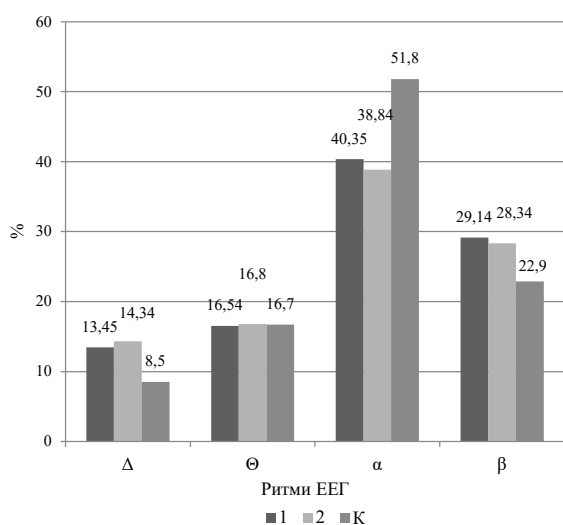


Рис. 1. Відсотковий вміст основних ритмів EEG (фоновий запис) у пацієнтів після COVID-19 з сенсорними розладами різного ступеня (1-а та 2-а групи) та у осіб контрольної групи (К) у лобному відведенні.

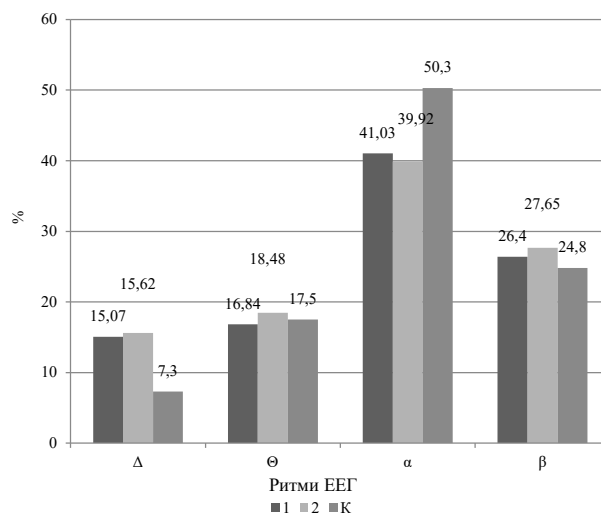


Рис. 2. Відсотковий вміст основних ритмів EEG (фотостимуляція) у пацієнтів після COVID-19 з сенсорними розладами різного ступеня (1-а та 2-а групи) та у осіб контрольної групи (К) у лобному відведенні.

Отже, у осіб, які переохворіли на COVID-19 та мають сенсорні розлади, відбувається перерозподіл основних ритмів EEG зі збільшенням повільно-хвильової активності та зниженням представленості альфа-ритму. Причому така тенденція є більш вираженою у пацієнтів 2-ї групи – зі стійкими, вираженими сенсорними розладами.

Таким чином, результати дослідження електроенцефалографії у осіб, які переохворіли на COVID-19 та мають сенсорні розлади, свідчать про відхилення від норми показників біоелектричної активності го-

ловного мозку як при фоновому записі, так і при проведенні функціональних навантажень. Причому такі порушення віддзеркалюють дисфункцію глибоких структур мозку і є більш вираженими при більш значних сенсорних розладах. Це свідчить про ознаки функціональних порушень діяльності головного мозку, десинхронізацію коркових ритмів та ознаки подразнення дієнцефально-стовбурових структур у таких хворих, більш виражені при більш значних порушеннях слуху, нюху та функції рівноваги. Отже, ознаки розладів у дієнцефально-стовбурових структурах головного моз-

ку і підвищення вмісту повільнохвильової активності є прогностично несприятливими факторами в плані розвитку більш тяжких сенсорних розладів внаслідок COVID-19.

Висновки

1. Зміни з боку центральної нервової системи у хворих з порушеннями сенсорних систем після перенесеного COVID-19 часто проявляються достовірним ($p < 0,05$) збільшенням вмісту дельта- та бета-активності,

що свідчить про десинхронізацію коркових ритмів та залучення дієнцефально-стовбурових структур головного мозку. Причому такі прояви більш виражені у пацієнтів, які мають стійкі, значні сенсорні розлади.

2. Ознаки дисфункції у дієнцефально-стовбурових структурах головного мозку і підвищення вмісту повільнохвильової активності є прогностично несприятливими факторами в плані розвитку більш тяжких сенсорних розладів внаслідок COVID-19.

References

1. Rhman SA, Wahid AA. COVID-19 and sudden sensorineural hearing loss, a case report. *Otolaryngol Case Rep.* 2020 Sep;16:100198. doi: 10.1016/j.xocr.2020.100198.
2. 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.
3. 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.
4. 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 Apr 1;11(7):995-998. doi: 10.1021/acchemneuro.0c00122.
5. Degen C, Lenarz T, Willenborg K. Acute Profound Sensorineural Hearing Loss After COVID-19 Pneumonia. *Mayo Clin Proc.* 2020 Aug;95(8): 1801-1803. doi: 10.1016/j.mayocp.2020.05.034.
6. 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.
7. Kilic O, Kalciglu MT, Cag Y, Tuysuz O, Pektas E, Caskurlu H, Cetin F. Could sudden sensorineural hearing loss be the sole manifestation of COVID-19? An investigation into SARS-COV-2 in the etiology of sudden sensorineural hearing loss. *Int J Infect Dis.* 2020 Aug;97:208-211. doi: 10.1016/j.ijid.2020.06.023.
8. 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.
9. 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.
10. Shydlovska TA, Kozak MS, Ovsyanyk KV, Bezega MI. [Indicators of bioelectrical activity of the brain according to EEG data in people who have recovered from COVID-19 and have disorders in sensory systems]. *Otorhinolaryngology.* 2023;6(6):66-71. doi: 10.37219/2528-8253-2023-6-66. [Article in Ukrainian].
11. Shydlovska TA, Kozak M.S., Ovsyanyk K.V., Volkova T.V., Bezega M.I., Bezega B.M. [Electroencephalography data in people who have recovered from COVID-19, taking into account the clinical course of the disease]. *Otorhinolaryngology.* 2024;1(7):54-60. doi: 10.37219/2528-8253-2024-1-54. [Article in Ukrainian].
12. 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.
13. 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 12.12.2025

© Т.А. Шидловська, М.С. Козак, К.В. Овсяник, М.І. Безега, Б.М. Безега, 2025

ПОКАЗНИКИ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЗА ДАНИМИ ЕЕГ У ОСІБ, ЯКІ ПЕРЕХВОРИЛИ НА COVID-19 І МАЮТЬ СЕНСОРНІ РОЗЛАДИ РІЗНОГО СТУПЕНЯ ВИРАЖЕНОСТІ

¹Шидловська ТА, ¹Козак МС, ¹Овсяник КВ, ²Безега МІ, ²Безега БМ

¹Державна установа «Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка
Національної академії медичних наук України»;

²Полтавський державний медичний університет МОЗ України

Email: lorprof3@ukr.net

А н о т а ц і я

За час вивчення впливу вірусу SARS-CoV-2 як під час пандемії, так і після її закінчення досліджено цілу низку проявів з боку різних органів і систем. Вірус мутував, змінювалася клінічна картина захворювання, однак вплив залишився різноманітним і досить вираженим. Проте незмінними залишилися деякі основні прояви, виражені в тій чи іншій мірі – це порушення з боку серцево-судинної та нервової систем. Також поширеними є сенсорні розлади при COVID-19 – порушення функції органів чуттів – слуху, нюху та смаку, а також функції рівноваги.

Мета роботи: дослідження показників біоелектричної активності головного мозку за даними ЕЕГ у осіб, які перехворіли на COVID-19 та мають сенсорні розлади різного ступеня

Матеріали і методи дослідження: Було проведено аналіз даних опитування, анамнезу і скарг 120 пацієнтів, які перехворіли на COVID-19 і мають сенсорні розлади. Пацієнти були розподілені на 2 групи: до 1-ї групи увійшли 74 хворих, у яких мали місце помірні і менш виражені розлади слуху після COVID-19, до 2-ї групи – 46 пацієнтів, які переважно перехворіли даною інфекцією в більш тяжкій формі, отримали стійкі, прогресуючі розлади слуху та зміни зі сторони нервової системи. У якості контрольної групи обстежено 15 практично здорових осіб, які не хворіли на COVID-19 і не мали скарг на порушення сенсорних систем.

Виконання електроенцефалографії (ЕЕГ) здійснювалось за допомогою комп'ютерного електроенцефалографа фірми "DX-системи" (Україна). Проводили фоновий запис, а також використовували функціональні навантаження (реакція на закривання-відкривання очей, ритмічну фотостимуляцію та трихвилинну гіпервентиляцію).

Результати дослідження та їх обговорення: Було проведено якісний та кількісний (визначення відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ) аналіз даних ЕЕГ у осіб, які перехворіли на COVID-19 та мали сенсорні розлади різного ступеня вираженості.

У обстежуваних осіб, які перехворіли на COVID-19, було виявлено відхилення від норми як у фоновому записі, так і при проведенні функціональних навантажень, зокрема, фотостимуляції та гіпервентиляції. При якісному аналізі результатів ЕЕГ у хворих, у яких в анамнезі був COVID-19, було виявлено зміни біоелектричної активності головного мозку у вигляді десинхронізації та дезорганізації основних ритмів, підвищення вмісту повільних хвиль. Ці ознаки дезорганізації основних ритмів ЕЕГ посилювались при проведенні функціональних навантажень, особливо в передніх проекціях, що свідчить про функціональні порушення в ЦНС із залученням коркових і більш глибоких – діенцефальних та діенцефально-стовбурових структур головного мозку у даної категорії хворих. Причому такі прояви були більш виразними у пацієнтів 2-ї групи – зі стійкими, більш вираженими сенсорними розладами після перенесеного COVID-19.

У осіб 2-ї групи кількісні показники відсоткового вмісту основних ритмів ЕЕГ більш виразно проявлялись у лобних та потиличних відведеннях і значення відсоткового вмісту основних ритмів часто достовірно ($p < 0,05$) відрізнялись не тільки від контрольної, але і 1-ї групи обстежуваних. У лобному і скроневому відведеннях різниця між групами не була достовірною, в обох випадках мало місце достовірне підвищення вмісту порівняно з контрольними значеннями. Найбільше зростання рівня дельта-активності мало місце у обох досліджуваних групах хворих на COVID-19 з сенсорними розладами у лобному відведенні як при фоновому записі, так і при функціональних навантаженнях. Спостерігалось також достовірне збільшення вмісту бета-ритму та зменшення представленості альфа-хвиль. Особливо вираженими такі зміни були у потиличному відведенні як при фоновому записі, так і при гіпервентиляції.

Отже у осіб, які перехворіли на COVID-19 та мають сенсорні розлади відбувається перерозподіл основних ритмів ЕЕГ зі збільшенням повільно-хвильової активності та зниженням представленості альфа-ритму. Причому така тенденція більш виражена у пацієнтів 2-ї групи – зі стійкими, вираженими сенсорними розладами.

Висновки

1. Зміни з боку центральної нервової системи у хворих з порушеннями сенсорних систем після перенесеного COVID-19 часто проявляються достовірним ($P < 0,05$) збільшенням вмісту дельта- та бета-

активності, що свідчить про десинхронізацію коркових ритмів та залучення дієнцефально-стовбурових структур головного мозку. Причому такі прояви більш виражені у пацієнтів, які мають стійкі, значні сенсорні розлади.

2. Ознаки дисфункції у дієнцефально-стовбурових структурах головного мозку і підвищення вмісту повільнохвильової активності є прогностично несприятливими факторами в плані розвитку більш тяжких сенсорних розладів внаслідок COVID-19.

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

INDICATORS OF BRAIN BIOELECTRICAL ACTIVITY ACCORDING TO ELECTROENCEPHALOGRAPHY DATA IN INDIVIDUALS AFTER COVID-19 WITH SENSORY DISORDERS OF VARYING SEVERITY

¹Shydlovska TA, ¹Kozak MS, ¹Ovsyanik KV, ²Bezega MI, ²Bezega BM

¹State Institution "O.S. Kolomyichenko Institute of Otolaryngology of National Academy of Medical Sciences of Ukraine";

²Poltava State Medical University Ministry of Health of Ukraine

Email: lorprof3@ukr.net

Abstract

Relevance: During the period of studying the impact of the SARS-CoV-2 virus – both during the pandemic and after its decline – a wide range of manifestations affecting various organs and systems has been investigated. The virus has undergone mutations, and the clinical presentation of the disease has changed; however, its impact has remained diverse and sufficiently pronounced. However, some of the main manifestations, expressed to varying degrees, have remained unchanged – namely, disorders of the cardiovascular and nervous systems. Sensory disorders in COVID-19 have also become more widespread, including impairments of hearing, smell, and taste, as well as disturbances of balance function.

The purpose of this study was to investigate indicators of brain bioelectrical activity according to EEG data in individuals who have recovered from COVID-19 and have sensory disorders of varying severity.

Materials and methods: An analysis of questionnaire data, medical history, and complaints was conducted in 120 patients who had recovered from COVID-19 and exhibited sensory disorders. The patients were divided into two groups. Group 1 included 74 patients with moderate or less pronounced hearing impairments after COVID-19. Group 2 consisted of 46 patients who predominantly experienced a more severe course of the infection and developed persistent, progressive hearing disorders accompanied by changes in the nervous system. The control group comprised 15 apparently healthy individuals who had not had COVID-19 and reported no complaints related to sensory system dysfunction.

Electroencephalography (EEG) was performed using a computer-based electroencephalograph manufactured by DX-Systems (Ukraine). Baseline EEG recordings were obtained, followed by functional tests, including eye opening-closing, rhythmic photic stimulation, and three-minute hyperventilation.

Results and discussion: A qualitative and quantitative analysis (determination of the percentage of the main EEG rhythms) of EEG data was performed in individuals from the study groups who had recovered from COVID-19 and presented with sensory disorders of varying severity.

In the examined individuals with a history of COVID-19, deviations from normal EEG patterns were identified both in baseline recordings and during functional tests, including photic stimulation and hyperventilation. Qualitative analysis of EEG results in these patients revealed alterations in the brain's bioelectrical activity manifested as desynchronization and disorganization of the main rhythms, along with an increase in slow-wave activity. These signs of EEG rhythm disorganization became more pronounced during functional tests, particularly in the frontal regions, which indicates functional disturbances of the central nervous system involving cortical as well as deeper diencephalic and diencephalic-brainstem structures in this category of patients. Moreover, such changes were more prominent in patients of Group 2, who demonstrated persistent and more severe sensory disorders after COVID-19.

In individuals of Group 2, quantitative indicators of the percentage content of the main EEG rhythms were more pronounced in the frontal and occipital leads, and the percentage values of several rhythms differed significantly ($p < 0.05$) not only from those of the control group but also from Group 1. In the frontal and temporal leads,

the differences between study groups were not statistically significant; however, in both cases, there was a significant increase in rhythm content compared with control values.

The greatest increase in delta activity was observed in both study groups of post-COVID-19 patients with sensory disorders in the frontal leads, both in baseline recordings and during functional tests.

A significant increase in beta activity and a decrease in alpha-wave representation were also detected. These changes were particularly pronounced in the occipital leads, both in baseline conditions and during hyperventilation.

Thus, individuals who recovered from COVID-19 and have sensory disorders demonstrate a redistribution of the main EEG rhythms, characterized by increased slow-wave activity and reduced alpha-rhythm representation. This tendency was more pronounced in Group 2 patients with persistent and severe sensory impairments.

Conclusions:

Central nervous system alterations in patients with sensory system disorders after COVID-19 frequently manifest as a significant ($P < 0,05$) increase in delta and beta activity, indicating cortical rhythm desynchronization and involvement of diencephalic–brainstem structures. These changes are more pronounced in patients with persistent and marked sensory impairments.

Signs of dysfunction within the diencephalic-brainstem structures of the brain, combined with increased slow-wave activity, represent unfavorable prognostic factors for the development of more severe sensory disorders resulting from COVID-19.

Keywords: bioelectric activity of the brain, electroencephalography, hearing, auditory system, COVID-19.