

ДАНИ СУБ'ЄКТИВНОЇ АУДИОМЕТРІЇ У ОСІБ, ЯКІ ПЕРЕХВОРИЛИ НА COVID-19

¹ Шидловська Т.А.

² Безега М.І.

¹ Козак М.С.

¹ Шевцова Т.В.

¹ Державна установа
«Інститут отоларингології
ім. проф. О.І. Коломійченка
Національної академії
медичних наук України»,
м. Київ, Україна

² Полтавський державний
медичний університет,
м. Полтава, Україна

- **МЕТА РОБОТИ:** вивчення показників суб'єктивної аудіометрії у осіб, які перехворіли на COVID-19.
- **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ:** Обстежено 54 пацієнта, які перехворіли на COVID-19, та мали скарги на порушення слуху. Аудіометричне дослідження виконувалось у звукоізольованій камері на клінічному аудіометрі АС-40 («Interacoustics», Данія).
- **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.** Пацієнти мали скарги на зниження слуху, порушення розбірливості мови, суб'єктивний вушний шум, закладеність вух. За даними тональної порогової аудіометрії було виявлено сенсоневральну приглухуватість з низхідною формою кривої. Середньостатистичні показники порогів слуху на тони у хворих після COVID-19 порівняно з контролем були достовірно ($P < 0,05$) підвищеними у конвенціональному діапазоні частот, починаючи з частоти 1 кГц. Найбільш вираженим підвищення було у ділянці 4–8 кГц: на частоті 4 кГц значення склали (28,29±5,61) дБ, 6 кГц — (35,45±3,62) дБ, 8 кГц — (41,45±3,93) дБ. У розширеному діапазоні частот порого слуху на тони становили: 9 кГц — (56,78±3,39); 10 кГц — (45,22±4,35); 11 кГц — (50,68±5,89) дБ; 12 кГц — (66,95±7,75) дБ; 14 кГц — (68,72±6,46) дБ; 16 кГц — (70,18±5,59) дБ. Середньостатистичні порого розбірливості мовних тестів були дещо підвищеними у обстежених хворих на COVID-19, але не достовірно. Величини диференційних порогів Люшера в діапазоні 0,5 та 1 кГц знаходились в межах норми, а у ділянці 4 кГц були дещо зниженими і становили (0,78±0,12) дБ. Це свідчить про ураження рецепторного відділу слухового аналізатора і явища феномену прискореного зростання гучності у досліджуваних пацієнтів з COVID-19.
- **ВИСНОВКИ.** 1. У хворих на COVID-19 за даними суб'єктивної аудіометрії мають місце сенсоневральні порушення слуху з пологонизхідною формою тональних аудіометричних кривих. 2. Найбільш виражене достовірне ($P < 0,01$) підвищення порогів слуху у осіб, які перехворіли на COVID-19 має місце до тонів у області високих частот 4–8 та 10–16 кГц. 3. Проведені дослідження суб'єктивної аудіометрії свідчать про доцільність оцінки слухової функції у хворих на COVID-19, особливо із застосуванням високочастотної аудіометрії. Це дозволить своєчасно виявити ураження слухового аналізатора у таких пацієнтів.
- **КЛЮЧОВІ СЛОВА:** суб'єктивна аудіометрія, сенсоневральні порушення слуху, COVID-19.

SUBJECTIVE AUDIOMETRY DATA IN INDIVIDUALS WHO HAVE RECOVERED FROM COVID-19

¹ Shydlovska T.A.

² Bezega M.I.

¹ Kozak M.S.

¹ Shevtsova T.V.

¹ State Institution
«O.S. Kolomyichenko
Institute of Otolaryngology
of National Academy
of Medical Sciences
of Ukraine»,
Kyiv, Ukraine

² Poltava State
Medical University,
Poltava, Ukraine

- **THE PURPOSE OF THIS STUDY** is to investigate subjective audiometry parameters in individuals who have recovered from COVID-19.
- **MATERIALS AND METHODS.** Fifty-four patients who had recovered from COVID-19 and reported hearing-related complaints were examined. Audiometric testing was conducted in a soundproof booth, using a clinical AC-40 audiometer (Interacoustics, Denmark).
- **RESULTS AND DISCUSSION.** Patients who had recovered from COVID-19 reported auditory complaints, including hearing loss, impaired speech discrimination, subjective tinnitus, and a sensation of ear fullness. Pure-tone audiometry revealed sensorineural hearing loss with a descending audiometric curve. The mean hearing thresholds for pure tones in post-COVID-19 patients were significantly ($P < 0,05$) elevated compared to controls in the conventional frequency range, starting from 1 kHz. The most pronounced increase was observed in the 4–8 kHz range: the thresholds were 28,29±5,61 dB at 4 kHz, 35,45±3,62 dB at 6 kHz, and 41,45±3,93 dB at 8 kHz. The thresholds for extended high-frequency tones were as follows: 9 kHz — 56,78±3,39 dB; 10 kHz — 45,22±4,35 dB; 11 kHz — 50,68±5,89 dB; 12 kHz — 66,95±7,75 dB; 14 kHz — 68,72±6,46 dB; 16 kHz — 70,18±5,59 dB. The mean speech discrimination thresholds tests were slightly elevated in the post-COVID-19 patient group, however, were not statistically significant. Differential thresholds measured using the Lüscher's method were within the normal range at 0,5 and 1 kHz, at 4 kHz, were slightly reduced (0,78 ± 0,12 dB), which may indicate receptor-level dysfunction of the auditory system in post-COVID-19 patients.
- **CONCLUSIONS.** 1. According to subjective audiometry data, patients with COVID-19 exhibited sensorineural hearing impairments characterized by a gently descending form of pure-tone audiometric curves. 2. The most significant and statistically reliable ($P < 0,01$) elevation of hearing thresholds in post-COVID-19 individuals was observed for tones in the high-frequency range 4–8 and 10–16 kHz. 3. The results of subjective audiometry indicate the importance of assessing auditory function in patients with COVID-19, particularly using high-frequency audiometry, which enables timely detection of auditory analyzer impairment in such patients.
- **KEYWORDS:** subjective audiometry, sensorineural hearing loss, COVID-19.

ВСТУП

COVID — це інфекційне захворювання, що викликається коронавірусом. З'являється все більше даних щодо соматичних та сенсорних симптомів, пов'язаних з цим захворюванням, у тому числі у віддаленому періоді [1–10]. Порушення слуху після COVID-19 — одне з таких ускладнень, яке все частіше привертає увагу дослідників у всьому світі [1–18].

Згідно з даними наукових досліджень, у інфікованих SARS-CoV-2 може виникнути втрата слуху (7,6%), дзвін у вухах, тинітус (майже 15%) і запаморочення (7,2%) [1–4].

При цьому дослідження вчених Стенфордського університету, Массачусетського технологічного інституту та Массачусетського відділення патології ока та вуха, надають докази того, що вірус SARS-CoV-2, який викликає COVID-19, може безпосередньо інфікувати внутрішнє вухо, включаючи клітини внутрішнього вуха, які мають вирішальне значення як для слуху, так і для рівноваги [6]. Також вчені вказують на можливе зниження слуху при COVID-19 внаслідок судинних порушень [1–7, 10–18].

Мета роботи — вивчення показників суб'єктивної аудіометрії у осіб, які перехворіли на COVID-19.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Було обстежено 54 пацієнти, які перехворіли на COVID-19 в легкому та середньому ступеню важкості та мали скарги на порушення з боку слухової системи, головокружіння, вушний шум.

Аудіометричне дослідження виконувалось у звукоізолюваній камері, де рівень шумового фону не перевищував 30 дБ, за допомогою клінічного аудіометра АС-40 фірми «Interacoustics» (Данія).

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали за загальноприйнятими ме-

тодами математичної статистики. Імовірність змін та відмінностей між порівняльними величинами оцінювали за критерієм достовірності різниці (t) за таблицею Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нами було проаналізовано результати досліджень суб'єктивної аудіометрії у осіб, які перехворіли на COVID-19 легкого та середнього ступеня важкості та мали скарги на порушення з боку слухової системи — зниження слуху, порушення розбірливості мови, суб'єктивний вушний шум, закладеність вух. За даними тональної порогової аудіометрії було виявлено перцептивні порушення слухової функції з низхідною формою аудіометричної кривої.

Кількісний аналіз даних тональної порогової аудіометрії, показав таке.

Аналізуючи стан слухової функції за даними суб'єктивної аудіометрії у хворих після COVID-19 було виявлено що середньостатистичні показники порогів слуху на тони порівняно з контролем були достовірно ($P < 0,05$) підвищеними в конвенціональному діапазоні частот, починаючи з частоти 1 кГц (табл. 1). Найбільш вираженим таке підвищення було у ділянці 4–8 кГц. Так, на частоті 4 кГц значення порогу слухової чутливості склало ($28,29 \pm 5,61$) дБ, 6 кГц — ($35,45 \pm 3,62$) дБ, 8 кГц — ($41,45 \pm 3,93$) дБ.

Для наочності графічно ці показники представлені на рис. 1.

Що ж стосується показників слуху на тони в розширеному діапазоні частот у пацієнтів після COVID-19, то відмічалось ще більш виражене підвищення порогів слухової чутливості у межах даного діапазону. Так, пороги слуху на тони розширеного діапазону відповідно становили: у ділянці 9 кГц ($56,78 \pm 3,39$); 10 кГц — ($45,22 \pm 4,35$); 11 кГц — ($50,68 \pm 5,89$) дБ; 12 кГц — ($66,95 \pm 7,75$) дБ; 14 кГц — ($68,72 \pm 6,46$) дБ;

Таблиця 1. Середньостатистичні показники сприйняття слуху на тони конвенціонального діапазону частот у досліджуваних групах хворих на COVID-19 та осіб контрольної групи (дБ)

Групи хворих	Частота, кГц								
	0,125	0,25	0,5	1	2	3	4	6	8
К ($n = 15$)	5,3±0,2	5,5±0,1	6,4±0,2	5,9±0,3	5,8±0,6	6,9±0,6	7,2±0,4	7,8±0,6	6,7±0,4
1 ($n = 54$)	9,45±3,12	10,15±3,39	11,56±4,76	10,78±4,64	15,11±3,86	20,46±5,58	28,29±5,61	35,45±3,62	41,45±3,93
t/p (К-1)	1,33 $P > 0,05$	1,37 $P > 0,05$	1,92 $P > 0,05$	1,77 $P < 0,05$	2,77 $P < 0,05$	3,13 $P < 0,01$	3,74 $P < 0,05$	7,01 $P < 0,01$	8,78 $P < 0,01$

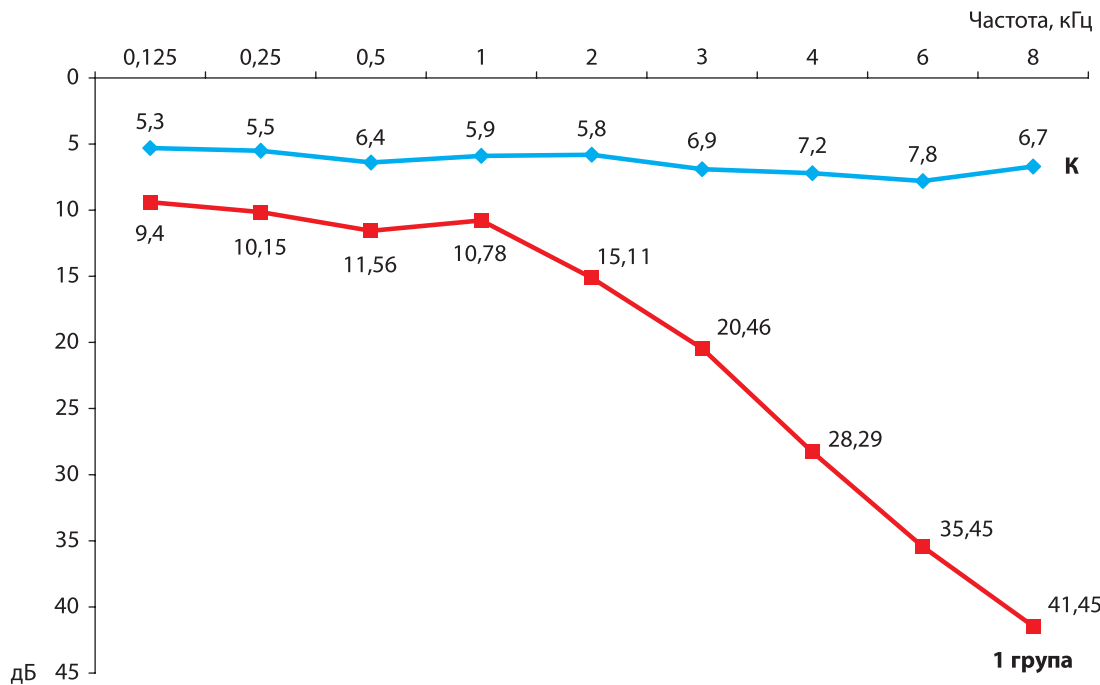


Рис. 1. Середньостатистичні показники сприйняття слуху на тони в конвенціональному діапазоні частот у досліджуваних хворих на COVID-19 та осіб контрольної групи, (дБ)

Таблиця 2. Середньостатистичні показники сприйняття слуху на тони в розширеному діапазоні частот (9–16 кГц), у досліджуваних групах та осіб контрольної групи хворих (дБ)

Групи хворих	Частота, кГц					
	9	10	11,2	12,5	14	16
К (n = 15)	8,4±0,9	7,3±0,8	6,9±0,9	7,1±0,8	8,4±0,3	8,2±0,6
1 (n = 54)	56,78±3,39	45,22±4,35	50,68±5,89	66,95±7,75	68,92±6,46	58,18±1,69
t/p (К-1)	10,66 P<0,01	9,70 P<0,01	7,68 P<0,01	6,40 P<0,01	7,81 P<0,01	6,75 P<0,01

16 кГц — (70,18±5,59) дБ (табл. 2). Тональні аудіометричні криві даного діапазону переважно мали пологонизхідну форму.

При порівняльному аналізі між показниками в зоні високих частот конвенціонального діапазону та у розширеному діапазоні порівняно з контрольною групою отримані достовірні відмінності — у пацієнтів, які перехворіли на COVID-19 порого значно вищі.

Середньостатистичні порого 50% розбірливості тесту числівників по кістковій та повітряній провідності і 100% розбірливості словесного тесту були дещо підвищеними у обстеженій групі хворих на COVID-19. Однак, таке підвищення не було достовірним.

Більш наочно отримані дані зображені на рис. 2.

Щодо величин диференційних порогів (ДП) за методом Люшера, то в діапазоні 0,5 кГц та 1 кГц вони знаходились в межах норми і становили (1,65±0,13) та (1,38±0,12), а у ділянці 4 кГц були дещо зниженими і становили (0,78±0,12) дБ. Це може свідчити про ознаки дисфункції в рецепторному відділі слухового аналізатора і явища феномену прискореного зростання гучності у досліджуваних пацієнтів з COVID-19.

Отже, проведені дослідження показали наявність погіршення слухової функції у осіб, які перехворіли на COVID-19. Найбільш виражені порушення слуху у таких хворих були виявлені на тони в розширеному діапазоні частот і стосувалися переважно області 16, 14 і 12 кГц.

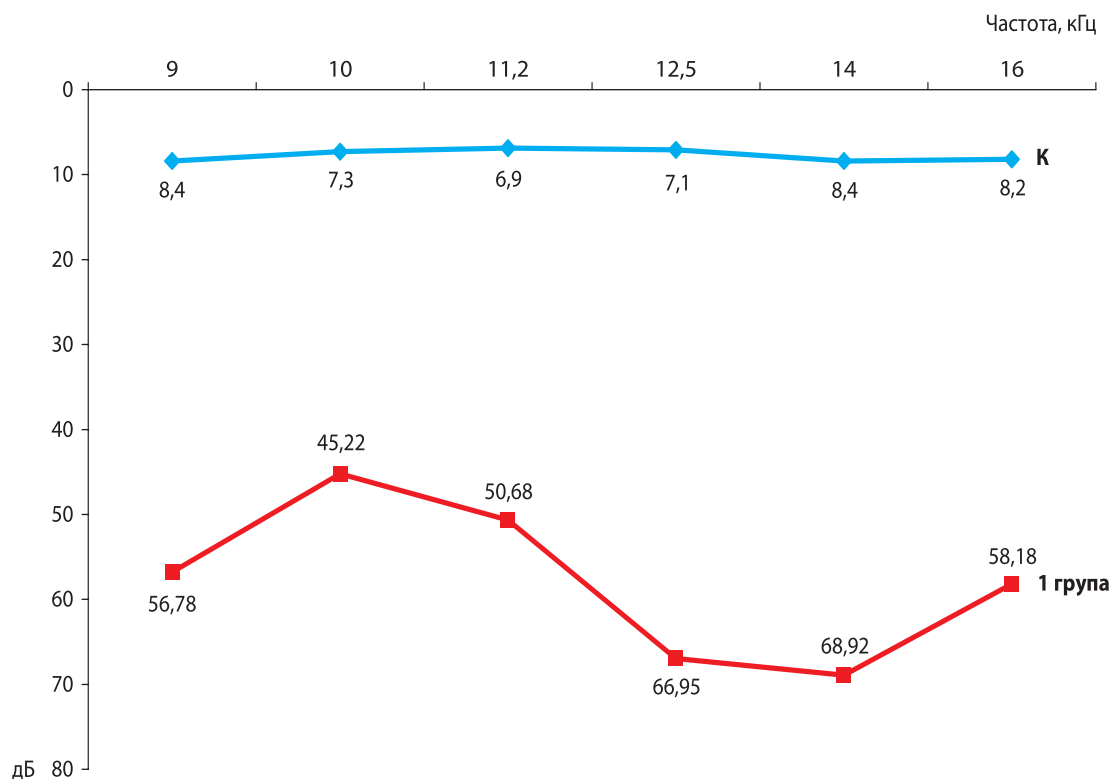


Рис. 2. Середньостатистичні показники сприйняття слуху на тони у досліджуваних хворих та осіб контрольної групи в розширеному діапазоні частот (9–16 кГц), (дБ)

ВИСНОВКИ

1. У хворих на COVID-19 за даними суб'єктивної аудіометрії мають місце сенсоневральні порушення слухової функції з пологонизхідною формою тональних аудіометричних кривих.

2. Найбільш виражене достовірне ($P < 0,01$) підвищення порогів слуху у осіб, які перехворіли на COVID-19 має місце до тонів у області високих частот 4-8 та 10-16 кГц.

3. Проведені дослідження суб'єктивної аудіометрії свідчать про доцільність оцінки слухової функції у хворих на COVID 19, особливо із застосуванням височастотної аудіометрії. Це дозволить своєчасно виявити ураження слухового аналізатора у таких хворих.

REFERENCES

1. Abdel Rhman S, Abdel Wahid A. COVID-19 and sudden sensorineural hearing loss: a case report. *Otolaryngol Case Rep.* 2020 Sep;16:100198. doi:10.1016/j.hocr.2020.100198.
2. Bezega M. Rozlad funktsii zvukoprovodnosti u patsientiv z COVID-19 [Disorder of sound conduction function in patients with COVID-19]. *Otorhynolaryngology.* 2022;(3-4):65–70. doi:10.37219/2528-8253-2022-3-65. In Ukrainian.
3. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, Liu L, et al; China Medical Treatment Expert Group for

- COVID-19. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *N Engl J Med.* 2020;382(18):1708–20. doi:10.1056/NEJMoa2002032.
4. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, Zhang L, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet.* 2020 Feb 15;395(10223):497–506. doi:10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
5. Kilic O, Kalcioğlu MT, Cag Y, Tuysuz O, Pektas E, Casakurlu 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;97:208–11. doi:10.1016/j.ijid.2020.06.023.
6. King J, Kosinski-Collins M, Sundberg E. Coronavirus structure, vaccine and therapy development. *MIT Faculty Newsletter.* 2020 Mar–Apr;32(4):17. URL: <https://web.mit.edu/fnl/volume/324/fnl324.pdf>.
7. Kitsera OO. Zminy orhanu slukhu pry COVID-19 [Changes in the hearing organ in COVID-19]. In: *Proceedings of the XIII Congress of Otorhinolaryngologists of Ukraine.* Odesa; 2021. p. 50. In Ukrainian.
8. Komisarenko S. Hlobalna koronavirusna kryza [The global coronavirus crisis]. Kyiv: LAT&K; 2020. 120 p. In Ukrainian.
9. Krasnova AA. Vplyv COVID-19 na perebih khronichnoi ishemichnoi khvoroby sertsia [Impact of COVID-19 on the course of chronic ischemic heart disease]. *Ukrainskyi medychnyi zhurnal [Ukrainian Medical Journal].* 2022;(6):32–4. doi:10.32471/umj.1680-3051.152.236628. In Ukrainian.

10. Levytska SA, Ponych OM, Pali MA, Andrushko SD. LOR-aspekty SARS-CoV-2: dosvid Chernivtsiv [ENT aspects of SARS-CoV-2: experience of Chernivtsi]. In: *Proceedings of the XIII Congress of Otorhinolaryngologists of Ukraine*. Odesa; 2021. p. 67–8. In Ukrainian.
11. Lisyany MI. COVID-19 infektsiia ta autoimunnyi reaktsii [COVID-19 infection and autoimmune reactions]. *Fiziol Zh*. 2022;68(1):87–92. doi:10.15407/fz68.01.087. In Ukrainian.
12. Lisyany MI, Belskaya LM, Klyuchnikova AI, Krasienko EP. Stan tryvalykh autoimunnykh ta zapalnykh reaktsii pislia COVID-19 [The state of long-term autoimmune and inflammatory reactions after COVID-19]. *Fiziol Zh*. 2022;68(5):3–9. doi:10.15407/fz68.05.003. In Ukrainian.
13. Mao L, Jin H, Wang M, Hu Y, Chen S, He Q, Chang J, et al. Neurologic manifestations of hospitalized patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurol*. 2020 Jun 1;77(6):683–90. doi:10.1001/jamaneurol.2020.1127.
14. Mosiychuk LM. Fenomen vzaiemnoho obtiazhennia COVID-19 ta hastroezofahealnoi refliuksnoi khvoroby z larynhofarynhialnymy proiavamy [The phenomenon of mutual aggravation of COVID-19 and gastroesophageal reflux disease with laryngopharyngeal manifestations]. *Ukrainskyi medychnyi zhurnal [Ukrainian Medical Journal]*. 2022;(4):56–60. doi:10.32471/umj.1680-3051.150.232527. In Ukrainian.
15. Mustafa MWM. Audiological profile of asymptomatic COVID-19 PCR-positive cases. *Am J Otolaryngol*. 2020 May–Jun;41(3):102483. doi:10.1016/j.amjoto.2020.102483.
16. Shydlovska TA, Bezega MI. Pokaznyky subiektyvnoi audiometrii u standartnomu diapazoni chastot u patsiientiv z COVID-19 [Indicators of subjective audiometry in the conventional frequency range in patients with COVID-19]. *Otorhynolaryngology*. 2022;(5):23–8. doi:10.37219/2528-8253-2022-5-23. In Ukrainian.
17. Shydlovska TA, Bezega MI, Medvedev VV, Shevtsova TV. Pokaznyky subiektyvnoi audiometrii u rozshyrenomu diapazoni chastot u patsiientiv z COVID-19 [Indicators of subjective audiometry in the extended frequency range in patients with COVID-19]. *Otorhynolaryngology*. 2023;(4):64–70. In Ukrainian.
18. Trykhlid VI. Uskladnennia u patsiientiv z COVID-19 [Complications in COVID-19 patients]. *Infektsiini khvoroby [Infectious diseases]*. 2022;1(99):37–46. doi:10.11603/1681-2727.2020.1.11097. In Ukrainian.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Дослідження виконані в рамках НДР Дослідження виконані в рамках НДР «Комплексна клініко-інструментальна характеристика стану сенсорних систем — слухового, нюхового та вестибулярного аналізаторів, а також екстрауральних проявів при COVID-19», що фінансується Національною академією медичних наук України, № держреєстрації 0121U113546.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ ТА ЇХ ВНЕСОК

ШИДЛОВСЬКА Тетяна: концептуалізація, написання — оригінальний проєкт, формальний аналіз, дослідження, методологія. ORCID 0000-0002-7894-359X.

БЕЗЕГА Михайло: концептуалізація, написання — оригінальний проєкт, курація даних, формальний аналіз, методологія. ORCID 0000-0002-1250-1190.

КОЗАК Микола: концептуалізація, курація даних, формальний аналіз, дослідження. ORCID 0000-0002-3180-2132.

ШЕВЦОВА Тетяна: написання — оригінальний проєкт, курація даних, дослідження, програмне забезпечення, візуалізація. ORCID ID 0000-0003-3656-1283.

SOURCES OF FUNDING

Studies were carried out within the framework of the research «Comprehensive clinical and instrumental characteristics of the state of sensory systems — auditory, olfactory and vestibular systems, as well as extraaural manifestations in COVID-19», funded by the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, State Registration No. 0121U113546.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS AND THEIR CONTRIBUTION

SHYDLOVSKA Tetiana: conceptualization, original draft preparation, formal analysis, investigation, methodology. ORCID 0000-0002-7894-359X.

BEZEGA Mykhailo: conceptualization, original draft preparation, data curation, formal analysis, methodology. ORCID 0000-0002-1250-1190.

KOZAK Mykola: conceptualization, data curation, formal analysis, investigation. ORCID 0000-0002-3180-2132.

SHEVTZOVA Tetiana: original draft preparation, data curation, investigation, software, visualization. ORCID ID 0000-0003-3656-1283.



ШИДЛОВСЬКА Тетяна: 03680 м. Київ, вул. Зоологічна, 3, Україна.
Тел.: +38 044 483 2469; e-mail: lorprof6@ukr.net.

SHYDLOVSKA Tetiana: 3 Zoologichna Str., Kyiv 03680, Ukraine.
Phone: +38 044 483 2469; e-mail: lorprof6@ukr.net.