

О.М. БОРИСЕНКО, К.Г. АКТИНОВА

ПОРУШЕННЯ ВЕСТИБУЛЯРНОЇ ФУНКЦІЇ У ХВОРИХ НА ОТОСКЛЕРОЗ ПІСЛЯ ІНКУДОСТАПЕДОПЕКСІЇ – ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

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

Отосклероз, також відомий як отоспонгіоз – це захворювання, яке характеризується остеодистрофією кісткової капсули лабіринту (патологічним ремоделюванням, під час якого щільний ендохондральний шар капсули кісткового лабіринту замінюється осередками губчастої кісткової тканини), що найчастіше призводить до фіксації стремена, може уражати завитку та інші відділи лабіринту. Фіксація стремена відбувається за рахунок кальцифікації кільцеподібної зв'язки та ураження отосклеротичними осередками овального вікна. Основним симптомом захворювання є повільно прогресуюча кондуктивна приглухуватість, але в залежності від клінічної форми отосклерозу (тимпанальна, змішана, кохлеарна), у пацієнтів може спостерігатись змішана або нейросенсорна приглухуватість, а також вушний шум та вестибулярні розлади. До 30% пацієнтів з отосклерозом висловлюють скарги на вестибулярні симптоми, такі як порушення рівноваги, запаморочення та головокружіння. Ці симптоми можуть виникати як під час операції або в ранньому післяопераційному періоді, так і відстрочено [1].

Лікування отосклерозу включає в себе медикаментозні та хірургічні методи. Медикаментозне лікування отосклерозу в першу чергу спрямоване на попередження прогресування захворювання. На сьогоднішній день етіологія захворювання залишається

невідомою, тому не існує етіотропної медикаментозної терапії, яка мала б ефективність у лікуванні отосклерозу. При кохлеарній та змішаній формі отосклерозу для запобігання нейросенсорної втрати слуху використовуються біфосфонати та сполуки фтору, окремо або в комбінації з препаратами кальцію та вітаміну D, особливо на початкових стадіях захворювання [2].

Стандартом хірургічного лікування хворих на отосклероз вважається стапедотомія (інкудостапедопексія або малеостапедопексія з каліброваною стапедотомією), суттю якої є відновлення рухомості ланцюга слухових кісточок за допомогою протезу після видалення супраструктури стремена та перфорації підніжної пластинки стремена [3].

Вестибулярна дисфункція до хірургічного втручання

Частота виявлених передопераційних вестибулярних симптомів у пацієнтів з отосклерозом значно відрізняється у сучасних дослідженнях. За даними різних авторів, поширеність вестибулярних симптомів коливається від 8,6 до 30% [4, 5]. Хоча точну причину головокружіння у хворих на отосклероз до кінця не встановлено, було запропоновано ряд прогностичних факторів.

Одним з факторів, що спричинює головокружіння, є наявність гідропсу лабіринту внаслідок ураження ендолімфатичної

протоки та ендолімфатичного мішку отосклеротичними осередками [6]. Дослідження скроневих кісток показали наявність ендолімфатичного гідропису у зразках з обширними отосклеротичними ураженнями кохлеарного ендосту або у вестибулярному водопроводі, що перешкоджали потоку ендолімфи та порушували гомеостаз рідини лабіринту [6, 7]. Наявність ендолімфатичного гідропису можна оцінити за допомогою магнітно-резонансної томографії у режимі FLAIR з внутрішньовенним підсиленням [8]. Sone зі співавторами [9] припустили, що наявність безсимптомного ендолімфатичного гідропису може слугувати прогностичним фактором післяопераційних ускладнень. Ендолімфатичний гідропс у внутрішньому вусі може бути протипоказанням для стапедіальної хірургії, адже безпосередня близькість гідропису до ділянки хірургічного втручання може збільшити ризик вестибулярної дисфункції після операції.

Відшарування отоконій (отолітів) від макули маточки вважається ще одним фактором, який може спричинити позиційне головокружіння, що в свою чергу, пояснює відхилення, які спостерігаються під час проведення досліджень сVEMP і оVEMP (тестування вестибулярних міогенних викликаних потенціалів, яке базується на реєстрації відповідей грудинно-ключично-соскоподібного (сVEMP) й очного м'язів (оVEMP) у відповідь на звук), які використовуються для оцінки отолітового апарату: круглого (сферичного) й овального (еліптичного) мішечків, відповідно [10-12].

Saka зі співавторами [13] досліджували вестибулярні міогенні викликані потенціали у відповідь на кістково проведений звук (BC-VEMP) у групі з 25 пацієнтів. Результати дослідження показали, що у 9 із 10 пацієнтів з вестибулярною дисфункцією наявні відхилення за результатами BC-VEMP. Це може свідчити на користь дисфункції мішечку внаслідок гідропису або поширення отосклеротичного осередку на макулу мішечка через анатомічну близькість мішечка до овального вікна.

Hayashi та співавтори [10] дослідили 35 препаратів скроневих кісток, уражених отосклерозом. Вони повідомили про більшу частоту купулолітіазу порівняно зі скроне-

вими кістками без отосклерозу і припустили, що за походженням це, ймовірно, отоконії з маточки, звідки вони відокремилися та мігрували до купули напівкружних каналів.

Одним із факторів, провокуючих головокружіння, вважається ураження отосклеротичним осередком утрикулярного або ампулярного нерва, що відображається відхиленнями від норми під час проведення оVEMP [14].

Крім того, гідролітичні ферменти, що походять з отосклеротичних осередків, були ідентифіковані в перилімфі пацієнтів з отосклерозом; вони можуть викликати судинні та нейроепітеліальні ураження, а цитокіни, що виробляються в цих осередках, можуть викликати зміни в хімічному складі та гомеостазі лабіринтних рідин. Попередники інформаційної РНК, які кодують запальні цитокіни та споріднені білки, ідентифікуються у внутрішньому вусі за допомогою полімеразно-ланцюгової реакції зворотної транскриптази. Волоскові клітини, що містять відповідні білки, ідентифікують за допомогою імунофарбування [15].

Результати дослідження, проведеного Eza-Nuñez та співавторами [16], підкреслили різноманітність вестибулярних симптомів, які відчувають пацієнти з отосклерозом. Пацієнти відзначали головокружіння або порушення рівноваги, які проявлялись у різний спосіб: від одиничного епізоду до рекурентних нападів, спровокованих позиційними змінами, або спонтанних. За даними проведеного дослідження, позиційне запаморочення було пов'язане з отосклерозом у 32,5% пацієнтів, у 30% пацієнтів – із синдромом Мен'єра. 27,5% пацієнтів повідомляли про спонтанні рекурентні головокружіння, у 7,5% пацієнтів спостерігалось хронічне порушення рівноваги, а у 2,5 % хворих була наявна гостра однобічна вестибулопатія.

Вестибулярні розлади у ранньому післяопераційному періоді

У ранньому післяопераційному періоді головокружіння виникає у значної кількості пацієнтів. За даними різних досліджень, частота головокружіння після операції коливається від 3,4 до 70% випадків [17-19] та, як правило, носить тимчасовий

характер. У більшості випадків головокружіння у ранньому післяопераційному періоді триває від 5 до 7 діб за умов консервативного лікування та дотримання постільного режиму [20, 21].

За даними дослідження Kumar та співавторів [22], у 2,1% пацієнтів головокружіння виникає під час операції, головним чином через маніпуляції на пластинці стремени. Серед причин виділяють надмірне використання відсмоктувача у ділянці овального вікна під час операції або, рідше, флотацію пластинки стремени.

Singh та співавтори [23] використовували постурографію для оцінки вестибулярної функції пацієнтів і виявили вестибулярний дефіцит та посилення суб'єктивних симптомів через тиждень після хірургічного втручання, а настання ремісії – через чотири тижні.

Ряд факторів сприяє виникненню головокружіння у ранньому післяопераційному періоді. Серед них виділяють: серозний лабіринтит, внаслідок якого відбувається подразнення мембранозної частини лабіринту, зокрема, макули маточки, розташованої біля овального вікна [24]; аспірацію перилімфи з присінку або контакт інструменту безпосередньо з мембранозною частиною лабіринту [25]. Головокружіння після інкудостапедопексії у ранньому післяопераційному періоді може бути пов'язане з травматизацією маточки, вивільненням протеолітичних ферментів, реакціями антиген-антитіло, зміною тиску лабіринтних рідин і зменшенням кровопостачання лабіринту, спричиненим флотацією пластинки стремени [26, 27].

За даними досліджень Fukuda та співавторів [28], стапедопластика на протилежному вусі в анамнезі пацієнта є значущим прогностичним фактором пролонгованого ністагму та суб'єктивних вестибулярних симптомів у післяопераційному періоді. Згідно отриманих даних, серед пацієнтів, які перенесли стапедіальну хірургію на протилежному вусі, спонтанний ністагм та головокружіння в післяопераційному періоді зберігались довший час, ніж у пацієнтів, які оперувалися вперше. Автори пов'язують це з пригніченням вестибулярної функції раніше прооперованого вуха.

Загалом головокружіння після стапедіальної хірургії є поширеним, проте тимчасовим явищем і, в більшості випадків, усувається за допомогою консервативного лікування. Але в деяких хворих вестибулярні розлади можуть залишатися на тривалий час і призводити до втрати працездатності на певний період, що потребує проведення реабілітаційних заходів. Оцінка вестибулярної функції за допомогою VEMP та інших тестів допомагає покращити розуміння механізмів, що лежать в основі патологічного процесу та визначити вплив хірургічного лікування на вестибулярну функцію.

Вестибулярні розлади у віддаленому післяопераційному періоді

За даними досліджень, головокружіння у віддаленому післяопераційному періоді після стапедотомії зустрічається з частотою від 0,5 до 17% [29]. Birch та співавтори [30] проводили обстеження 722 пацієнтів з ото-склерозом і дійшли висновку, що приблизно у 4% досліджуваних тривалість головокружіння після стапедопластики спостерігалась більше 4 тижнів, в той час як за даними дослідження Albera та співавторів [29], 17% пацієнтів (58 з 347) демонстрували зміни під час проведення калоричних тестів навіть через 15 років після хірургічного втручання.

Однією з потенційних причин головокружіння у віддаленому післяопераційному періоді є наявність перилімфатичної фістули, яка може виникати через неадекватну герметизацію навколо протезу в ділянці овального вікна. Частота даного ускладнення коливається від 1,3 до 10% за даними досліджень Sakano та співавторів [31]. За даними ретроспективного дослідження 787 операцій стапедопластики, проведеного на базі Інституту отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка, лише в 2 випадках під час реоперацій було виявлено наявність перилімфатичної фістули. Серед 43 повторно прооперованих пацієнтів (5,5%), у 37 (86,0%) хворих причиною реоперації була кондуктивна втрата слуху, у 6 (14,0%) – скарги на головокружіння у зв'язку зі встановленням занадто довгого протезу [33].

Систематичний огляд результатів та ускладнень стапедіальної хірургії, проведений Betsch та співавторами [27], підтвер-

джує, що перилімфатична фістула є рідкісним ускладненням стапедопластики і є причиною приблизно третини реоперацій. У 78,0 % випадків реоперацій показанням до ревізії барабанної порожнини була кондуктивна втрата слуху у пацієнтів. Інтраопераційні знахідки включали в себе: дислокацію протезу (50,0%), спайковий процес в барабанній порожнині (32,8%), некроз ковадла (8,6%) та реоблітерацію пластинки стремена осередком отосклерозу (7,0%).

Іншою причиною головокружіння у віддаленому післяопераційному періоді є подразнення присінку, викликане занадто довгим протезом або зміщенням останнього. Симптоми можуть посилюватись при рухах головою, чханні, кашлі, при зміні висоти, гучних звуках або надмірній фізичній активності. Пацієнт може відчувати головокружіння, пов'язане з гикавкою, відрижкою, позіханням та специфічними акустичними подразниками [34].

Репаративна гранульома, яка є запальною реакцією аутоімунної чи алергічної природи, або інтенсивною відповіддю на загоснення, може зустрічатись приблизно від 0,1 до 18% випадків, переважно після стапедектомії та характеризується нейросенсорною втратою слуху разом із головокружінням. Зазвичай, це ускладнення маніфестує з 7-15-ї доби після операції [35, 36].

Стійке головокружіння у віддаленому післяопераційному періоді може бути також спровоковане кістковими уламками, які потрапили у присінок під час операції. Інші причини включають в себе: пряме здавлення саккулююса через виникнення спайок в барабанній порожнині, дисфункцію слухової труби та феномен Тулліо [37, 38].

Ендолімфатичний гідропс зустрічається у пацієнтів з отосклерозом не тільки до операції, а і як наслідок проведеного хірургічного втручання та може виникати відразу після операції або у віддаленому післяопераційному періоді [39].

Зрідка головокружіння, що вперше виникло у віддаленому післяопераційному періоді, може бути пов'язане з пневмолабіринтом та баротравмою. Діагноз встановлюється на основі даних комп'ютерної томографії з високою роздільною здатністю, які демонструють наявність на сканах пові-

тряних пухирців у присінку лабіринту пацієнтів з головокружінням та позитивної фістульної проби [27].

Як у ранньому, так і у віддаленому післяопераційному періоді, стапедопластика на протилежному вусі в анамнезі пацієнта є значущим прогностичним фактором пролонгованого ністагму та суб'єктивних вестибулярних симптомів [27]. Головокружіння, яке не піддається лікуванню у віддаленому післяопераційному періоді, може бути індикатором проведення ревізії барабанної порожнини та реоперації.

Вплив досвіду хірурга на частоту виникнення післяопераційних ускладнень

Зв'язок між рівнем хірургічного досвіду та результатами операцій стапедіальної хірургії розглядався у дослідженні Brkic та співавторів [40]. Автори ретроспективно оцінювали аудіологічні результати та післяопераційні ускладнення 538 пацієнтів, які перенесли стапедопластику між 1990 і 2017 роками, в залежності від впливу таких клінічних змінних на результат операції, як профілактичне одноразове введення антибіотику в періопераційному періоді та досвід хірургів. У 364 випадках (54,6%) було застосовано профілактичне одноразове введення антибіотику, а у 513 випадків (76,9%) – кортикостероїдів. Всі пацієнти були прооперовані під загальним знеболенням. У всіх випадках було проведено стапедотомію ендауральним доступом з підняттям тимпаномеатального клаптя. У 208 випадках (31,2%) видалення супраструктури стремена та перфорацію пластинки проводили за допомогою CO₂-лазера. Золотий протез використовувався в 366 (54,9%) випадках, платино-тефлоновий протез – у 230 (34,5%), титановий – в 44 (6,6%) та у 27 (4,0%) випадках були використані протези з інших матеріалів. Після встановлення протезу та перевірки рухомості слухових кісточок, операцію завершували репозицією тимпаномеатального клаптя, тампонадою зовнішнього слухового проходу та операційної рани. Середній стаж хірурга на момент операції становив 7,0 років (діапазон – 1,0-27,0 років, медіана – 6,0 років). У 50 випадках (7,5%) виникли післяопераційні ускладнення, серед яких головокружіння спостерігалось у 14

випадках (2,1%). У 1 пацієнта (0,1%) в післяопераційному періоді розвинулось тяжке головокружіння (з нудотою та стійким ністагмом). Ревізія барабанної порожнини проводилась через 3 тижні після операції. Серед інтраопераційних знахідок виділяли зміщення протезу та некроз довгої ніжки ковадла.

Отримані дані продемонстрували, що більший досвід хірургів пов'язаний з кращими післяопераційними результатами. Кондуктивна втрата слуху в післяопераційному періоді, спричинена некрозом ковадла або зміщенням протезу, рідше спостерігалась після операцій, які проводили лікарі з хірургічним досвідом більше 6 років. Це підкреслює надзвичайну важливість адекватної підготовки отохірургів. Разом з цим автори не підтримують профілактичне використання антибіотику в періопераційному періоді.

Вплив на частоту виникнення післяопераційних ускладнень техніки стапедопластики

Техніки фенестрації при стапедотомії з часом підлягали модифікації за допомогою використання мікроінструментів, мікросвердел і, зрештою, лазерів.

За даними Matkovic та співавторів [41], при порівнянні результатів від використання CO₂ лазера на відміну від стапедотомії за допомогою перфоратора, спостерігалось, що головокружіння в післяопераційному періоді було наявне у 26,0% пацієнтів з групи із застосуванням CO₂ лазера та у 55% – в групі із застосуванням перфоратора. Badran та співавтори [42] порівнювали використання CO₂ лазера з механічними техніками (бор та мікроперфоратор) стапедопластики. Було виявлено, що 2,8% пацієнтів із групи з використанням лазера мали головокружіння, на відміну від групи з використанням механічних технік, де головокружіння спостерігалось у 12,2% випадків, що вони, в свою чергу, пояснювали меншим впливом на підніжну пластинку стремена та більш точним розміщенням поршня у групі із використанням лазера. В протизагуг цього, Cuda зі співавторами [43] порівняли результати використання CO₂-лазера та бормашини Sceeter для стапедотомії у 60

пацієнтів. Вони проаналізували медичні карти пацієнтів, щоб зафіксувати частоту головокружіння в групах дослідження. 10% пацієнтів, яким було проведено лазерну стапедотомію, проти 6,7% пацієнтів, яких прооперували за допомогою бормашини Sceeter, повідомляли про післяопераційне головокружіння через 1 місяць після операції. Таким чином, дані, які висвітлюють переваги методик стапедотомії у відношенні післяопераційного вестибулярного дефіциту, є доволі суперечливими. Крім того, наявна обмежена кількість даних, які базуються на суб'єктивній інформації щодо симптомів, яка надається пацієнтами і яким бракує об'єктивності.

Серед досліджень, спрямованих на оцінку вестибулярної функції у хворих з отосклерозом, які потребують хірургічного лікування, проведених за останні роки, привертають до себе увагу результати нерандомізованого контрольованого дослідження Singh та співавторів [23], метою якого було порівняти післяопераційний вестибулярний дефіцит у пацієнтів з отосклерозом, яким було проведено стапедотомію за допомогою звичайної техніки, проти CO₂ лазера. До дослідження було включено 80 пацієнтів з клінічно діагностованим отосклерозом. Їм було виконано стапедотомію за допомогою перфоратора або за допомогою CO₂-лазера. Вестибулярна функція оцінювалась об'єктивно за допомогою статичної постурографії. Суб'єктивне вимірювання рівноваги проводилось за допомогою опитувальника Vestibular balance subscore of Vertigo Symptom Score (VSS-sf-V). Діагностичні показники порівнювались у передопераційному періоді та на першому і четвертому тижні після операції. За результатами цього дослідження автори дійшли висновку, що стапедотомія, як за класичною методикою, так і з використанням CO₂-лазера, призводить до вестибулярного дефіциту у пацієнтів на 1-у тижні після операції. Вестибулярна функція відновлюється до передопераційного рівня до кінця першого післяопераційного місяця у пацієнтів, які перенесли операцію за допомогою CO₂-лазера, тоді як у пацієнтів, які перенесли операцію за традиційною технікою, вестибулярний дефіцит залишається. Використання CO₂-лазера при стапедотомії,

таким чином, призводить до більш раннього відновлення вестибулярної функції.

Попередження та лікування головокружіння у післяопераційному періоді

Лікування головокружіння у пацієнтів з отосклерозом залежить від основної причини та вираженості симптомів. Головокружіння у ранньому післяопераційному періоді як правило зникає протягом 5-7 діб, переважно за умови дотримання постільного режиму та симптоматичного лікування. У випадках, коли головокружіння не зникає через специфічні ускладнення, такі як перилімфатична фістула або неправильне положення протеза, розглядають можливість ревізії барабанної порожнини задля облітерації можливої перилімфатичної нориці, зміни положення протеза або інших корегуючих маніпуляцій щодо усунення основної причини головокружіння [44].

Прояви головокружіння у пізньому післяопераційному періоді можна зменшити за допомогою призначення останнього покоління бісфосфонатів (алендронова, ризедронова, золедронова кислоти) або за допомогою фізіотерапії, що включає в себе вправи для вестибулярної реабілітації. Ці вправи спрямовані на покращення рівноваги, зменшення головокружіння та сприяння центральній компенсації вестибулярної функції [27].

Медикаментозне лікування отосклерозу включає препарати, які можуть безпосередньо впливати на кістковий метаболізм, протизапальні засоби, таргетну (біологічну) терапію та вакцинацію проти кору [44].

Інгібітори кісткового метаболізму призначають з метою збереження порогів слуху та полегшення таких симптомів, як шум у вухах і головокружіння, пов'язані з отосклерозом. Фторид натрію, частіше за все в комбінації з карбонатом кальцію і вітаміном D, використовується для уповільнення прогресування отосклерозу. Було показано, що він уповільнює втрату слуху та допомагає контролювати шум у вухах, а також симптоми вестибулярної дисфункції [45].

Результати деяких досліджень показали, що бісфосфонати можуть впливати на симптоми вестибулярної дисфункції у пацієнтів з отосклерозом до або після операції. Нові покоління бісфосфонатів (ризедронат, золедронат) мають кращу переносимість і є більш потужними інгібіторами кісткової резорбції [46]. Ліки на основі фтору та бісфосфонати є одним з видів терапії, які розглядаються для лікування пов'язаної з отосклерозом втрати слуху та таких супутніх симптомів, як шум у вухах і головокружіння [47].

Висновки

Головокружіння є поширеним проявом отосклерозу як до хірургічного лікування, так і в післяопераційному періоді. Вестибулярна дисфункція може проявлятися у вигляді доброякісного пароксизмального позиційного головокружіння (ДППГ), спонтанних нападів головокружіння або ендолімфатичного гідропсу, запаморочення або захитування. Зазвичай у більшості випадків прояви вестибулярної дисфункції спостерігаються у ранньому післяопераційному періоді та досить швидко минають за умов консервативного лікування, однак, в деяких випадках, головокружіння супроводжує віддалений післяопераційний період, і, зрідка, може вперше виникати через тривалий час після хірургічного лікування, що може, в свою чергу, бути показанням до ревізії барабанної порожнини та реоперації. Серед факторів, які впливають на ускладнення в післяопераційному періоді виділяють досвід отохірурга, вибір техніки та матеріалів, які використовують під час операції.

Таким чином, розуміння передумов виникнення та характеристик вестибулярних порушень у пацієнтів з отосклерозом як до операції, так і в післяопераційному періоді, є необхідним для правильної діагностики та ефективного лікування пацієнтів. Необхідні подальші дослідження та стандартизація протоколів діагностики задля покращення лікування розладів рівноваги у хворих на отосклероз.

1. Zafar N, Jamal Z, Khan MAB. Otosclerosis. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; July 25, 2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560671>.
2. Gogoulos PP, Sideris G, Nikolopoulos T, Sevastatou EK, Korres G, Delides A. Conservative Otosclerosis Treatment With Sodium Fluoride and Other Modern Formulations: A Systematic Review. *Cureus*. 2023 Feb 10;15(2):e34850. doi: 10.7759/cureus.34850.
3. de Vilhena D, Gambôa I, Duarte D, Lopes G. Vestibular Disorders after Stapedial Surgery in Patients with Otosclerosis. *Int J Otolaryngol*. 2016; 2016:6830648. doi: 10.1155/2016/6830648.
4. Shiao AS, Kuo CL, Cheng HL, Wang MC, Chu CH. Controversial issues of optimal surgical timing and patient selection in the treatment planning of otosclerosis. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2014; 271:1007-1014. doi: 10.1007/s00405-013-2529-6.
5. Mansour S, Magnan J, Nicolas K, Haidar H. Otosclerosis. In: *Middle Ear Diseases*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2018; pp. 1-83. doi: 10.1007/978-3-319-72962-6.
6. Liston SL, Paparella MM, Mancini F, Anderson JH. Otosclerosis and endolymphatic hydrops. *Laryngoscope*. 1984;94:1003-1007. <https://doi.org/10.1288/00005537-198408000-00001>.
7. Yoon TH, Paparella MM, Schachern PA. Otosclerosis involving the vestibular aqueduct and Meniere's disease. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1990; 103:107-112. doi: 10.1177/019459989010300116.
8. Gürkov R, Lutsenko V, Babkina T, Valchyshyn S, Situkho M. Clinical high-resolution imaging and grading of endolymphatic hydrops in Hydropic Ear Disease at 1.5 T using the two-slice grading for vestibular endolymphatic hydrops in less than 10 min. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2022;279(2):751-757. doi: 10.1007/s00405-021-06731-7.
9. Sone M, Yoshida T, Sugimoto S, Morimoto K, Okazaki Y, Teranishi M, Naganawa S, Nakashima T. Magnetic resonance imaging evaluation of endolymphatic hydrops and post-operative findings in cases with otosclerosis. *Acta Otolaryngol*. 2017; 137:242-245. doi: 10.1080/00016489.2016.1232862.
10. Hayashi H, Cureoglu S, Schachern PA, Oktay MF, Fukushima H, Sone M, Paparella MM. Association between cupular deposits and otosclerosis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006;132:1331-1334. doi: 10.1001/archotol.132.12.1331.
11. Wang SJ, Tseng CC, Young YH. Selective effects of head posture on ocular vestibular-evoked myogenic potential (oVEMP) by bone-conducted vibration. *Clin Neurophysiol*. 2014;125:612-616. doi: 10.1016/j.clinph.2013.09.002.
12. Cozma RS, Cristina MC, Cobzeanu MD, Olariu R, Bitere OR, Mârțu C, Dima-Cozma LC, Dascălu CG, Georgescu MG, Necula V, et al. Saccular function evolution related to cochlear implantation in hearing impaired children. *Rom J Morphol Embryol*. 2020; 61:113-119. doi: 10.47162/RJME.61.1.12.
13. Saka N, Seo T, Fujimori K, Mishiroy Y, Sakagami M. Vestibular-evoked myogenic potential in response to bone-conducted sound in patients with otosclerosis. *Acta Otolaryngol*. 2012;132:1155-1159. doi: 10.3109/00016489.2012.694473.
14. Lin KY, Young YH. Role of ocular VEMP test in assessing the occurrence of vertigo in otosclerosis patients. *Clin Neurophysiol*. 2015;126:187-193. doi: 10.1016/j.clinph.2014.03.032.
15. Adams JC. Clinical implications of inflammatory cytokines in the cochlea: A technical note. *Otol Neurotol*. 2002;23:316-322. doi: 10.1097/00129492-200205000-00015.
16. Eza-Núñez P, Manrique-Rodríguez M, Perez-Fernandez N. Otosclerosis among patients with dizziness. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)*. 2010; 131(3):199-206.
17. Wegner I, Kamalski DM, Tange RA, Vincent R, Stegeman I, van der Heijden GJ, Grolman W. Laser versus conventional fenestration in stapedotomy for otosclerosis: A systematic review. *Laryngoscope*. 2014;124:1687-1693. doi: 10.1002/lary.24514.
18. Danesh AA, Shahnaz N, Hall JW 3rd. The audiology of otosclerosis. *Otolaryngol Clin N Am*. 2018;51:327-342. doi: 10.1016/j.otc.2017.11.007.
19. Harmat K, Thurén G, Simon L, Nepp N, Nemeth A, Gerlinger I, Bako P. Comparative evaluation of vertigo in patients after stapedotomy and stapedectomy. *Orv Hetil*. 2017;158:1503-1511. doi: 10.1556/650.2017.30843.
20. Magliulo G, Gagliardi M, Cuiuli G, Celebrini A, Parrotto D, D'Amico R. Stapedotomy and postoperative benign paroxysmal positional vertigo. *J Vestib Res*. 2005;15:169-172. doi: 10.3233/VES-2005-15305.
21. Wang ZM, Chi FL, Dai CF. Modified stapes prosthesis to limit postoperative vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005;132:50-54. doi: 10.1016/j.otohns.2004.09.003.
22. Kumar D, Kumaresan S. Pitfalls and complications of stapedectomy: A prospective study. *Int J Sci Study*. 2016;4:70-78. doi: 10.17354/ijss/2016/618.
23. Singh A, Datta R, Prasad BK, Nilakantan A, Rajguru R, Kanzhuly MK, Gupta SK, Singh I. Post stapedotomy vestibular deficit: Is CO2 laser better than conventional technique? A non-randomized controlled trial. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018;70:306-312. doi: 10.1007/s12070-018-1298-3.
24. Causse JB, Causse JR, Cezard R, Briand C, Bretlau P, Wiet R, House JW. Vertigo in postoperative follow-up of otosclerosis. *Am J Otol*. 1988; 9:246-255.

25. Albera R, Canale A, Lacilla M, Cavalot AL, Ferreiro V. Delayed vertigo after stapes surgery. *Laryngoscope*. 2004;114:860-862. doi: 10.1097/00005537-200405000-00013.
26. Sakamoto T, Kikuta S, Kikkawa YS, Tsutsumiuchi K, Kanaya K, Fujimaki Y, Ueha R, Saito Y, Yamasoba T. Differences in postoperative hearing outcomes and vertigo in patients with otosclerosis treated with laser-assisted stapedotomy versus stapedectomy. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2015;77:287-293. doi: 10.1159/000439177.
27. Necula V, Maniu AA, Ujváry LP, Dindelegan MG, Tănase M, Tănase M, Blebea CM. Vertigo Associated with Otosclerosis and Stapes Surgery-A Narrative Review. *Medicina (Kaunas)*. 2023; 59(8): 1485. doi: 10.3390/medicina59081485.
28. Fukuda A, Fujiwara K, Morita S, Hoshino K, Yanagi H, Nakamaru Y, Homma A. Prognostic factors for duration of vertigo after stapes surgery via a time-to-event analysis. *Acta Oto-Laryngologica*. 2021;141(3):216-221. doi: 10.1080/00016489.2020.1853808.
29. Albera R, Canale A, Lacilla M, Cavalot AL, Ferreiro V. Delayed vertigo after stapes surgery. *Laryngoscope*. 2004;114(5):860-862. doi: 10.1097/00005537-200405000-00013.
30. Birch L, Elbrønd O. Stapedectomy and vertigo. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 1985;10(5):217-223. doi: 10.1111/j.1365-2273.1985.tb00244.x.
31. Sakano H, Harris JP. Revision Stapes Surgery. *Curr Otorhinolaryngol Rep*. 2022 Mar;10(1):40-48. doi: 10.1007/s40136-021-00379-x.
32. Hall AC, Mandavia R, Selvadurai D. Total endoscopic stapes surgery: Systematic review and pooled analysis of audiological outcomes. *Laryngoscope*. 2019;130(5):1282-1286. doi: 10.1002/lary.28294.
33. Borysenko OM, Sushko YuO, Srebnnyak IA, Mishchanchuk NS, Bezshapochnyi SB, Serbin GS. [Causes and results of reoperations in otosclerosis]. *World of Medicine and Biology*. 2019;(4):70. doi: 10.26724/2079-8334-2019-4-70-17-21. [Article in Russian].
34. Shohet JA, Borrelli M, Nasrollahi T, Raskin J. Penetration of the Vestibule Following a History of Stapedectomy. *Ear Nose Throat J*. 2022;101 (10_suppl):33S-36S. doi: 10.1177/01455613221121501.
35. Gacek RR. The diagnosis and treatment of poststapedectomy granuloma. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1970; 79(6):970-975. doi: 10.1177/000348947007900516.
36. Tange RA, Schimanski G, van Lange JW, Grolman W, Zuur LC. Reparative Granuloma Seen in Cases of Gold Piston Implantation after Stapes Surgery for Otosclerosis. *Auris Nasus Larynx*. 2002;29(1):7-10. doi: 10.1016/s0385-8146(01)00106-7.
37. Pauli N, Strömbäck K, Lundman L, Dahlin-Redfors Y. Surgical technique in stapedotomy hearing outcome and complications. *Laryngoscope*. 2020;130(3):790-796. doi: 10.1002/lary.28072.
38. Dumas G, Lion A, Karkas A, Perrin P, Perottino F, Schmerber S. Skull vibration-induced nystagmus test in unilateral superior canal dehiscence and otosclerosis: A vestibular Weber test. *Acta Otolaryngol*. 2014;134(6):588-600. doi: 10.3109/00016489.2014.888591.
39. Ramaswamy AT, Lustig LR. Revision surgery for otosclerosis. *Otolaryngol Clin N Am*. 2018; 51(3):463-474. doi: 10.1016/j.otc.2017.11.014.
40. Brkic FF, Erovic BM, Onoprienko A, Janik S, Riss D, Lill C, Grasl S, Hamzavi JS, Vyskocil E. Impact of surgeons' experience and the single-shot perioperative antibiotic prophylaxis on outcome in stapedotomy. *PLoS One*. 2021;16(2):e0247451. doi: 10.1371/journal.pone.0247451.
41. Matković S, Kitanoski B, Malicević Z. Advantages of CO2 laser use in surgical management of otosclerosis. *Vojnosanit Pregl*. 2003;60(3):273-278. doi: 10.2298/vsp0303273m.
42. Badran K, Gosh S, Farag A, Timms MS. How we do it: Switching from mechanical perforation to the CO2 laser; audit results of primary small-fenestra stapedotomy in a district general hospital. *Clin Otolaryngol*. 2006;31(6):546-549. doi: 10.1111/j.1365-2273.2006.01293.x.
43. Cuda D, Murri A, Mochi P, et al. Microdrill, CO2-laser, and piezoelectric stapedotomy: a comparative study. *Otol Neurotol*. 2009;30(8): 1111-15. doi: 10.1097/MAO.0b013e3181b76b08.
44. Silva VAR, Pauna HF, Lavinsky J, et al. Brazilian Society of Otology task force – Otosclerosis: evaluation and treatment. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2023; 89(5):101303. doi: 10.1016/j.bjorl.2023.101303.
45. Gogoulos PP, Sideris G, Nikolopoulos T, Sevastatou EK, Korres G, Delides A. Conservative Otosclerosis Treatment With Sodium Fluoride and Other Modern Formulations: A Systematic Review. *Cureus*. 2023;15(2):e34850. doi: 10.7759/cureus.34850.
46. Patel S, Walters B, Eastwood M, Abou-Foul AK, Bhimrao S. A Systematic Review of the Effectiveness of Bisphosphonates for Otosclerosis. *Otol Neurotol*. 2022;43(5):530-537. doi: 10.1097/MAO.0000000000003510.
47. Zimmerer RE, Africa RE, Westenhaver ZK, McKinnon BJ. Bisphosphonate therapy in otosclerosis: A scoping review. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2022;7(1):242-249. doi: 10.1002/lio2.729.

Надійшла до редакції 04.03.2024

© О.М. Борисенко, К.Г. Актіінова, 2024

ПОРУШЕННЯ ВЕСТИБУЛЯРНОЇ ФУНКЦІЇ У ХВОРИХ НА ОТОСКЛЕРОЗ ПІСЛЯ ІНКУДОСТАПЕДОПЕКСІЇ – ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Борисенко ОМ, Актіінова КГ

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

Email: ktyaaktiinova@gmail.com

А н о т а ц і я

Актуальність: Отосклероз (отоспонгіоз) – це прогресуюче захворювання, яке характеризується остеодистрофією кісткової капсули лабіринту (патологічним ремоделюванням, під час якого щільний ендохондральний шар капсули кісткового лабіринту заміщується вогнищами губчастої кісткової тканини) та призводить до втрати слуху, появи тіннітису та головокружіння. Стандартом хірургічного лікування хворих на отосклероз вважається стапедотомія (інкудостапедопексія з каліброваною стапедотомією), суть якої полягає у видаленні супраструктури стремени та її заміни протезом задля відновлення рухомості ланцюга слухових кісточок і покращення слуху. Незважаючи на доведену ефективність інкудостапедопексії в покращенні слуху, головокружіння залишається одним із головних побічних ефектів стапедіальної хірургії, яке може виникати як під час операції або в ранньому післяопераційному періоді, так і відстрочено.

Мета: дослідити можливі причини порушення вестибулярної функції у хворих на отосклероз до та після стапедіальної хірургії з метою мінімізації випадків цього ускладнення.

Матеріали та методи: пошук літературних джерел здійснювався в межах електронної бази PubMed. Критерієм включення до огляду було визначено опис головних причин головокружіння як ускладнення стапедіальної хірургії.

Результати: було проаналізовано 75 статей, які було знайдено за ключовими словами в електронній базі PubMed, 52 із яких відповідали критерію включення. Серед 52 статей, які було проаналізовано, 47 статей відповідало темі даного літературного огляду.

Висновки: Розуміння основних факторів, що сприяють головокружінню в контексті стапедіальної хірургії, має вирішальне значення для профілактики та ефективного лікування пацієнтів з отосклерозом. Необхідні подальші дослідження та стандартизація протоколів діагностики задля покращення лікування розладів рівноваги у хворих на отосклероз.

Ключові слова: отосклероз, вестибулярні порушення, головокружіння, інкудостапедопексія, стапедопластика.

VESTIBULAR DYSFUNCTION IN PATIENTS WITH OTOSCLEROSIS AFTER INCUDOSTAPEDOPEXY – A LITERATURE REVIEW

Borysenko OM, Aktiinova KG

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

Email: ktyaaktiinova@gmail.com

A b s t r a c t

Relevance: Otosclerosis (otospongiosis) is a progressive disease characterized by osteodystrophy of the temporal bone (pathological remodelling, during which the dense endochondral layer of the bone labyrinth capsule is replaced by foci of spongy bone tissue) and leads to hearing loss, tinnitus, and dizziness. The standard of surgical treatment of patients with otosclerosis is stapedotomy (incudostapedopexy with calibrated stapedotomy), the goal of which is to removal of the stapes superstructure of and replace it's with a prosthesis to restore the mobility of the ossicular chain. Despite the proven effectiveness of incudostapedopexy in improving hearing, vertigo remains one of the main complications of stapedial surgery, which can occur either during surgery or in the early postoperative period, or delayed.

Aim: to evaluate possible causes of vestibular dysfunction in patients with otosclerosis before and after stapedial surgery to minimize the incidence of this complication.

Materials and Methods: literature was searched in PubMed using keywords. Studies were selected after applying of such inclusion criterion as description of the main causes of vertigo as a complication of stapedial surgery.

Results: a total of 75 articles that were found by keywords in the electronic database PubMed were analysed, 52 of which met the inclusion criteria. Among the 52 articles that were analysed, 47 articles were relevant for this research topic.

Conclusions: understanding the main factors contributing to vertigo in case of performed stapedial surgery is essential for effective diagnosis, treatment, and patient management. Further research and standardized assessment protocols are needed in order to improve treatment of vestibular disorders in patients with otosclerosis.

Key words: otosclerosis, vestibular disorders, vertigo, incudostapedopexy, stapedoplasty.