

*Т.А. ШИДЛОВСЬКА<sup>1</sup>, М.С. КОЗАК<sup>1</sup>, К.В. ОВСЯНИК<sup>1</sup>, М.І. БЕЗЕГА<sup>2</sup>*

## **СТАН МОЗКОВОГО КРОВООБІГУ У ОСІБ, ЯКІ ПЕРЕХВОРИЛИ НА COVID-19 І МАЮТЬ ПОРУШЕННЯ СЛУХУ**

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

<sup>2</sup>*Каф. оториноларингології з офтальмологією Полтавського державного медичного університету МОЗ України (ректор – проф. В.М. Ждан)*

Через масштабну пандемію вірус SARS-CoV-2 опинився в центрі уваги дослідників з усього світу. Багато провідних лабораторій переорієнтували свою роботу на вивчення наукових проблем, пов'язаних з цим вірусом. Однак досі залишається незрозумілим, чому в одних людей інфікування SARS-CoV-2 проходить безсимптомно, а в інших – викликає важку форму COVID-19 і смерть, навіть якщо вони не мали факторів ризику. Тривають пошуки маркерів, які допомогли б передбачити розвиток та перебіг захворювання при інфікуванні вірусом SARS-CoV-2 [1-12].

Частка наукових робіт, присвячених слуховим порушенням при COVID-19, зростає, але такі публікації поодинокі, і залишається багато питань щодо розвитку та клінічного перебігу сенсоневральної приглухуватості [10]. У третини пацієнтів (34,7%) виникають порушення слухової функції, у 76,6 % серед усіх випадків порушення слуху – переважно перцептивного характеру. Також є відомості про порушення слуху з кондуктивним компонентом у 23,4 % випадків [4]. Вчені вказують на можливе зниження слуху внаслідок судинних порушень [1-12]. Є дослідження, які демонструють наявність органічного ураження в завитці у 15 % пацієнтів, які перенесли навіть безсимптомну коронавірусну інфекцію [3-4].

Результати клінічних спостережень та експериментальних досліджень свідчать про

проникнення SARS-CoV-2 через гематоенцефалічний бар'єр. Загальна інтоксикація організму, аутоімунні реакції та багато інших чинників, які впливають на центральну нервову систему, органи чуття людини, сприяють виникненню та розвитку сенсоневральної приглухуватості [1-12].

Представляє науковий інтерес вивчення особливостей гемодинамічних змін при COVID-19, з урахуванням судинного та вірусного факторів розвитку слухових порушень, оскільки поки що недостатньо літературних даних відносно цієї проблеми.

**Мета роботи** – дослідити стан церебральної гемодинаміки за даними реоенцефалографії у пацієнтів, які мають порушення звукосприйняття, що виникли внаслідок перенесеного COVID-19.

### **Матеріали та методи дослідження**

Було проаналізовано показники реоенцефалографії, отримані у 54 осіб, що перехворіли на COVID-19. Ці пацієнти звернулись до Лабораторії голосу і слуху Державної установи «Інститут отоларингології ім. проф. о.С. Коломійченка Національної академії медичних наук України» зі скаргами на порушення голосу, слуху або нюху, часто – у поєднанні. Всім їм було проведено комплексне інструментальне обстеження. Серед обстежених 63% скаржились на погіршення слухової функції, у інших нами було виявлено зниження слуху за даними

суб'єктивної аудіометрії, в т.ч. в розширеному діапазоні частот. Контролем слугували 15 здорових нормально чуючих осіб. Всього нами було проаналізовано 69 реоенцефалограм. У всіх хворих детально збирали анамнез і було проведено клінічні дослідження.

Реоенцефалографія (РЕГ) дозволяє діагностувати характер та локалізацію судинних порушень методом реєстрації змін електричного опору головного мозку та м'яких тканин черепа під час проходження через них слабого перемінного струму високої частоти, дає інформацію про величину пульсового кровонаповнення в окремих судинних басейнах, стан судинної стінки (тонус, еластичність), відносну швидкість кровообігу, а також про взаємовідношення артеріального та венозного рівнів кровообігу. Методика є об'єктивною, неінвазивною і доступною для виконання.

Для дослідження мозкового кровообігу проводилась реоенцефалографія у фронтально-мастоїдальному і окципітально-мастоїдальному відведеннях, які відображають стан мозкового кровообігу в каротидній та вертебрально-базиллярній системах, відповідно. Обстеження виконувалось за допомогою комп'ютерного реографа фірми "ДХ-системи" (Україна). Фонові реоенцефалограми записувались у положенні пацієнтів сидячи. Шкіра обстежуваних в місцях прикріплення електродів оброблялась 96-градусним спиртом.

Аналізуючи реоенцефалографічні криві якісно, ми брали до уваги вираженість та кількість додаткових зубців, їх розташування щодо вершини, вираженість інцизури або ж її відсутність, наявність венозної хвилі в пресистоли та форму катакрити, наявність ознак ангіоспазму та ін. При кількісній характеристиці оцінювались такі показники:  $\alpha$ , дикротичний (ДКІ), діастолічний (ДСІ), реографічний (Рі) індекси.

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

### **Результати дослідження та їх обговорення**

При візуальному аналізі РЕГ-кривої у контрольної групи верхівка хвилі мала гостру вершину. На низхідній катакритичній частині РЕГ-кривої відмічалась переважно одна додаткова хвиля та інцизура, яка розміщувалась на межі верхньої і середньої третини катакритичної частини РЕГ-кривої.

Проведені дослідження методом РЕГ у осіб, які перехворіли на COVID-19, дозволили виявити таке. При якісній оцінці реограм обстежених хворих нами були виявлені порушення кровообігу головного мозку як в каротидній (FM), так і в вертебрально-базиллярній (OM) системах. Нормальні показники стану мозкового кровообігу за даними РЕГ не реєструвалася у жодного хворого.

У 56,7 % обстежених осіб ми спостерігали підвищення тону мозкових судин з явищами ангіоспазму. Утруднення венозного відтоку мало місце в 78,9 % випадків в каротидній системі і в 91,2 % – у вертебрально-базиллярній. Що стосується пульсового кровонаповнення, то у 69,8 % осіб, які перехворіли на COVID-19, було зафіксовано його зниження в каротидній системі і у 89,0 % – в вертебрально-базиллярному басейні. У вертебрально-базиллярній системі у 11,0 % досліджуваних осіб також відмічалась асиметрія РЕГ-кривих.

Наявність виражених змін у мозковому кровообігу обстежених була підтверджена при аналізі кількісних показників РЕГ. Аналіз кількісних показників РЕГ в каротидній та вертебрально-базиллярній системах у досліджуваних осіб (основна група) порівняно з контрольною групою (К) представлено в табл. 1 та 2. Оскільки аналізувались показники РЕГ з обох сторін, в таблицях значення  $n$  дорівнює подвоєній кількості обстежуваних осіб.

Як уже було зазначено, у обстежених хворих мали місце зміни тону мозкових судин та утруднення венозного відтоку, а також зниження пульсового кровонаповнення, що знайшло своє відображення у кількісних показниках РЕГ. Про це свідчили зміни показників  $\alpha$ , дикротичного (ДКІ), діастолічного (ДСІ) і реографічного (Рі) індексів РЕГ-кривої у обох системах мозкового кровопостачання.

Таблиця 1

Кількісні показники реоенцефалографії в каротидній системі у обстежуваних хворих та осіб контрольної (К) групи, (M±m)

Групи	Показники РЕГ				
	α, с	β, с	ДКІ, %	ДСІ, %	Рі
основна n=108	0,122±0,001	0,526±0,002	57,37±0,69	59,50±1,09	0,86±0,03
контрольна n=30	0,102±0,002	0,46±0,02	51,4±1,3	59,3±1,8	1,21±0,03
О-К t/p	8,94 P<0,01	3,28 P<0,01	2,30 P<0,05	0,06 P>0,05	8,24 P<0,01

Примітка: p<0,05; p<0,01 – величини достовірно відрізняються від таких у контрольній групі.

Таблиця 2

Кількісні показники реоенцефалографії в вертебрально-базиллярній системі у обстежуваних хворих та осіб контрольної (К) групи, (M±m)

Групи	Показники РЕГ				
	α, с	β, с	ДКІ, %	ДСІ, %	Рі
основна n=108	0,128±0,002	0,546±0,003	59,63±0,73	63,28±1,17	0,78±0,04
контрольна n=30	0,105±0,005	0,48±0,04	51,2±1,4	61,20±2,08	1,19±0,03
О-К t/p	4,27 P<0,01	1,31 P>0,05	2,97 P<0,05	0,42 P>0,05	5,68 P<0,01

Примітка: p<0,05; p<0,01 – величини достовірно відрізняються від таких у контрольній групі.

Так, в каротидній системі у обстежених основної групи α дорівнював 0,122±0,001 с (t=8,94, P<0,01); ДКІ – 57,37±0,69 % (t=2,30, P<0,05); ДСІ – 59,50±1,19 (t=0,06, P>0,05) і Рі – 0,86±0,03 (t=8,24, P<0,01) при нормі – 0,102±0,002 с; 51,4±1,3 %; 59,3±1,8 % та 1,21±0,03, відповідно. Ці показники вказують на достовірне (P<0,01) підвищення тону судин і зниження пульсового кровонаповнення у хворих, які мали найбільш виражені порушення слухової функції за даними суб'єктивної аудіометрії (див. табл. 1).

В вертебрально-базиллярній системі у обстежених хворих також реєструвались виражені порушення мозкового кровообігу, про що свідчили зміни основних кількісних РЕГ-показників. Так, у обстежених основної групи α дорівнював 0,128±0,002 с (t=4,27, P<0,01) при нормі 0,105±0,005 с; ДКІ становив 59,63±0,73 % (t=2,97, P<0,05) при нормі – 51,2±1,4 %; ДСІ – 63,28±1,17 % (t=0,42,

P>0,05) при нормі 61,20±2,08 %; Рі склав 0,78±0,04 (t=5,68, P<0,01) при нормі – 1,19±0,03 (див. табл. 2). Значення Рі, отримане в основній групі, свідчить про знижене кровонаповнення судин головного мозку у обстежених хворих, особливо в вертебрально-базиллярному басейні.

### Висновки

1. Порушення мозкового кровообігу за даними РЕГ у хворих, які мають порушення функції звукосприйняття після перенесеного COVID-19, часто проявляються підвищеним тонусом мозкових судин (56,7 %), зниженням пульсового кровонаповнення (89,0 %), утрудненням венозного відтоку (91,2 %).

2. У стані церебральної гемодинаміки за даними РЕГ у пацієнтів з порушеннями функції звукосприйняття, які перехворіли на COVID-19, спостерігаються зміни пульсового кровонаповнення у вертебрально-базиллярному басейні та утруднення веноз-

ного відтоку, а також ангіоспазм, особливо в басейні внутрішніх сонних артерій, про що свідчать показники ДКІ –  $59,63 \pm 0,73$  % ( $t=2,97$ ,  $P<0,05$ ); ДСІ –  $63,28 \pm 1,17$  % ( $t=0,42$ ,  $P>0,05$ ) та Рі –  $0,78 \pm 0,04$  ( $t=5,68$ ,  $P<0,01$ ).

3. Лікування осіб, які перехворіли на COVID-19 і мають сенсоневральні порушення слуху, має бути комплексним з урахуванням змін церебральної гемодинаміки.

## Література

1. Andreychyn MA, Nychyk NA, Zavidniuk NH, Iosyk IaI, Ischuk IS, Ivakhiv OL. [COVID-19: epidemiology, clinics, diagnosis, treatment and prevention]. Infectious Diseases. 2020;99(2):41-55. doi: 10.11603/1681-2727.2020.2.11285. [Article in Ukrainian].
2. Bezega M. [Disorder of sound conduction function in patients with COVID-19]. Otorhinolaryngology. 2022;5(3-4):65-70. doi: 10.37219/2528-8253-2022-3-65. [Article in Ukrainian].
3. Kitsera OO. [Changes in the hearing organ in COVID-19]. Materials of the XIII Congress of Otorhinolaryngologists of Ukraine. Kyiv: Vistka Ltd; 2021. P. 50. [In Ukrainian].
4. Komisarenko SV. [The global coronavirus crisis]. Kyiv: LAT&K; 2020. 119 p. [In Ukrainian].
5. Kornatskyi VM, Ryzhkova NO, Gavrilenko TI, Dorokhina AM, Kornatskyi YuV, Pidgaina OA, Babii SM, Pasichnichenko OM. IgG, IgM and neutralizing antibodies to SARS-COV-2 in medical workers during the year (2020-2021) before the start of mass vaccination. Fiziol. Zh. 2022; 68(3):44-50. <https://doi.org/10.15407/fz68.03.044>.
6. Korsunov VA, Skoryk VS. [Possibilities of correction of pulmonary hypertension in patients with severe acute respiratory distress syndrome caused by COVID-19]. Medicina neotložnyh sostoânij. 2021;17(1):25-30. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.22141/2224-0586.17.1.2021.225712>. [Article in Ukrainian].
7. Lisyany NI. [COVID-19 infection and autoimmune reactions]. Fiziol. Zh. 2022;68(1):87-92. <https://doi.org/10.15407/fz68.01.087>. [Article in Ukrainian].
8. Mosiychuk LM. [The phenomenon of mutual burden of COVID-19 and gastroesophageal reflux disease with laryngopharyngeal manifestations]. Ukraïnskyi medychni chasopys. 2022;150(4):56-60. doi: 10.32471/umj.1680-3051.150.232527. [Article in Ukrainian].
9. Trykhlіb VI. [Complications in COVID-19 patients]. Infectious Diseases. 2020;99(1):37-46. doi: 10.11603/1681-2727.2020.1.11097. [Article in Ukrainian].
10. Shydlovska TA, Bezega MI. [Indicators of subjective audiometry in the conventional frequency range in patients with COVID-19]. Otorhinolaryngology. 2022;5(5):23-8. doi 10.37219/2528-8253-2022-5-23. [Article in Ukrainian].
11. Chen T, Wu D, Chen H, Yan W, Yang D, Chen G, et al. Clinical characteristics of 113 deceased patients with coronavirus disease 2019: retrospective study. BMJ. 2020 Mar 26;368:m1091. doi: 10.1136/bmj.m1091.
12. Tavakoli A, Vahdat K, Keshavarz M. Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19): an emerging infectious disease in the 21<sup>st</sup> century. Iran South Med J. 2020;22(6):432-50. doi: 10.29252/ismj.22.6.432.

Надійшла до редакції 08.06.2023

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

## СТАН МОЗКОВОГО КРОВООБІГУ У ОСІБ, ЯКІ ПЕРЕХВОРИЛИ НА COVID-19 І МАЮТЬ ПОРУШЕННЯ СЛУХУ

*Шидловська ТА, Козак МС, Овсяник КВ, Безега МІ*  
Державна установа «Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка  
Національної академії медичних наук України»  
Email: lorprof3@ukr.net

### А н о т а ц і я

**Мета:** дослідити стан церебральної гемодинаміки за даними реоенцефалографії у пацієнтів, які мають порушення звукосприйняття, що виникли внаслідок COVID-19.

**Матеріали та методи дослідження:** Було проаналізовано показники реоенцефалографії, отримані у 54 осіб, які перехворіли на COVID-19, і мали порушення функції звукосприйняття. Контролем слугували 15 здорових нормально чуючих осіб. Всього проаналізовано 69 реоенцефалограм.

Для дослідження мозкового кровообігу застосовували реоенцефалографію у фронтотомоїдальному і окципітотомоїдальному відведеннях, які відображають стан мозкового кровообігу в каротидній та вертебрально-базиллярній системах, відповідно. Обстеження проводилось за допомогою комп'ютерного реографа фірми "DX-системи" (Україна).

**Результати дослідження та їх обговорення:** Нормальні показники стану мозкового кровообігу за даними РЕГ не реєструвалася у жодного хворого. У 56,7 % обстежених спостерігалось підвищення тону мозкових судин з явищами ангіоспазму. Утруднення венозного відтоку мало місце в 78,9 % випадків в каротидній системі і в 91,2 % – у вертебрально-базиллярній. У 69,8 % осіб, які перехворіли на COVID-19, було зафіксовано зниження пульсового кровонаповнення в каротидній системі і у 89,0 % – в вертебрально-базиллярному басейні. У 11,0 % обстежених також відмічалась асиметрія РЕГ-кривих у вертебрально-базиллярній системі.

У обстежених хворих мали місце зміни тону мозкових судин та утруднення венозного відтоку, а також зниження пульсового кровонаповнення у вертебрально-базиллярній системі, що знайшло відображення у кількісних показниках РЕГ. Про це свідчили зміни показників  $\alpha$ , дикротичного (ДКІ), діастолічного (ДСІ) і реографічного (Рі) індексів РЕГ-кривої у обох системах мозкового кровопостачання.

### **Висновки:**

Порушення мозкового кровообігу за даними РЕГ у хворих, які мають порушення функції звукосприйняття після перенесеного COVID-19, часто проявляються підвищеним тонусом мозкових судин (56,7 %), зниженням пульсового кровонаповнення (89,0 %), утрудненням венозного відтоку (91,2 %).

У стані церебральної гемодинаміки за даними РЕГ у пацієнтів з порушеннями функції звукосприйняття, які перехворіли на COVID-19, спостерігаються зміни пульсового кровонаповнення у вертебрально-базиллярному басейні та утруднення венозного відтоку, а також ангіоспазм, особливо в басейні внутрішніх сонних артерій, про що свідчать показники ДКІ ( $59,63 \pm 0,73$ ) % ( $t=2,97$ ,  $P<0,05$ ), ДСІ ( $63,28 \pm 1,17$ ) % ( $t=0,42$ ,  $P>0,05$ ) та Рі ( $0,78 \pm 0,04$ ) ( $t=5,68$ ,  $P<0,01$ ).

Лікування осіб, які перехворіли на COVID-19 і мають сенсоневральні порушення слуху, має бути комплексним з урахуванням змін церебральної гемодинаміки.

**Ключові слова:** слуховий аналізатор, сенсоневральна приглухуватість, COVID-19, церебральна гемодинаміка.

## THE STATUS OF CEREBRAL CIRCULATION IN PERSONS WHO ARE ILLNESSED WITH COVID-19 AND HAVE HEARING IMPAIRMENT

*Shydlovska TA, Kozak MS, Ovsianyuk KV, Bezega MI*  
State Institution «O.S. Kolomyichenko Institute of otolaryngology  
of National academy of medical sciences of Ukraine»  
Email: lorprof3@ukr.net

### Abstract

**Purpose:** to investigate the state of cerebral hemodynamics according to rheoencephalography data in patients with sound perception disorders caused by COVID-19.

**Materials and methods:** We analyzed the rheoencephalography indicators obtained from 54 people who got sick with COVID-19 and had impaired sound perception. Fifteen healthy individuals with normal hearing served as controls. A total of 69 rheoencephalograms were analyzed.

For the study of cerebral circulation, rheoencephalography was used in the frontomastoid and occipitomastoid leads, which reflect the state of cerebral circulation, respectively, in the carotid and vertebral-basilar systems. The examination was carried out with the help of a computer rheograph of the company "DX - systems" (Ukraine).

**Results and discussion:** Normal indicators of the state of cerebral blood circulation according to REG data were not registered in any patient. In 56,7 % of the examined persons, we observed an increase in the tone of cerebral vessels with the phenomena of angiospasm. Obstruction of venous outflow took place in 78,9 % of cases in the carotid system and in 91,2 % - in the vertebral-basilar system. As for pulse blood filling, in persons who fell ill with COVID-19, (69,8 %) cases of its decrease in the carotid system and (89,0 %) in the vertebral-basilar basin were recorded. In the vertebral-basilar system, there was also an asymmetry of REG curves (11,0 %) in the studied persons.

In the examined patients, there were changes in the tone of cerebral vessels and obstruction of venous outflow, as well as a decrease in pulse blood filling in the vertebral-basilar systems, which was reflected in the quantitative indicators of REG. This was evidenced by changes in  $\alpha$ , dicrotic (DKI), diastolic (DSI) and rheographic (Ri) indexes of the REG curve in both cerebral blood supply systems.

**Conclusions:**

1. Cerebral blood circulation disorders according to REG in patients who have impaired sound perception after suffering from COVID-19 are often manifested by an increased tone of cerebral vessels (56,7 %), a decrease in pulse blood flow (89,0 %), and difficulty in venous outflow (91,2 %).

2. In the state of cerebral hemodynamics, according to REG data, in patients with impaired sound perception who have contracted COVID-19, there are changes in pulse blood filling in the vertebral-basilar basin and obstruction of venous outflow, as well as angiospasm, especially in the basin of the internal carotid arteries, about which the indicators of DCI ( $59,63 \pm 0,73$ ) % ( $t=2,97$ ,  $P<0,05$ ), DSI ( $63,28 \pm 1,17$ ) % ( $t=0,42$ ,  $P>0,05$ ) and Ri ( $0,78 \pm 0,04$ ) ( $t=5,68$ ,  $P<0,01$ ).

3. Treatment of persons who have contracted COVID-19 and have sensorineural hearing disorders should be comprehensive, taking into account changes in cerebral hemodynamics.

**Key words:** auditory analyzer, sensorineural deafness, COVID-19, cerebral hemodynamics.