

Вестибулярна дисфункція у пацієнтів із сенсоневральною приглухуватістю при акубаротравмі

О. Є. Дубенко^{1,2,A,E,F}, К. О. Шило^{1,B,C,D}

¹Харківський національний медичний університет, Україна, ²Державна установа «Інститут медичної радіології та онкології ім. С. П. Григор'єва Національної академії медичних наук України», м. Харків

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Повномасштабна війна, що триває в Україні, спричинила поширення сенсоневральної приглухуватості внаслідок акубаротравми під впливом вогнепальної зброї чи вибухів у військових і цивільних осіб. Акустична травма є фактором збільшення інвалідності, яка спричинена проблемами зі слухом і вестибулярними функціями.

Мета роботи – встановити частоту й особливості розвитку вестибулярної дисфункції у пацієнтів із сенсоневральною приглухуватістю при акубаротравмі.

Матеріали і методи. Обстежили 52 пацієнтів із сенсоневральною приглухуватістю, що зумовлена акубаротравмою: 32 осіб – із гострою, 20 – із хронічною. Дослідження передбачало неврологічне, соматичне й отоневрологічне обстеження, консультацію сурдолога, аудіометрію, нейровізуалізацію головного мозку, застосування методу стабілометрії.

Результати. Зафіксовано скарги пацієнтів при акубаротравмі, зокрема на зниження слуху, шум і дзвін у вухах, запаморочення, головний біль, загальну слабкість, хиткість при ходьбі, закладеність у вухах, нудоту. Здійснили кореляційний аналіз зниження порогів слуху та показників стабілометрії (фронтальна й сагітальна асиметрія, фронтальна й сагітальна амплітуда балансу, коефіцієнт Ромберга як відношення показника в умовах візуальної депривації до значення при розплющених очах). У результаті встановлено позитивну кореляцію з коефіцієнтом Ромберга довжини траєкторії коливань на високих частотах ($R = 0,407$, $p = 0,022921$) та сагітальної амплітуди коливань на середніх частотах ($R = 0,493$, $p = 0,004874$). У пацієнтів із хронічною сенсоневральною втратою слуху інтегральний (усереднений за всіма частотами вимірювання) поріг зниження слуху статистично значущо корелював з максимальними амплітудами коливань у фронтальній ($R = 0,622$, $p = 0,004452$) і сагітальній ($R = 0,572$, $p = 0,010530$) площинах при відкритих очах. Аналіз кореляційних зв'язків у цій групі дав змогу визначити три ключові феномени: домінування фронтальної нестабільності, роль мовного діапазону як маркера декомпенсації та формування стійкого патологічного патерну латералізованої нестабільності.

Висновки. У пацієнтів із сенсоневральною приглухуватістю при акубаротравмі зафіксовано позитивну кореляцію між зниженням порогу слуху і вираженістю вестибулярного дефіциту. Стабілометричні параметри, зокрема вищі значення коефіцієнта Ромберга, свідчать, що пацієнт більше покладається на зір для підтримання балансу.

Ключові слова:

сенсоневральна приглухуватість, акубаротравма, вестибулярна дисфункція, баланс, стабілометрія.

Запорізький медичний журнал. 2026. Т. 28, № 2(155). С. 145-150

Vestibular dysfunction in patients with sensorineural hearing loss following acoustic barotrauma

O. Ye. Dubenko, K. O. Shylo

The ongoing war in Ukraine has led to an increased incidence of sensorineural hearing loss (SNHL) resulting from acoustic trauma caused by firearms or explosions among both military personnel and civilians. This type of trauma is a significant contributing factor to the rising disability rates associated with impaired auditory and vestibular functions.

Aim. To determine the frequency and characteristics of vestibular dysfunction in patients with SNHL resulting from acoustic trauma.

Materials and methods. A total of 52 patients with SNHL due to acoustic trauma were examined, including 32 with acute and 20 with chronic forms of the condition. The study protocol comprised neurological, somatic, and otoneurological examinations, as well as audiological evaluation (pure-tone audiometry), brain neuroimaging, and stabilometry.

Results. Patient complaints included hearing loss, tinnitus, dizziness, headache, general fatigue, gait instability, ear fullness, and nausea. A correlation analysis between hearing thresholds and stabilometric indicators revealed a positive correlation with the Romberg coefficient for oscillation trajectory length at high frequencies ($R = 0,407$, $p = 0,022921$) and with the Romberg coefficient for sagittal oscillation amplitude at medium frequencies ($R = 0,493$, $p = 0,004874$). In patients with chronic SNHL, the integral hearing threshold (averaged across all frequencies) significantly correlated with maximum oscillation amplitudes in the frontal ($R = 0,622$, $p = 0,004452$) and sagittal planes ($R = 0,572$, $p = 0,010530$) under eyes-open conditions. Three key phenomena were identified in this group: the dominance of frontal instability, the role of the speech frequency range as a marker of decompensation, and the formation of a stable pathological pattern of lateralized instability.

Conclusions. In patients with acoustic trauma-induced SNHL, there is a clear positive correlation between hearing threshold shifts and the severity of the vestibular deficit. Stabilometric parameters show higher Romberg coefficient values, indicating that these patients rely more heavily on visual input to maintain postural balance.

Keywords:

sensorineural hearing loss, acoustic trauma, vestibular dysfunction, balance, stabilometry.

Zaporozhye Medical Journal. 2026;28(2):145-150

Вплив шуму – важлива глобальна проблема охорони здоров'я, адже майже 5 % випадків втрати слуху населення в усьому світі пояснюють дією надмірного шуму [1].

Гостру акустичну травму визначають як раптову сенсоневральну втрату слуху внаслідок впливу інтенсивного імпульсного шуму, як-от вибухи або постріли. Акубаротрава (від лат. *acus* – звук, *baros* – тиск, *trauma* – ушкодження) є специфічним видом механічного ураження внутрішнього вуха, спричиненого дією інтенсивного імпульсного звуку або вибухової хвилі. Виникає, коли рівень шуму більший за межі еластичності слухової системи, зазвичай перевищує 140 дБ протягом менш ніж 0,2 секунди. [2].

Військовослужбовці щоденно зазнають впливу численних факторів ризику втрати слуху, особливо на полі бою [3,4]. Війна, що триває в Україні, спричинила підвищення поширеності сенсоневральної приглухуватості (СНП) внаслідок акубаротравми, зумовленої впливом звукової хвилі пострілів вогнепальної зброї чи вибухів, у військових і цивільних осіб [5].

СНП, викликана акубаротравмою, має унікальні патогенетичні характеристики – комбінацію механічного, судинного, метаболічного та запального ушкодження. Вибух спричиняє миттєве підвищення атмосферного тиску, що зазвичай зумовлене перетворенням вибухової речовини на стиснений газ. Це раптове вивільнення енергії створює великий фронт тиску або позитивний надлишковий тиск, який поширюється з надзвуковою швидкістю, також відомий як ударна хвиля. За початковою ударною хвилею часто слідує повітряні потоки та продукти горіння, що завдають чималої шкоди всьому на своєму шляху, включаючи структури периферичної та центральної слухової системи. Поширена втрата волоскових клітин є характерною ознакою акустичної травми, спричиненої шумом та вибухом. Акустична травма, викликана вибухом, призводить до значної дегенерації нейронів спіральних гангліїв, клітинних тіл слухових аферентних нервових волокон, навіть через тижні або місяці після початкового ураження. Дегенеративний процес пов'язаний із гострою нейрозапальною фазою, що включає активацію мікрогліальних клітин. Паралельно відбуваються мікрокрововиливи, розриви мембран і порушення герметичності ендо- та перилімфатичного простору. Крім механічного впливу, акубаротрава спричиняє транзиторну ішемію судинної смужки, що поглиблює сенсоневральне ураження [6,7,8].

Акустична травма, особливо у ветеранів, є фактором підвищення рівня інвалідності – щорічний приріст становить 13–18 % [9]. Наслідками такої травми можуть бути проблеми зі слухом та вестибулярним апаратом (акустична травма), порушення зору, пам'яті, просторової координації, уваги, концентрації та швидкості реакції, а пізніше – порушення опорно-рухового апарату та труднощі з виконанням рухів [10,11,12,13].

На постральний контроль впливає наявність зорових, пропріоцептивних і слухових сигналів, які інтегруються для сигналізації про орієнтацію та конфігурацію тіла в просторі [14,15].

Мета роботи

Встановити частоту й особливості розвитку вестибулярної дисфункції у пацієнтів із сенсоневральною приглухуватістю при акубаротравмі.

Матеріали і методи дослідження

До дослідження залучено 52 пацієнтів із порушеннями слуху, що зумовлені акубаротравмою. Пацієнти перебували на стаціонарному лікуванні в КНП «Міська багатопрофільна лікарня № 27» ХМР (м. Харків) у період з червня 2023 до червня 2025 року. Середній вік обстежених становив $39,60 \pm 1,59$ року, медіанний вік – 38 років із міжквартильним інтервалом [38,0; 64,5] року. Вибірка неоднорідна за статтю пацієнтів, переважали чоловіки – 71 % проти 29 % ($Z = 5,9$, $p < 0,0001$).

Пацієнтів поділили на дві групи залежно від тривалості захворювання: 32 пацієнти з гострою СНП, 20 – з хронічною СНП. Усім пацієнтам здійснили повне неврологічне і соматичне, отоневрологічне обстеження, вони отримали консультацію сурдолога. Крім того, обстеженим виконали аудіометрію, нейровізуалізацію головного мозку за допомогою КТ або МРТ. Кондуктивні причини приглухуватості виключено. Відповідно до висновку сурдолога, в усіх пацієнтів діагностовано сенсоневральну приглухуватість, визначено ступінь зниження слуху. Рівновагу та координації у пацієнтів оцінили за тестом Ромберга. Для дослідження функції рівноваги використано також метод стабілометрії на програмно-діагностичному стабілометричному комплексі ST-150.

Визначали такі кількісні параметри стабілограми: L, мм – довжину траєкторії коливань центра тиску; S, мм – площу статокінезіограми; V, мм/с – середню швидкість коливань центру тиску; Max X, мм – найбільшу амплітуду коливань у фронтальній площині; Max Y, мм – найбільшу амплітуду коливань у сагітальній площині.

Аналіз механізмів підтримки рівноваги фокусували на патофізіологічних аспектах (клінічні прояви). Під час дослідження оцінювали такі показники: фронтальну асиметрію, сагітальну асиметрію, фронтальну амплітуду балансу, сагітальну амплітуду балансу, енергоефективність балансу, візуально / пропріоцептивний контроль. Такі стабілометричні параметри, як фронтальну і сагітальну асиметрію, фронтальну і сагітальну амплітуду коливань, а також енергоефективність балансу оцінювали якісно за порядковою шкалою на трьох рівнях (норма, помірна, виразна; або низька, середня, висока – для енергоефективності). За цими п'ятьма кількісними характеристиками обчислили коефіцієнти Ромберга як відношення показника в умовах візуальної депривації (заплющені очі) до його значення при розплющених очах. Коефіцієнти надалі проаналізували.

Порівняли стабілометричні параметри у групах пацієнтів, що визначені залежно від типу сенсоневральної приглухуватості – гострий початок чи хронічна форма.

Для двогрупових порівнянь використано критерій Манна–Вітні (кількісні показники), критерій χ максимальної правдоподібності та Z-критерій для двох пропорцій (під час аналізу якісних показників стабілометричного дослідження). Оскільки розподіл більшості показників асиметричний, для оцінювання тісноти зв'язку між ними обчислили рангові коефіцієнти кореляції Спірмена, що інтерпретували якісно за шкалою, запропонованою Chan et al. Значущість кореляцій оцінювали за допомогою трансформації на основі t-критерію.

Результати

Визначили частоту скарг у пацієнтів: зниження слуху – 37 (71,2 %) випадків, шум і дзвін у вухах – 40 (76,9 %), запаморочення – 33 (63,5 %), головний біль – 42 (80,8 %), загальна слабкість – 42 (80,8 %), хиткість під час ходьби – 12 (23,1 %), закладеність у вухах – 16 (30,8 %), нудота – 16 (30,8 %), блювання – 6 (11,5 %), біль у вухах – 4 (7,7 %). Встановлено також, що запаморочення більш притаманне гострому початку захворювання, ніж хронічній формі ($Z = 2,8$, $p = 0,0029$; $< 0,05$). Випадки блювання зафіксовано лише при гострому початку СНП.

Горизонтальний ністагм зафіксовано у 31 (59,6 %) пацієнта, двобічний – у 14 (26,9 %). За результатами тесту Ромберга, у 19 (37,3 %) пацієнтів встановлено нормальний результат, у 21 (41,2 %) – легку хиткість, в 11 (21,6 %) – значну хиткість. Випадки падіння не зафіксовано.

У разі гострого початку СНП внаслідок акубаротравми встановлено шість значущих кореляцій між показниками аудіометрії та стабілометрії. Усі кореляції – помірної (середньої) сили, не досягали навіть помірно високого рівня.

Перед початком детального аналізу встановлених кореляційних зв'язків зауважимо: всі наведені коефіцієнти кореляції обчислено за показниками 31 пацієнта з цієї групи, оскільки одне спостереження оцінили як статистичний викид – аномально велике зниження порогу слуху на середніх частотах, тому його виключено з аналізу для підвищення коректності оцінки визначених кореляційних зв'язків.

Отже, у цій групі дослідження поріг зниження слуху зліва (середній за всіма частотами вимірювання) помірно позитивно корелював із коефіцієнтом Ромберга довжини траєкторії коливань ($R = 0,407$, $p = 0,022921$; рис. 1). Таку саму помірну позитивну кореляцію зафіксовано між коефіцієнтом Ромберга довжини траєкторії коливань і зниженням порогу слуху зліва на високих частотах ($R = 0,492$, $p = 0,004936$; рис. 2). Це підтверджує закономірність, що сильніші ураження слуху асоційовані з сильнішим вестибулярним дефіцитом, що визначено за вищим коефіцієнтом Ромберга, згідно з яким пацієнт більше покладається на зір.

Для зниження порогу слуху на високих частотах виявлено значущу помірну кореляцію з довжиною траєкторії коливань при відкритих очах, але вона негативна ($R = -0,432$, $p = 0,015162$). Тобто при розплющених очах гірший слух асоціювався з меншою траєкторією коливань. Крім того, для зниження порогу слуху на середніх частотах виявлено помірні позитивні кореляції з коефіцієнтом Ромберга для сагітальної амплітуди коливань, і цей ефект, за даними нашого дослідження, зафіксований для зниження порогу слуху і справа ($R = 0,384$, $p = 0,032782$), і зліва ($R = 0,493$, $p = 0,004874$). Ці результати підтверджують теорію про те, що погіршення слуху в мовному діапазоні (на середніх частотах) впливає передусім на гомілковостопну стратегію, посилюючи критичне значення зору для утримання пацієнта від падіння вперед – назад (в сагітальній площині). Залучення середніх частот у патерн значущих зв'язків зниження слуху з вестибулярним дефіцитом також вказує на тяжче пошкодження лабіринту порівняно з ізольованою високочастотною втраатою у пацієнтів цієї групи.

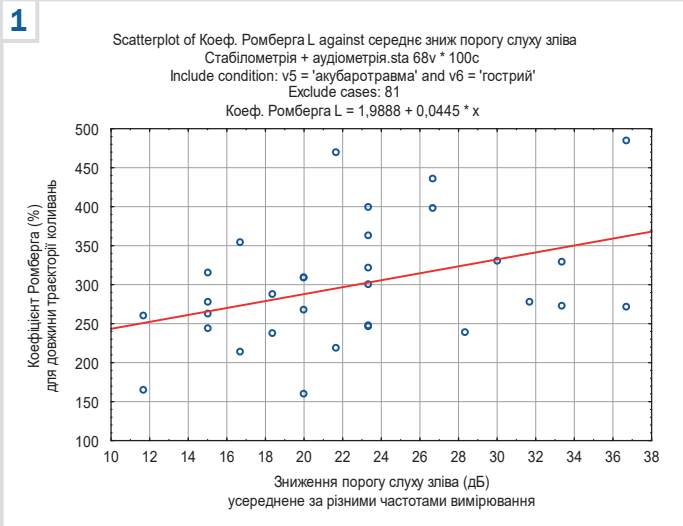


Рис. 1. Графік розсіювання середнього порогу зниження слуху зліва і коефіцієнта Ромберга для довжини траєкторії коливань у пацієнтів із гострим початком СНП внаслідок акубаротравми (помірна позитивна кореляція).

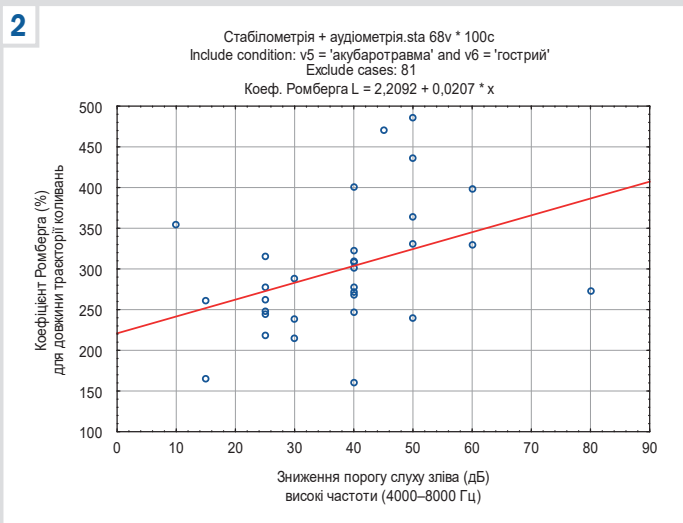


Рис. 2. Графік розсіювання зниження порогу слуху зліва за різними частотами і коефіцієнта Ромберга для довжини траєкторії коливань у пацієнтів із гострим початком СНП внаслідок акубаротравми (помірна позитивна кореляція).

При хронічній формі СНП внаслідок акубаротравми більшість виявлених статистично значущих кореляцій зі зниженням слухових порогів стосувалися максимальної амплітуди коливань у фронтальній площині, які фіксували і при розплющених очах, і в умовах візуальної депривації. Крім того, в умовах відкритих очей зі зниженням слуху корелювала максимальна сагітальна амплітуда, середня швидкість коливань центру тиску та площа статокінезіограми. Усі зафіксовані кореляції позитивні, здебільшого помірної (середньої) сили, іноді досягали помірно високого рівня.

Інтегральний (усереднений за всіма частотами вимірювання) поріг зниження слуху справа статистично значущо корелював із максимальними амплітудами коливань у фронтальній ($R = 0,622$, $p = 0,004452$) і сагітальній ($R = 0,572$, $p = 0,010530$) площинах при розплющених очах. Для усередненого зниження порогу

3

Scatterplot of Max Y, мм (макс ампл коливань у сагітальн) against Зниження порогу слуху справа 1000–2000 Гц

Стабілометрия + аудіометрія, sta 68v * 100с
 Include condition: v7 = 'акубаротравма хронічна'
 Exclude cases: 36

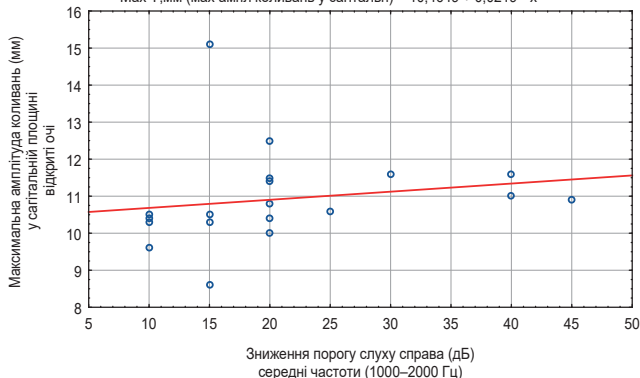
$$\text{Max Y, мм (макс ампл коливань у сагітальн)} = 10,4649 + 0,0219 * x$$


Рис. 3. Графік розсіювання зниження порогу слуху справа на середніх частотах і максимальної амплітуди коливань у сагітальній площині без зорової депривації у пацієнтів із хронічною СНП внаслідок акубаротравми (помірна позитивна кореляція).

4

Scatterplot of откр-S, мм2 (площа статокінезіограми) against Зниження порогу слуху справа 1000–2000 Гц

Стабілометрия + аудіометрія 68v * 100с
 Include condition: v5 = 'акубаротравма' and v6 = 'хронічна'
 Exclude cases: 36

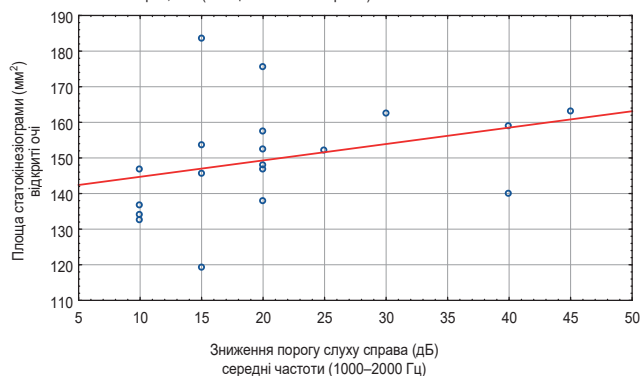
$$\text{откр-S, мм2 (площа статокінезіограми)} = 140,1139 + 0,4601 * x$$


Рис. 4. Графік розсіювання зниження порогу слуху справа на середніх частотах і площі статокінезіограми без зорової депривації.

слуху зліва помірна значуща кореляція виявлена лише з максимальною фронтальною амплітудою, але в обох умовах стабілометричного дослідження (при відкритих очах – $R = 0,550$, $p = 0,014604$; при заплучених – $R = 0,541$, $p = 0,016836$).

Зі зниженням слуху на середніх частотах у цій групі пацієнтів виявлено найбільшу кількість кореляцій зі стабілометричними показниками. Так, в умовах зорової депривації зі зниженням слухового порогу в мовному діапазоні збільшувалася максимальна амплітуда коливань у фронтальній площині і зліва ($R = 0,608$, $p = 0,005763$), і справа ($R = 0,483$, $p = 0,036112$). Такий ефект не виявляли, коли очі обстежених були розплющені, але за цих умов встановлено позитивний кореляційний зв'язок для правобічного зниження порогу слуху з сагітальною амплітудою коливань ($R = 0,546$, $p = 0,015670$; рис. 3) та з площею статокінезіограми ($R = 0,516$, $p = 0,023613$; рис. 4).

Обговорення

Аналіз кореляційних зв'язків у групі пацієнтів із хронічною формою акубаротравми дав змогу визначити три ключові феномени: домінування фронтальної нестабільності, роль мовного діапазону як маркера декомпенсації та формування стійкого патологічного патерну. У пацієнтів із хронічним перебігом акубаротравми тяжкість втрати слуху (особливо інтегральна і високочастотна) найтісніше корелює з максимальною амплітудою коливань у фронтальній площині (вліво – вправо). Це є ознакою резидуальної (залишкової) вестибулярної асиметрії.

Акубаротравма часто буває асиметричною (одне вухо уражене більше). У гострому періоді мозок намагається це компенсувати напруженням. У хронічному періоді гостра реакція зникає, м'язова ригідність зменшується, але тонусний дисбаланс між правим і лівим лабіринтами залишається. Чим гірший слух (маркер глибини ураження вуха), тим слабший вестибулярний сигнал з цього боку і тим більше пацієнт нахилиється у бік ураження. Фронтальна амплітуда тут характеризує некомпенсовану асиметрію.

Виявлений феномен, а саме те, що найбільша кількість кореляцій і залучення складніших параметрів (площа, сагітальна амплітуда при розплющених очах) пов'язана зі зниженням слуху саме на середніх частотах, можна пояснити тим, що для хронічної акубаротравми характерне поступове прогресування дегенеративних змін у завитці (від базальних відділів до середніх).

Якщо у пацієнта знижений слух вже і на середніх частотах, роблять висновок про масивність і давність патоморфологічних змін, які вийшли за межі локального високочастотного пошкодження. Таке поширення ураження в завитці корелює з виснаженням компенсаторних резервів вестибулярної системи. Тому фіксують погіршення не лише фронтальної симетрії при закритих очах, але й загальної стійкості (площа, сагітальна амплітуда). Це пов'язано з тим, що система поступово втрачає стабільність.

Одним з основних віддалених наслідків акубаротравми є стійка вестибулярна асиметрія. На відміну від гострого періоду, коли переважає загальна дезорієнтація, у хронічній стадії ступінь втрати слуху як показник незворотної деструкції лабіринту прямо визначає вираженість тонусного дисбалансу, що ніби розкитує пацієнта у фронтальній площині. На це вказують кореляційні зв'язки між тяжкістю зниження слуху та максимальною амплітудою коливань у фронтальній площині. Це дає підстави визначити латералізовану нестабільність як маркер хронізації.

Найбільшу щільність кореляцій зі стабілометричними показниками зафіксовано для зниження слуху на середніх частотах. Отже, поширення патологічного процесу з базальних відділів завитки (високої частоти) на мовну зону (середні частоти) є предиктором зриву вестибулярної компенсації. У пацієнтів із таким патерном аудіограми діагностують комплексні порушення (збільшення площі статокінезіограми та сагітальної амплітуди), що свідчить про вичерпання адаптаційних можливостей центральної нервової системи.

При акубаротравмі залежно від первинного характеру патології відбувається трансформація стратегії балансу. У хронічній стадії тяжкість сенсоневральної

приглухуватості характеризує ступінь анатомічної загибелі рецепторного апарату, яку вже неможливо повноцінно компенсувати ані зором, ані пропріоцепцією. Виявлені прямі кореляції з амплітудними показниками свідчать про перехід від функціональної (зорової) залежності до структурно зумовленого дефіциту.

В умовах сучасних воєнних конфліктів мінно-вибухові травми є дуже складною медичною проблемою. Найчастіший і найтяжчий їхній наслідок – приглухуватість, що істотно знижує якість життя потерпілих, їхні комунікативні можливості, спричиняє соціальну ізоляцію та погіршення когнітивних функцій.

Зв'язок між впливом шуму і розвитком акустичної травми, вестибулярними порушеннями відомий з 1960-х років, але сучасних досліджень вестибулярної дисфункції при акубаротравмі бракує. Вестибулярні симптоми (запаморочення, порушення балансу) після вибухової травми можуть бути зумовлені пошкодженням чутливих нейроепітеліальних рецепторів у внутрішньому вусі або вестибулярних нервів, а також перилімфатичною фістулою; вони можуть бути і наслідком доброякісного пароксизмального запаморочення як результат пошкодження отолітового апарату.

Арсенал чутливих інструментів для кількісного оцінювання вестибулярних порушень досі доволі обмежений. Зокрема, використовують електроністагмографію, вестибулярно викликані міогенні потенціали, а також постурографію [16, 17].

Вестибулярна дисфункція є частим супутнім проявом акубаротравми. Так, за результатами обстеження 67 військових із гострою акубаротравмою вестибулярну дисфункцію діагностовано у понад 40 % випадків [18].

Оцінювання пошкодження вестибулярної системи за допомогою інструментальних методів сприяє своєчасній корекції, зменшенню клінічних симптомів і запобіганню хронізації акустичної травми.

Висновки

1. У пацієнтів із СНП при акубаротравмі виявлено позитивну кореляцію між зниженням порогу слуху на високих частотах і коефіцієнтом Ромберга довжини траєкторії коливань. Отже, сильніші ураження слуху асоційовані з більшим вестибулярним дефіцитом, і пацієнт більше покладається на зір.

2. Зниження порогу слуху на середніх частотах корелює з коефіцієнтом Ромберга для сагітальної амплітуди коливань, а отже погіршення слуху в мовному діапазоні впливає на гомілковостопну стратегію балансу, посилюючи критичне значення зору для утримання від падіння.

3. У пацієнтів із хронічною СНП при акубаротравмі тяжкість втрати слуху тісно корелює з максимальною амплітудою коливань у фронтальній площині, що є ознакою резидуальної вестибулярної асиметрії, яка може бути маркером хронізації.

Перспективи подальших досліджень. Прогноз гострої акустичної травми, спричиненої гучними звуками, як-от пострілами з вогнепальної зброї, або мінно-вибуховим впливом, складно передбачити. Він коливається від повного одужання до розвитку хронічної втрати слуху, порушення балансу, емоційних і когнітивних розладів. Моніторинг стану рівноваги та заходи для покращення

слуху можуть стати важливим інструментом відновлення у постраждалих внаслідок акубаротравми.

Етичне схвалення

Протокол дослідження розглянуто та схвалено Комісією з питань біоетичної експертизи та етики наукових досліджень Харківського національного медичного університету (протокол від 12.09.2023 року № 10). Усі пацієнти надали письмову інформовану згоду на участь у дослідженні.

Фінансування

Це дослідження не має фінансування і виконано в рамках науково-дослідної роботи кафедри неврології Харківського національного медичного університету.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 05.01.2026

Після доопрацювання / Revised: 26.02.2026

Схвалено до друку / Accepted: 03.03.2026

Відомості про авторів:

Дубенко О. Є., д-р мед. наук, професор каф. неврології та дитячої неврології, Харківський національний медичний університет, Україна; старший науковий співробітник відділення променевої патології та паліативної допомоги, ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С. П. Григор'єва НАМН», м. Харків.
ORCID ID: 0000-0002-4911-5613

Шило К. О., аспірант каф. неврології та дитячої неврології, Харківський національний медичний університет, Україна.
ORCID ID: 0009-0009-0300-1520

Information about the authors:

Dubenko O. Ye., MD, PhD, DSc, Professor of the Department of Neurology and Child Neurology, Kharkiv National Medical University, Ukraine; Senior Researcher, Department of Radiation Pathology and Palliative Care, State Organization "Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv.

Shylo K. O., MD, Postgraduate Student at the Department of Neurology and Child Neurology, Kharkiv National Medical University, Ukraine.



Ольга Дубенко (Olga Dubenko)
olgadubenko05@gmail.com

References

1. Vljakovic SM, Thorne PR. Molecular Mechanisms of Sensorineural Hearing Loss and Development of Inner Ear Therapeutics. *Int J Mol Sci.* 2021;22(11):5647. doi: 10.3390/ijms22115647
2. Ghazaryan V, Sutton AE, De Jong R. Acute Acoustic Trauma. [Updated 2024 Nov 13]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK609092/>
3. Joseph AR, MacGregor AJ, Dougherty AL. Pre-Existing Audiometric Hearing Loss is a Predictor of Significant Threshold Shift Following Injury During Combat Deployment. *Ear Hear.* 2023;44(5):1173-81. doi: 10.1097/AUD.0000000000001359
4. Myers EE, Joseph AR, Dougherty AL, Clouser MC, MacGregor AJ. Relationship Between Tinnitus and Hearing Outcomes Among US Military Personnel After Blast Injury. *Ear Hear.* 2023;44(2):300-5. doi: 10.1097/AUD.0000000000001285
5. Zozulya IS, Volosovets AO, Zozulya AI. [Injuries of the skull and brain: diagnosis and emergency medical care at the different stages of evacuation]. *Ukrainskyi medychnyi chasopys.* 2022;(5):69-74. Ukrainian. doi: 10.32471/umj.1680-3051.151.234471
6. Kaliyappan K, Nakuci J, Preda M, Schweser F, Muldoon S, Krishnan Muthaiah VP. Correlation of Histomorphometric Changes with Diffusion

- Tensor Imaging for Evaluation of Blast-Induced Auditory Neurodegeneration in Chinchilla. *J Neurotrauma*. 2021;38(23):3248-59. doi: [10.1089/neu.2020.7556](https://doi.org/10.1089/neu.2020.7556)
7. Shirbhate PA, Goel MD. A critical review of blast wave parameters and approaches for blast load mitigation. *Arch Comput Methods Eng*. 2021;28(3):1713-30. doi: [10.1007/s11831-020-09436-y](https://doi.org/10.1007/s11831-020-09436-y)
 8. Paik CB, Pei M, Oghalai JS. Review of blast noise and the auditory system. *Hear Res*. 2022;425:108459. doi: [10.1016/j.heares.2022.108459](https://doi.org/10.1016/j.heares.2022.108459)
 9. Blavt O, Zahura F, Helzhynska T, Khimenes K, Huska M, Gurtova T, et al. Defining Authenticity of the Y Balance Test Implemented by an Intellectual Programmed Tool in Inclusive Physical Education. *Physical Education Theory and Methodology*. 2025;25(4):945-53. doi: [10.17309/tmfv.2025.4.24](https://doi.org/10.17309/tmfv.2025.4.24)
 10. Crampton A, Teel E, Chevignard M, Gagnon I. Vestibular-ocular reflex dysfunction following mild traumatic brain injury: A narrative review. *Neurochirurgie*. 2021;67(3):231-7. doi: [10.1016/j.neuchi.2021.01.002](https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2021.01.002)
 11. Akin FW, Murnane OD, Hall CD, Riska KM, Sears J. Vestibular and balance function in veterans with chronic dizziness associated with mild traumatic brain injury and blast exposure. *Front Neurol*. 2022;13:930389. doi: [10.3389/fneur.2022.930389](https://doi.org/10.3389/fneur.2022.930389)
 12. Blavt O, Gurtova T. Physical Education in the Restoration of Damaged Functions in Students After Blast Tbi Complicated By Acubarotrauma. *Journal of Learning Theory and Methodology*. 2024;5(2):56-63. doi: [10.17309/jltm.2024.5.2.02](https://doi.org/10.17309/jltm.2024.5.2.02)
 13. Feller JJ, Duff MC, Clough S, Jacobson GP, Roberts RA, Romero DJ. Evidence of Peripheral Vestibular Impairment Among Adults With Chronic Moderate-Severe Traumatic Brain Injury. *Am J Audiol*. 2024;33(4):1118-34. doi: [10.1044/2024_AJA-24-00058](https://doi.org/10.1044/2024_AJA-24-00058)
 14. Gallamini M, Piastra G, Lucarini S, Porzio D, Ronchi M, Pirino A, et al. Revisiting the Instrumented Romberg Test: Can Today's Technology Offer a Risk-of-Fall Screening Device for Senior Citizens? An Experience-Based Approach. *Life (Basel)*. 2021;11(2):161. doi: [10.3390/life11020161](https://doi.org/10.3390/life11020161)
 15. Hupfeld KE, McGregor HR, Hass CJ, Pasternak O, Seidler RD. Sensory system-specific associations between brain structure and balance. *Neurobiol Aging*. 2022;119:102-16. doi: [10.1016/j.neurobiolaging.2022.07.013](https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2022.07.013)
 16. Mallinson A, Maire R, Beyaert C, Vibert D, Coffinet L, Longridge N, et al. Understanding and Managing Trauma-Induced Vestibular Deficits. *J Int Adv Otol*. 2021;17(6):559-65. doi: [10.5152/iao.2021.21258](https://doi.org/10.5152/iao.2021.21258)
 17. Martini DN, Parrington L, Stuart S, Fino PC, King LA. Gait Performance in People with Symptomatic, Chronic Mild Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma*. 2021;38(2):218-24. doi: [10.1089/neu.2020.6986](https://doi.org/10.1089/neu.2020.6986)
 18. Teshchuk VJ, Teshchuk NV, Russkykh OO, Hlukhykh OP, Maksimov OO. [Features of the course of acubarotrauma associated with brain concussion in military servants of the armed forces of Ukraine during the full-scale Russian-Ukrainian war of 2022]. *Herald for maritime medicine*. 2023;(2):3-13. Ukrainian. doi: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8171215>