

## КЛІНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА СКАРГИ ХВОРИХ З УРАЖЕННЯМ СЛУХОВОЇ СИСТЕМИ ПІСЛЯ ВИБУХОВОЇ ТРАВМИ

Котов В.О.

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

- **МЕТА** роботи — визначити особливості скарг та клінічної картини у військовослужбовців із сенсоневральною та комбінованою приглухуватістю, які виникли внаслідок акубаротравми, отриманої в умовах бойових дій.
- **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Обстежено 98 військовослужбовців з діагнозом акубаротравма (вибухова травма), отримана в умовах бойових дій. Проведено збір скарг та анамнезу, ендоскопічний огляд зовнішнього слухового ходу та барабанної перетинки (ендоскопічне обладнання «Karl Storz», Німеччина), тональну порогову та мовну аудіометрію (аудіометр AC-40 фірми «Interacoustics», Данія), імпедансну аудіометрію за допомогою AT235 («Interacoustics», Данія).
- **РЕЗУЛЬТАТИ.** За результатами обстеження 37 хворих (37,8%) мали сенсоневральну приглухуватість, 61 хворий (62,2%) — комбіновану (змішану). Скарги хворих із сенсоневральною приглухуватістю обмежувалися зниженням слуху переважно у високочастотному діапазоні, дифузним шумом у вухах та феноменом рекрутменту. У хворих з комбінованою приглухуватістю спектр скарг додатково включав відчуття закладеності у вухах, аутофонію, рівномірне зниження слуху по всьому діапазону частот, іноді — головокружіння, біль і виділення з вуха. У 79,6% хворих відзначались супутні психоемоційні порушення — погіршення сну, емоційна лабільність, підвищена дратівливість та швидка втомлюваність. У структурі кондуктивного компонента комбінованого ураження слуху перфорація барабанної перетинки становила 82%, ізольований розрив ланцюга слухових кісточок за інтактною барабанною перетинкою — 18%.
- **ВИСНОВКИ.** Аналіз особливостей скарг і клінічної картини у хворих із сенсоневральною та комбінованою приглухуватістю після акубаротравми дозволяє вже на етапі первинного опитування з високою ймовірністю припустити характер ураження слухового аналізатора, що дає змогу цілеспрямовано планувати обсяг інструментального обстеження та своєчасно визначати показання до хірургічного лікування.
- **КЛЮЧОВІ СЛОВА:** акубаротравма, сенсоневральна приглухуватість, комбінована приглухуватість, вибухова травма, перфорація барабанної перетинки.

## CLINICAL CHARACTERISTICS AND COMPLAINTS OF PATIENTS WITH AUDITORY SYSTEM DAMAGE AFTER BLAST INJURY

Kotov V.O.

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

- **OBJECTIVE.** The objective of the study was to determine the features of complaints and clinical presentation in servicemen with sensorineural and combined hearing loss resulting from acoustic trauma sustained under combat conditions.
- **MATERIALS AND METHODS.** 98 servicemen with a diagnosis of acoustic trauma (blast injury) sustained under combat conditions were examined. History and complaint collection, endoscopic examination of the external auditory canal and tympanic membrane (Karl Storz endoscopic equipment, Germany), and pure-tone and speech audiometry (AC-40 audiometer, Interacoustics, Denmark) and tympanometry were performed (AT235H audiometer, Interacoustics, Denmark).
- **RESULTS.** According to the examination results, 37 patients (37.8%) had sensorineural hearing loss, and 61 patients (62.2%) had combined (mixed) hearing loss. Complaints in patients with sensorineural hearing loss were limited to hearing loss predominantly in the high-frequency range, diffuse tinnitus, and the phenomenon of loudness recruitment. In patients with combined hearing loss, the range of complaints additionally included a sensation of ear fullness, autophony, uniform hearing loss across the entire frequency range, and, occasionally, dizziness, pain, and ear discharge. Concomitant psycho-emotional disturbances — sleep disturbance, emotional lability, increased irritability, and rapid fatigability — were observed in 79.6% of patients. Within the structure of the conductive component of combined hearing impairment, tympanic membrane perforation accounted for 82%, while isolated ossicular chain disruption with an intact tympanic membrane accounted for 18%.
- **CONCLUSIONS.** Analysis of the features of complaints and clinical presentation in patients with sensorineural and combined hearing loss after acoustic trauma allows the nature of the auditory system lesion to be presumed with high probability already at the stage of the initial interview, which makes it possible to purposefully plan the scope of instrumental examination and to timely determine indications for surgical treatment.
- **KEYWORDS:** acoustic trauma, sensorineural hearing loss, combined hearing loss, blast injury, tympanic membrane perforation.

**А**кубаротравма — специфічне ушкодження слухового аналізатора, зумовлене дією вибухової чи акустичної хвилі надмірної інтенсивності, — залишається однією з найпоширеніших форм бойової травми в умовах сучасного збройного конфлікту. За даними ретроспективного аналізу структури бойової травми серед військовослужбовців Збройних Сил України, акубаротравма реєструється у 23,7% випадків бойової травми, а мінно-вибухова травма загалом становить понад 60% усього обсягу поранень [1]. За спостереженнями вітчизняних дослідників, частота двобічного ураження слухового аналізатора при сучасній бойовій акубаротравмі перевищує 60%, що пов'язують із широким застосуванням вибухових пристроїв відкритого типу, здатних формувати всеспрямовану ударну хвилю високої інтенсивності [2].

Патогенетично акубаротравма є гетерогенним станом: залежно від інтенсивності та напрямку дії вибухової хвилі ураження може обмежуватися виключно сенсорними структурами слухового аналізатора або поєднуватися з механічним ушкодженням звукопровідного апарату середнього вуха — розривом барабанної перетинки та/або порушенням цілісності ланцюга слухових кісточок. Перфорація барабанної перетинки є одним із найчастіших наслідків вибухового ураження й традиційно розглядається як маркер впливу вибухової хвилі достатньої інтенсивності: за даними систематичного огляду отологічних травм серед цивільних жертв терористичних вибухів, перфорація реєструється майже у 69% госпіталізованих постраждалих [3]. Разом з тим, ще у 2007 р. було показано, що наявність перфорації барабанної перетинки сама по собі не є надійним предиктором тяжкості супутнього ураження інших органів і систем, а отже характер ураження слухового аналізатора потребує окремої, самостійної діагностичної оцінки [4].

Сучасні українські дослідження на когорті військовослужбовців із травматичною перфорацією барабанної перетинки, отриманою в умовах бойових дій 2023–2024 рр., підтверджують, що площа й локалізація перфорації достовірно корелюють зі ступенем втрати слуху та величиною кістково-повітряного інтервалу, а своєчасна хірургічна корекція дозволяє суттєво покращити слухову функцію [5]. Патолофізіологічні механізми ізолюваного сенсоневрального ураження при акубаротравмі пов'язують передусім із дисфункцією зовнішніх волоскових клітин кортієвого органа внаслідок порушення

цілісності їхнього стереоциліарного пучка [6], а також із можливим розвитком кохлеарної синаптопатії — ушкодженням синаптичних контактів між волосковими клітинами та волокнами слухового нерва, яке здатне спричиняти суб'єктивні слухові скарги навіть за відсутності змін на стандартній тональній аудіограмі [7]. Однак, сучасні роботи свідчать про те, що при акубаротравматичному ураженні страждають усі відділи слухового аналізатора від рецептора до кори [9].

Попри значний обсяг накопичених даних щодо механізмів ураження слухового аналізатора при акубаротравмі, порівняльна клінічна характеристика скарг і об'єктивної картини у хворих з ізолюваною сенсоневральною та комбінованою (змішаною) приглухуватістю, отримана на репрезентативній вибірці постраждалих в умовах сучасної повномасштабної війни в Україні, у доступній науковій літературі висвітлена недостатньо.

**Мета роботи** визначити особливості скарг та клінічної картини у військовослужбовців із сенсоневральною та комбінованою приглухуватістю, які виникли внаслідок акубаротравми, отриманої в умовах бойових дій.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Обстежено 98 військовослужбовців з діагнозом акубаротравма (вибухова травма), яка отримана в умовах бойових дій. Усім пацієнтам проведено комплексне оториноларингологічне обстеження, яке включало збір скарг і анамнезу захворювання з уточненням механізму та терміну травми.

Ендоскопічний огляд зовнішнього слухового ходу та барабанної перетинки виконували за допомогою жорсткого ендоскопа фірми «Karl Storz» (Німеччина) з кутом огляду 0°, що дозволяло детально візуалізувати стан шкіри зовнішнього слухового ходу та барабанної перетинки, наявність перфорації, її розміри та локалізацію.

Тональну порогову та мовну аудіометрію проводили за допомогою аудіометра АС-40 («Interacoustics», Данія), тимпанометрію за допомогою тимпанометра АТ235 («Interacoustics», Данія), що забезпечувало оцінку порогів слухової чутливості за повітряною та кістковою провідністю, а також стану звукопровідної системи середнього вуха й рухливості барабанної перетинки.

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали за загальноприйнятими методами варіаційної статистики з використанням від-

носних величин (відсотків) для характеристики структури обстеженого контингенту за клінічними групами та типом виявлених порушень.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами комплексного обстеження пацієнти були розподілені на дві клінічні групи залежно від характеру ураження слухового аналізатора: 37 хворих (37,8%) мали ізольовану сенсоневральну приглухуватість, тоді як у 61 хворого (62,2%) діагностовано комбіновану (змішану) приглухуватість, зумовлену поєднанням сенсоневрального компонента з механічним ушкодженням звукопровідного апарату середнього вуха.

Таким чином, комбінована форма ураження слуху виявилася майже вдвічі частішою за ізольовану сенсоневральну, що узгоджується із загальним уявленням про акубаротравму як про комплексне, багаторівневе ураження, при якому механічна дія вибухової хвилі рідко обмежується лише внутрішнім вухом, слуховим нервом та центральними відділами слухового аналізатора без залучення структур середнього вуха [3, 4].

Це також відображає існуючу тенденцію, що на лікування частіше спрямовуються пацієнти з ушкодженнями барабанної перетинки як видимої, об'єктивної ознаки акубаротравми, тоді як для уточнення діагнозу при сенсоневральних порушеннях необхідне застосування інструментальних методів обстеження, що не завжди досяжно на ранніх етапах медичної евакуації.

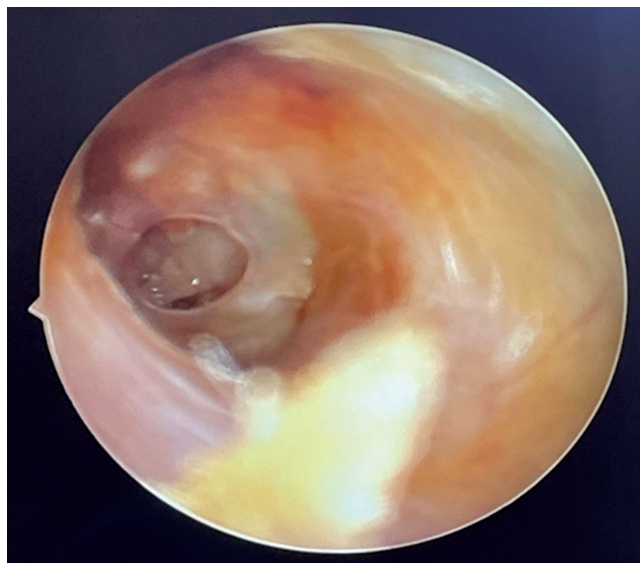
Аналіз скарг та даних анамнезу дозволив виявити чіткі клінічні відмінності між обома групами постраждалих, які значною мірою відображають різницю в патогенетичному механізмі ураження. Пацієнти з ізольованим сенсоневральним компонентом порушення слуху скаргилися переважно на зниження слуху, особливо виражене у діапазоні високих частот, шум у вухах (більшість таких хворих описували цей шум не як локалізований у пошкодженному вусі, а як розлитий, що сприймається «в голові»), а також на різке, дискомфортне сприйняття гучних звуків, що є класичним проявом феномена рекрутменту — патологічно швидкого наростання гучності звуку зі збільшенням його інтенсивності, яке вважається специфічною ознакою рецепторного ураження слухового аналізатора [8].

У пацієнтів з комбінованим порушенням слуху, зумовленим поєднанням сенсоневрального компонента з наявністю перфорації барабанної перетинки та/або розривом ланцюга

слухових кісточок, спектр скарг був суттєво ширшим. Окрім усіх вищезазначених симптомів, характерних для сенсоневральної приглухуватості, ці хворі додатково відзначали відчуття розпирання та закладеності в ураженому вусі, аутофонію (посилене сприйняття власного голосу), зниження слуху рівномірно по всьому діапазону частот (а не вибірково у високочастотній ділянці), та періодичне головокружіння. У частини пацієнтів спостерігалися виділення з вуха та біль у вусі. Наявність цих додаткових симптомів — аутофонії, відчуття закладеності механічного характеру, а в гострому періоді й больового синдрому з можливими виділеннями — є клінічно значущим диференціальним маркером, що дозволяє запідозрити залучення кондуктивного компонента ще до проведення інструментального обстеження.

Окремої уваги заслуговує високий рівень психоемоційних і вегетативних порушень серед обстежених військовослужбовців: 78 хворих (79,6%) незалежно від типу приглухуватості відмічали погіршення сну, емоційну лабільність, підвищену дратівливість та швидку втомлюваність. Такий високий відсоток супутніх психоемоційних скарг підкреслює, що акубаротравма, отримана в реальних бойових умовах, є не ізольованою отологічною патологією, а комплексним станом, тісно пов'язаним із загальним психофізіологічним станом постраждалого та функціональним станом ЦНС. Такий висновок узгоджується з даними інших вітчизняних досліджень, які демонструють, що для повноцінної оцінки постраждалого з акубаротравмою необхідно враховувати не лише стан власне слухової системи, а й зміни в психо-емоційній сфері та дані суміжних органів і систем [9], а хронічний тиннітус і пережитий бойовий досвід самі по собі є вагомими психотравмуючими чинниками, здатними підтримувати тривожні розлади та порушення сну [10]. Це підкреслює необхідність міждисциплінарного підходу до ведення таких пацієнтів.

Ендоскопічне дослідження барабанної перетинки у хворих з комбінованою приглухуватістю у 50 пацієнтів (82%) виявляло типову картину посттравматичної центральної або субтотальної перфорації (рис. 1) — з рівними або дещо нерівними краями, без ознак активного запалення. У 11 хворих (18%) під час ендоскопічного огляду барабанна перетинка була цілою, рубцево-зміненою; після проведення тимпанометрії отримано тип Ad, що свідчить про розрив ланцюга слухових кісточок за умо-

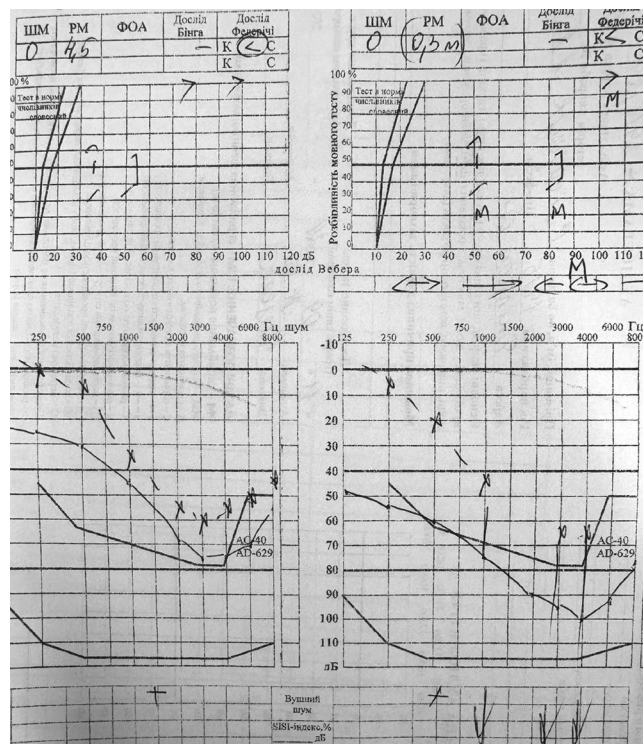


**Рис. 1.** Типова ендоскопічна картина пацієнта з посттравматичною центральною перфорацією барабанної перетинки

ви цілісної барабанної перетинки — добре задокументована в літературі закономірність: аномально висока акустична піддатливість при нормальному тиску в барабанній порожнині класично асоціюється саме з розривом ланцюга слухових кісточок або атрофією барабанної перетинки [11]. Наявність та локалізація подібної перфорації, поряд з даними аудіометрії та тимпанометрії, слугували одним з ключових критеріїв при визначенні подальшої лікувальної тактики, зокрема показань до хірургічного лікування.

Аудіометрична картина у хворих з комбінованою приглухуватістю (рис. 2), на відміну від сенсоневрального порушення, характеризувалася підвищенням порогів слуху як за повітряною, так і за кістковою провідністю, з наявністю кістково-повітряного інтервалу — характерної ознаки залучення кондуктивного компонента. У значної частини обстежених ураження мало двобічний характер, що узгоджується із загальновідомою закономірністю: вибухова хвиля, поширюючись у просторі, як правило, впливає одночасно на обидва вуха постраждалого, хоча й не завжди з однаковою інтенсивністю [2].

У хворих з сенсоневральною приглухуватістю під час ендоскопічного огляду зовнішнього слухового проходу барабанна перетинка (рис. 3) залишалася інтактною — без ознак перфорації, гемотимпануму чи інших видимих механічних ушкоджень, що підтверджує локалізацію патологічного процесу на рівні внутрішнього



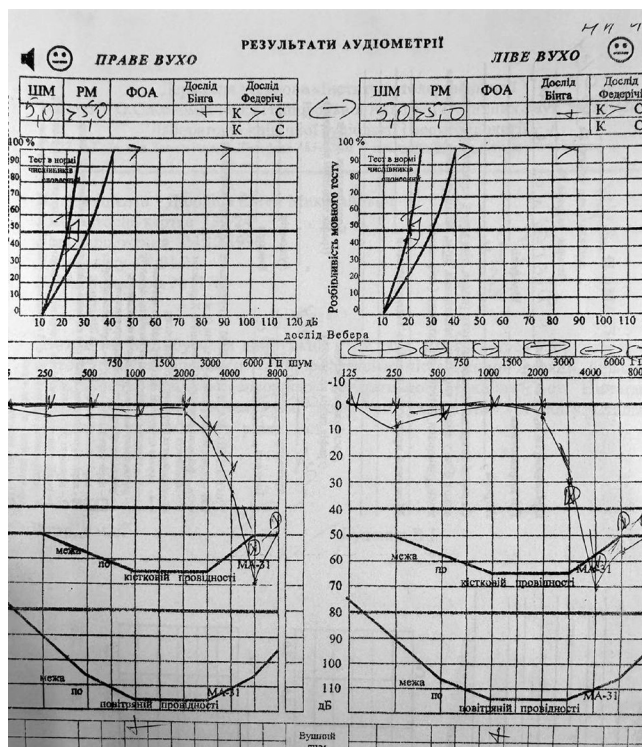
**Рис. 2.** Тональна порогова аудіометрія пацієнта з двобічною комбінованою приглухуватістю після акубаротравми



**Рис. 3.** Ендоскопічний огляд зовнішнього слухового проходу та барабанної перетинки пацієнта з сенсоневральною приглухуватістю після акубаротравми

вуха, слухового нерва та центральних відділів слухового аналізатора без залучення структур середнього вуха.

Аудіометрична крива у пацієнтів цієї групи (рис. 4) демонструвала характерне вибіркове



**Рис. 4.** Типова аудіометрія пацієнта з сенсоневральною приглухуватістю після акубаротравми.  
Наявний типовий акутравматичний зубець

зниження порогів слуху у діапазоні високих частот з формуванням типового «акутравматичного зубця» — аудіометричної ознаки, яка вважається патогномонічною саме для акустичного/вибухового ураження завитки і відображає вибірккову вразливість базальних відділів кортієвого органа до механічного та ішемічного пошкодження [6]. На відміну від аудіограми при комбінованому ураженні, кістково-повітряний інтервал у цієї категорії хворих був відсутній, що додатково підтверджувало виключно сенсоневральний характер порушення слуху.

Виявлена структура механізму комбінованого ураження заслуговує окремої уваги: у переважної більшості хворих (81,9%) причиною кондуктивного компонента була класична перфорація барабанної перетинки, тоді як у меншій, але клінічно значущій частині пацієнтів (18,0%) кондуктивна приглухуватість була зумовлена ізолюваним розривом ланцюга слухових кісточок за умови збереженої цілісності барабанної перетинки. Ця друга категорія хворих становить особливий діагностичний виклик, оскільки за відсутності видимої перфорації клініцист може недооцінити тяжкість ураження структур середнього вуха, спираючись виключно на дані отоскопії чи ендоскопії;

саме тому обов'язкове застосування тимпанометрії в діагностичному алгоритмі є критично важливим для своєчасного виявлення прихованого ушкодження осигулярного ланцюга [11].

Таким чином, отримані дані свідчать, що клінічна картина та скарги хворих з акубаротравмою істотно варіюють залежно від того, чи обмежується ураження виключно сенсорними структурами внутрішнього вуха, чи поєднується з механічним ушкодженням звукопровідного апарату середнього вуха. Це має безпосереднє практичне значення: вже на етапі первинного збору скарг досвідчений отоларинголог може з високою ймовірністю припустити характер ураження ще до проведення інструментального обстеження, що дозволяє оптимізувати діагностичний алгоритм та своєчасно визначити подальшу лікувальну тактику, включно з показаннями до хірургічного втручання.

## ВИСНОВКИ

1. Серед 98 обстежених військовослужбовців з акубаротравмою ізолювана сенсоневральна приглухуватість діагностована у 37 хворих (37,8%), комбінована (змішана) приглухуватість — у 61 хворого (62,2%), що майже вдвічі частіше. У структурі кондуктивного компонента комбінованого ураження перфорація барабанної перетинки становила 81,9% (50 хворих), ізолюваний розрив ланцюга слухових кісточок за інтактною барабанною перетинкою — 18,0% (11 хворих).

2. Скарги хворих з ізолюваною сенсоневральною приглухуватістю обмежувалися зниженням слуху переважно у височастотному діапазоні, дифузним шумом у вухах («у голові») та феноменом рекрутменту. У хворих з комбінованою приглухуватістю спектр скарг був суттєво ширшим і додатково включав відчуття розпирання й закладеності вуха, аутофонію, рівномірне зниження слуху по всьому частотному діапазону, головокружіння, а в частини хворих — біль і виділення з вуха; 79,6% хворих обох груп відзначали супутні психоемоційні порушення.

3. Клінічна картина комбінованої приглухуватості об'єктивно підтверджувалася наявністю перфорації барабанної перетинки або тимпанометричного типу Ad і кістково-повітряного інтервалу на аудіограмі, тоді як при сенсоневральній приглухуватості барабанна перетинка залишалася інтактною, а аудіометрична крива демонструвала типовий «акутравматичний зубець» без кістково-повітряного інтервалу.

4. Аналіз скарг і клінічної картини у хворих із сенсоневральною та комбінованою приглухуватістю після акубаротравми дозволяє на ранньому етапі з високою ймовірністю визначити характер ушкодження слухового аналізатора, що в свою чергу дозволяє оптимізувати діагностичний алгоритм та визначити подальшу лікувальну тактику.

## REFERENCES

1. Halushka AM, Podolyan YuV, Shvets AV, Gorshkov OO. Osoblyvosti boiovoho travmuвання, shcho suprovodzhualosia akubarotravmoiu u viiskovosluzhbovtiv-uchasnykiv boiovykh dii [Features of combat injuries accompanied by acubarotrauma in servicemen participating in hostilities]. *Military Medicine of Ukraine*. 2019;19(3):56–66. Ukrainian.
2. Shydlovska TA, Shevtsova TV, Gvozdetskiy VA, Navalkivska NY. Pokaznyky subiektyvnoi audiometrii u osib, yaki otrymaly povtornu akubarotravmu v zoni provedennia boiovykh dii [Subjective audiometric measures in individuals with repeated acoustic trauma in the combat zone]. *Otorhinolaryngology*. 2024;7(4-6):19–26. Ukrainian. doi: <https://doi.org/10.37219/2528-8253-2024-4-6-3>
3. Debenham L, Khan N, Nouhan B, Muzaffar J. A systematic review of otologic injuries sustained in civilian terrorist explosions. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2024;281(5):2223–33. doi: <https://doi.org/10.1007/s00405-023-08393-z>
4. Xydakis MS, Beberta VS, Harrison CD, Conner JC, Grant GA, Robbins AS. Tympanic-membrane perforation as a marker of concussive brain injury in Iraq. *N Engl J Med*. 2007;357(8):830–1. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMc076071>
5. Barylyak R, Skarżyński PH, Deja P, Kołodziejak A, Horoliuk DO, Skarżyński H. Audiological and middle ear outcomes in Ukrainian soldiers with traumatic tympanic membrane perforation. *Med Sci Monit*. 2025;31:e948326. doi: <https://doi.org/10.12659/MSM.948326>
6. Niwa K, Mizutani K, Matsui T, Kurioka T, Matsunobu T, Kawauchi S, et al. Pathophysiology of the inner ear after blast injury caused by laser-induced shock wave. *Sci Rep*. 2016;6:31754. doi: <https://doi.org/10.1038/srep31754>
7. Kujawa SG, Liberman MC. Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after «temporary» noise-induced hearing loss. *J Neurosci*. 2009;29(45):14077–85. doi: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2845-09.2009>
8. Shi L, Zhao R, Li X, Sun W, Liu X. A review of the neurobiological mechanisms that distinguish between loudness recruitment and hyperacusis. *Med Sci Monit*. 2022;28:e936373. doi: <https://doi.org/10.12659/MSM.936373>
9. Shydlovska TA, Petruk LG. *Acoustic trauma in zone of combat actions*. Medical care for sensorineural hearing impairment: diagnostics, treatment, phasing, prevention. Kyiv: Logos; 2020. 80 p.
10. Mohammed HAO, Reavis KM, Thapa S, Thielman EJ, Helt WJ, Carlson KF, et al. Blast exposure, tinnitus, hearing loss, and postdeployment quality of life in U.S. veterans: a longitudinal analysis. *Otol Neurotol*. 2024;45(10):1204–11. doi: <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000004332>
11. Campbell E, Tan NC. Ossicular-chain dislocation. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 [updated 2023 Jul 31; cited 2026 Aug 2]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560621/>

## ФІНАНСУВАННЯ

Дослідження виконані в рамках НДР «Вдосконалення лікування, експертизи і реабілітації пацієнтів з бойовою акубаротравмою», що фінансується Національною академією медичних наук України, № держреєстрації 0123U105078.

## КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

## ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

При написанні статті генеративний штучний інтелект не використовувався.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА ТА ЙОГО ВНЕСОК

**КОТОВ Володимир**: оригінальний проєкт, формальний аналіз, дослідження, методологія.  
ORCID <https://orcid.org/0009-0005-8979-8681>  
e-mail: v.kotov.ent@gmail.com

Отримано: 03.08.2026

Прийнято до друку: 17.09.2026

Опубліковано: 30.09.2026

## FUNDING

The research was carried out within the framework of the R&D project «Improving the treatment, expert evaluation, and rehabilitation of patients with combat-related acoustic barotrauma», funded by the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, State Registration No. 0123U105078.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare the absence of a conflict of interest.

## USE OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE

No generative artificial intelligence was used in writing the article.

## AUTHOR INFORMATION AND CONTRIBUTIONS

**KOTOV Volodymyr**: conceptualization, data curation, writing — original draft, formal analysis, investigation, methodology.  
ORCID <https://orcid.org/0009-0005-8979-8681>  
e-mail: v.kotov.ent@gmail.com

Received: 03.08.2026

Accepted: 17.09.2026

Published: 30.09.2026

