

Т.А. ШИДЛОВСЬКА, Т.В. ШИДЛОВСЬКА, Н.Я. НАВАЛЬКІВСЬКА

СТАН РІЗНИХ ВІДДІЛІВ СЛУХОВОГО АНАЛІЗАТОРА У ПАЦІЄНТІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПУ З ПОРУШЕННЯМИ СЛУХУ

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

Серед усіх порушень слуху перцептивні розлади займають одне з чільних місць. Складний патогенез та поліетіологічність сенсоневральної приглухуватості (СНП) обумовлює те, що це захворювання нерідко супроводжується порушеннями обміну речовин [4, 17]. Одним із найчастіших системних захворювань, при якому визначають порушення метаболізму та спостерігається висока частка ускладнень, є цукровий діабет (ЦД) [3, 15, 16, 18]. Особливо поширеним є ЦД 2 типу, який переважно є набутих захворюванням. Багатьма дослідниками за допомогою різних методів обстеження виявлені порушення слухової функції у пацієнтів з ЦД [1, 2, 5-14]. Зважаючи на поширеність проблеми, вчасна профілактика та діагностика порушень у пацієнтів з ЦД є актуальним завданням.

Мета роботи – оцінити стан різних відділів слухового аналізатора у пацієнтів з ЦД 2 типу з порушеннями слуху.

Матеріали і методи дослідження

Обстежено 94 пацієнти з ЦД 2 типу, які мали скарги з боку слухової системи (зниження слуху, закладеність вух, вушний шум) та 15 практично здорових нормально-чуючих осіб з рівнем цукру крові в межах норми, які увійшли до контрольної групи. Тривалість ЦД 2 типу становила $10,35 \pm 1,4$ років, вміст глікованого гемоглобіну (HbA_{1c}) коливався від 6,9 до 12,1%. Було ретельно вивчено дані анамнезу, скарги та

проведено комплексне клінічне й інструментальне обстеження хворих на ЦД 2.

В залежності від важкості перебігу захворювання з урахуванням результатів обстеження і заключення ендокринолога обстежених з цукровим діабетом було розподілено на дві групи: 1-а група – з більш легким перебігом захворювання і 2-а група – з ускладненим перебігом. До 1-ї групи було включено 59 пацієнтів без ускладнень, до 2-ї групи – 35 хворих з ускладненнями ЦД та різними змінами рівня цукру крові в анамнезі. При цьому до уваги бралися: рівень глікемії, рівень глікованого гемоглобіну (HbA_{1c}, %), наявність епізодів гіпоглікемії та різкої зміни рівня глюкози крові, ускладнення з боку серцево-судинної та нервової систем, вегетативний індекс Кердо, неврологічний дисфункціональний рахунок, полінейропатії. З метою вивчення показників комплексного клініко-інструментального дослідження з урахуванням особливостей перебігу ЦД було проведено аналіз даних окремо у двох групах хворих.

Аудіометричне обстеження здійснювалось за допомогою клінічних аудіометрів AD 229E та AC 40 фірми «Interacoustics» (Данія) у звукоізольованій камері з рівнем шумового фону не вище 30 дБ. В звичайному (конвенціональному) діапазоні частот (0,125-8 кГц) визначались пороги слуху на тони по кістковій та повітряній звукопровідності. Також проводилась мовна аудіометрія (50% розбірливість тесту числівників

за Є.М. Харшаком та 100% розбірливість мовного тесту Гринберга Г.І., Зиндера Л.Р.) та камертональні проби Бінга і Федерічі, досліджувались диференційні пороги (ДП) сили звуку за інтенсивністю за допомогою методу Люшера в області 0,5; 2 та 4 кГц.

Реєстрацію отоакустичної емісії (OAE) на частоті продуктів спотворення (DPOAE) проводили за допомогою приладу «Eclipse» фірми «Interacoustics» (Данія). Для реєстрації OAE використовувався зонд об'єктивного аудіометра «Eclipse» (Данія). Реєстрація проводилась в смузі частот 1-6 кГц. У вухо подавалось дві тональні посилювачі частотою F1 і F2, інтенсивність стимулів становила 70 дБ, в результаті формувалася частота F3=2F1-F2. За допомогою чутливого мікрофона, який герметично фіксувався у зовнішньому вушному ході, реєструвались звуки, що генерувалися завиткою у відповідь. При цьому вимірювався рівень «зовнішнього шуму». Відповідь вважалась позитивною, коли співвідношення сигнал/шум перевищувало або дорівнювало 3 дБ. Аналізу піддавались тональні пороги на частотах 1, 2, 4 і 6 кГц. Якісною характеристикою слугувала спектральна характеристика отриманої акустичної відповіді.

Реєстрацію коротколатентних слухових викликаних потенціалів (КСВП) та довголатентних слухових викликаних потенціалів (ДСВП) проводили з використанням загальноприйнятої методики за допомогою аналізуючої системи «Eclipse» фірми «Interacoustics» (Данія). КСВП реєстрували у відповідь на клацання тривалістю 100 мкс з частотою слідування 21 за 1 с, інтенсивністю 80 дБ над суб'єктивним порогом чутливості. Аналізу підлягали 1024 усереднених викликаних кривих з застосуванням низько- (200 Гц) і високочастотного (2000 Гц) фільтрів з епохою аналізу 10 мс. При аналізі отриманих кривих до уваги брали чіткість отриманої відповіді, форму кривої, латентні періоди піків (ЛПП) I, II, III, IV і V хвиль КСВП, а також міжпікові інтервали (МПП) I-III, III-V і I-V КСВП.

ДСВП реєстрували у відповідь на іпсилатеральну монауральну стимуляцію – тональні посилювачі тривалістю 300 мс та інтенсивністю 40 дБ над суб'єктивним порогом чутливості з частотою заповнення 1 та 4

кГц (час зростання і спаду – 20 мс). Частота слідування імпульсів становила 0,5 кГц, кількість вибірок – 32. Використовувався час аналізу 750 мс при смузі пропускання фільтрів 2-20 Гц. При аналізі отриманих кривих приймалися до уваги чіткість отриманої відповіді, форма кривої, латентні періоди піків (ЛПП) хвиль P₁, N₁, P₂ і N₂ ДСВП.

Статистична обробка отриманих результатів здійснювалась за загальноприйнятими методами математичної варіаційної статистики на персональному комп'ютері за допомогою ліцензованого програмного пакету IBM SPSS Statistics 26.0.0 (Subscription ID: 07553533) та Microsoft Excel (Microsoft Office 365 subscription ID: 1003BFFDA6372E60). Вірогідність змін і відмінностей між порівнюваними величинами оцінювали за критерієм (t) Стюдента. Відповідність результатів нормальному розподілу перевіряли за критерієм Шапіро-Уїлка.

Результати та їх обговорення

Всі обстежені і відібрані нами хворі на ЦД 2 типу мали порушення слухової функції, підтверджені аудіометрично. За результатами суб'єктивної аудіометрії у всіх обстежених пацієнтів з ЦД 2 реєструвались перцептивні порушення з полого низхідним типом аудіометричної кривої з ураженням базальної частини завитки, найбільшим підвищенням порогів у ділянці високих частот 4-8 кГц та на усьому протязі досліджуваного високочастотного діапазону. Так, на частоті 4 кГц показники порогів слуху становили 29,5±2,4 дБ; 6 кГц – 37,1±2,9 дБ; 8 кГц – 44,8±3,4 дБ. Порушення слуху були практично симетричними.

У пацієнтів з ЦД 2 типу практично не було виявлено порушення розбірливості мовного тесту, хоча деякі з обстежених і скаржилися на періодичне погіршення розбірливості мови і складності при спілкуванні. Однак середньостатистичні значення порогів розбірливості мовних тестів, як тесту числівників, так і словесного тесту, не відрізнялися достовірно від контрольних значень.

Що стосується визначення диференційного порогу за методом Люшера, то на

частоті 0,5 та 1 кГц вони не відрізнялись достовірно від контрольних значень, хоча у деяких пацієнтів відзначалося відносне їх зниження на частоті 1 кГц. На частоті 4 кГц ДП були низькими у частини пацієнтів, особливо у тих, у кого мав місце ускладнений перебіг ЦД 2 – середньостатистичні показники ДП на цій частоті у них були достовірно зниженими відносно контролю до $1,28 \pm 0,03$ дБ, при нормі $1,98 \pm 0,04$ дБ. Зауважимо, що низькі або відносно знижені ДП в області 4 кГц спостерігалися у 20,3% пацієнтів без ускладнень ЦД 2, та у 71,4% – у обстежених з тяжким ускладненим перебігом ЦД.

Суб'єктивна аудіометрія є доступним і загально визнаним методом обстеження для оцінки стану слухової функції. При виконанні цієї методики у повному обсязі, крім виявлення порушень слухової функції, характеру приглухуватості (перцептивна, кондуктивна, змішана) та її ступеня, є можливість виявити і певні свідчення порушень у різних відділах слухового аналізатора, зокрема, за даними мовної аудіометрії та надпорогових тестів. За даними надпорогової аудіометрії – ДП за методом Люшера – у обстежуваних пацієнтів з ЦД 2 типу було виявлено ознаки порушень у рецепторному відділі слухового аналізатора. Однак для надійного виявлення порушень у центральних відділах слухового аналізатора та його рецепторі необхідно застосовувати інші інструменти.

Об'єктивними методами, які дозволяють верифікувати порушення у центральних відділах слухового аналізатора, є дослідження реакцій мозкових структур на звукові стимули – слухові викликані потенціали. Для рецепторного відділу слухового аналізатора такою методикою є реєстрація отоакустичної емісії.

За даними ОАЕ на частоті продуктів спотворення у хворих на ЦД 2 типу з порушеннями слуху повна адекватна відповідь отоакустичної емісії по всьому частотному спектру зареєстрована лише у 9,4 % пацієнтів. У більшості обстежених хворих (68,7%), у яких ОАЕ реєструвалася, був отриманий частково позитивний тест – адекватна відповідь мала місце лише на одній або кількох з вищевказаних досліджуваних

частотних смуг. У 7 пацієнтів (21,8%) відповідь ОАЕ не було зареєстровано взагалі (з одного боку або з двох сторін). Відсутність відповіді або частково позитивна реєстрація ОАЕ свідчить про порушення функції завитки, насамперед зовнішніх волоскових клітин у таких хворих. Реєстрація частково позитивного тесту, або відсутність реєстрації отоакустичної емісії у 90,6% обстежених пацієнтів з ЦД II типу свідчить про дисфункцію завитки, виражену в різному ступені. Слід відмітити, що амплітуда емісії на усіх досліджуваних частотах у хворих на ЦД II типу була достовірно нижчою ($P < 0,01$) порівняно з нормою на усіх частотах. Особливо вираженим таке зниження було в області 4 кГц, де амплітуда відповіді ОАЕ становила $5,9 \pm 0,2$ дБ при нормі $9,4 \pm 0,5$ дБ. Отже, за допомогою об'єктивного методу ОАЕ виявлено, що у пацієнтів з ЦД 2 типу та порушеннями слуху є ураження рецепторного відділу слухового аналізатора.

Таким чином, за даними суб'єктивної аудіометрії, а саме: тесту ДП за Люшером, та об'єктивної методики ОАЕ виявлено порушення у рецепторному відділі слухового аналізатора у пацієнтів з СНП на фоні ЦД 2 типу. Представляє інтерес той факт, що відсоток виявлення за даними ОАЕ вищий, ніж за даними тесту суб'єктивної аудіометрії. Причому у пацієнтів з ускладненим перебігом ЦД 2 типу відсоток ураження рецепторного відділу слухового аналізатора вищий. У табл. 1 представлено відсоток виявлення рецепторних порушень у хворих на ЦД з СНП за даними суб'єктивних і об'єктивних методів, в тому числі з урахуванням тяжкості перебігу ЦД. Для суб'єктивних методів за визначальний критерій ми брали низькі ДП за Люшером на частоті 4 кГц, для об'єктивної методики таким критерієм була відсутність повної відповіді ОАЕ.

Більш наочно ці дані представлено на рис. 1.

З метою визначення можливих ознак дисфункції у центральних відділах слухового аналізатора у хворих на ЦД 2 з перцептивними порушеннями слуху було проведено обстеження методом об'єктивного тесту – реєстрації стовбуромозкових (КСВП) і коркових (ДСВП) слухових викликаних потенціалів.

Нами було проведено аналіз часових показників КСВП у обстежених осіб з ЦД 2 типу та СНП і виявлено достовірну різницю в показниках ЛПП І, ІІ, ІІІ і V хвиль КСВП

порівняно з нормою (контроль), особливо ІІІ і V хвиль. Достовірної різниці в ЛПП І хвилі КСВП у хворих порівняно з нормою не виявлено ($P>0,05$).

Таблиця 1

Частота ураження рецепторного відділу слухового аналізатора у хворих на ЦД 2 з СНП за даними суб'єктивних (ДП за методом Люшера) та об'єктивних (ОАЕ на частоті продуктів спотворення) методів аудіологічного обстеження з урахуванням тяжкості перебігу захворювання, %

Групи хворих на ЦД 2 типу	Методика обстеження	
	суб'єктивна	об'єктивна
1-а група (неускладнений перебіг)	20,3	86,5
2-а група (ускладнений перебіг)	71,4	100
Загалом	39,4	90,6

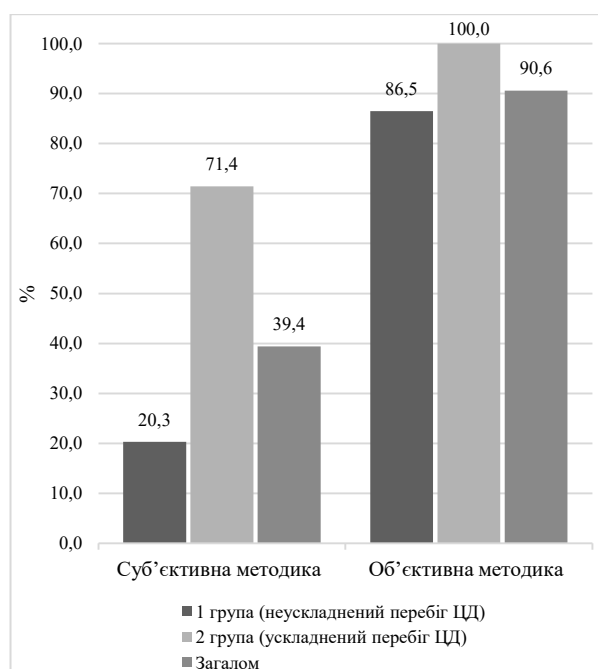


Рис. 1. Частота ураження рецепторного відділу слухового аналізатора у хворих на ЦД 2 з СНП за даними суб'єктивних та об'єктивних методів аудіологічного обстеження

Виявлене достовірне подовження ЛПП майже всіх хвиль комплексу КСВП свідчить про дисфункцію стовбуромозкових

структур слухового аналізатора у хворих на ЦД 2-го типу. Нами також було виявлене достовірне подовження МПП І-ІІІ та І-ІV хвиль КСВП у хворих на ЦД 2-го типу з СНП порівняно з контрольною групою. Так, МПП І-ІІІ піків у хворих на ЦД 2-го типу перевищував норму на 0,1 мс ($t=2,35$; $P<0,01$), а МПП І-ІV піків – на 0,15 мс ($t=2,34$; $P<0,05$).

Отже, у хворих на ЦД з СНП відбуваються зміни функціонування у стовбуромозкових відділах слухового аналізатора, про що об'єктивно свідчать достовірні подовження часових характеристик КСВП – ЛПП хвиль та МПП.

Що стосується коркового відділу слухового аналізатору, то проведене нами дослідження методом реєстрації довголатентних слухових викликаних потенціалів дозволило виявити достовірні відхилення від норми у досліджуваних хворих на ЦД 2 типу з сенсоневральною приглухуватістю.

При дослідженні методом ДСВП пацієнтів з ЦД 2 типу та СНП виявлено, що при іпсилатеральній стимуляції тоном 1 кГц спостерігається достовірне подовження латентного періоду піку компоненту N_2 ДСВП до $280,3\pm3,4$ мс порівняно з нормою ($253,2\pm3,2$ мс) ($P<0,01$), що свідчить про дисфункцію коркових структур слухового аналізатора у таких хворих. Крім того, у

хворих з сенсоневральними порушеннями слуху на фоні ЦД 2 типу достовірно подовженням був і ЛПП компоненту P_2 ДСВП до $176,5 \pm 3,1$ мс при нормі – $157,8 \pm 2,9$ мс ($P < 0,01$). Достовірної різниці в ЛПП компонентів P_1 та N_1 ДСВП у обстежених хворих порівняно з нормою виявлено не було ($P > 0,05$).

При іпсилатеральній стимуляції тоном 4 кГц також виявлено достовірне ($P < 0,01$) подовження ЛПП N_2 ДСВП у обстежених осіб порівняно з контрольною групою здорових нормально чуючих осіб. Відповідні величини становили: $279,1 \pm 2,6$ мс при нормі – $255,1 \pm 3,1$ мс, ($P < 0,01$). Достовірно подовженням був і ЛПП P_2 ДСВП у обстежених хворих з сенсоневральними порушеннями слуху на фоні ЦД 2 типу порівняно з показниками контрольної групи. При іпсилатеральній стимуляції тоном 4 кГц відповідне значення дорівнювало $178,3 \pm 2,8$ мс при значенні в контрольній групі $155,9 \pm 2,7$ мс ($P < 0,05$), що свідчить про наявність дисфункції в підкоркових структурах слухового аналізатора у хворих з СНП на фоні ЦД. У показниках ЛПП P_1 та N_1 ДСВП при іпсилатеральній стимуляції тоном 4 кГц у досліджуваних порівняно з нормою достовірної різниці виявлено також не було.

Отже, у хворих на ЦД з СНП відбуваються зміни функціонування у коркових відділах слухового аналізатора, про що об'єктивно свідчать достовірні подовження часових характеристик ДСВП.

Зауважимо, що при аналізі отриманих даних окремо у пацієнтів з ЦД 2 типу з СНП, у яких мають місце ускладнений перебіг ЦД, полінейропатії, епізоди різкої змі-

ни рівнів цукру крові в анамнезі, було виявлено, що у них відбуваються достовірно ($P < 0,05$) більш глибокі зміни у коркових та підкоркових відділах слухового аналізатора, ніж у хворих з більш легким перебігом захворювання. Проведене нами дослідження щодо стану різних відділів слухового аналізатора у хворих на ЦД 2, в тому числі з урахуванням тяжкості перебігу, більш детально висвітлені у наших попередніх публікаціях [11-13].

При аналізі даних щодо частоти ураження центральних відділів слухового аналізатора за даними СВП у хворих на ЦД 2 з СНП наведено в табл. 2. Дані аналізувались в тому числі з урахуванням тяжкості перебігу ЦД. Оскільки при оцінюванні результатів обстеження методиками КСВП та ДСВП до уваги беруться низка факторів – форма кривої, її амплітуда, наявність додаткових хвиль, низка часових характеристик – насамперед ЛПП піків хвиль, то постає потреба визначення критеріїв, за якими проводити розподіл отриманих даних. Для КСВП за визначальний критерій ми обрали збільшення ЛПП V хвилі, який є загальновизнаним маркером порушень у стовбуромозкових структурах слухового аналізатора. Для ДСВП ми обрали ЛПП P_2 ДСВП, оскільки збільшення цього часового параметру свідчить про залучення не тільки коркових, але і підкоркових структур слухового аналізатора, а отже – більш суттєві зміни глибоких структур мозку. А ЛПП N_1 ДСВП був подовженим майже у всіх обстежених нами пацієнтів з ЦД 2 та СНП.

Більш наочно ці дані представлено на рис. 2.

Таблиця 2

Частота ураження стовбуромозкових і коркових структур слухового аналізатора у хворих на ЦД 2 з СНП за даними реєстрації слухових викликаних потенціалів з урахуванням тяжкості перебігу захворювання, %

Групи хворих на ЦД 2 типу	КСВП	ДСВП
1-а група (неускладнений перебіг)	57,6	55,9
2-а група (ускладнений перебіг)	82,9	100
Загалом	67,1	72,3

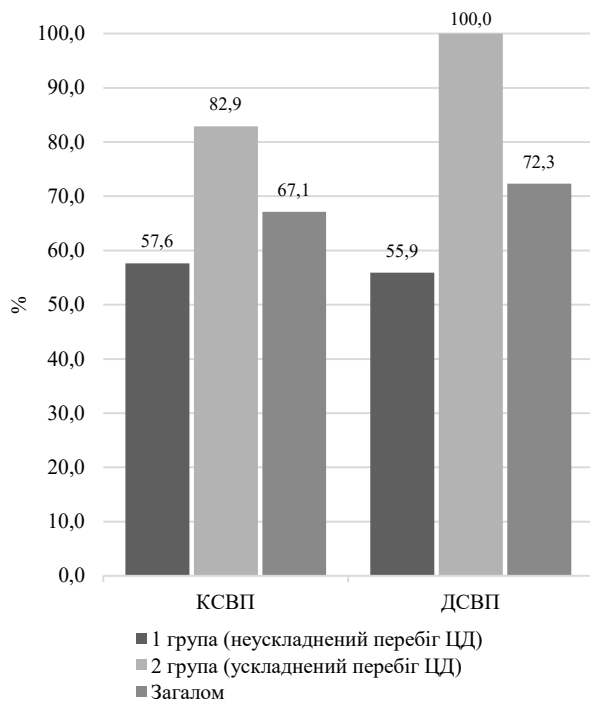


Рис. 2. Відсоток ураження стовбуромозкового і коркового відділу слухового аналізатора у хворих на ЦД 2 з СНП за даними СВП.

Таким чином, у хворих на ЦД 2 типу з СНП страждають як рецепторний, так і центральні відділи слухового аналізатора, що доведено об'єктивними методами обстеження.

Висновки

1. Надпорогові тести при виконанні суб'єктивної аудіометрії у повному обсязі у хворих на ЦД 2 з СНП засвідчили порушення функції завитки у таких хворих. За даними визначення диференційних порогів сили звуку за інтенсивністю за методикою Люшера у хворих з ЦД 2 типу реєструвалися низькі показники ДП на частоті 4 кГц. Застосування тесту ДП за методом Люшера на частоті 4 кГц має важливе діагностичне значення для виявлення ураження рецепторних структур слухової системи у хворих на ЦД 2 типу.

2. Результати реєстрації ОАЕ на частоті продуктів спотворення у пацієнтів з ЦД 2 типу об'єктивно підтверджують наявність порушень у рецепторному відділі слухового аналізатора. У пацієнтів з ЦД 2 типу амплітуда ОАЕ на частоті продуктів спотворення була достовірно нижчою від норми на усіх досліджуваних частотах (1-6 кГц), особливо в області 4 кГц, де амплітуда відповіді ОАЕ становила $5,9 \pm 0,2$ дБ при нормі $9,4 \pm 0,5$ дБ.

3. Достовірне ($p < 0,01$) порівняно з контролем подовження латентних періодів піків II, III та V хвиль КСВП до $2,78 \pm 0,03$, $3,85 \pm 0,04$ та $5,83 \pm 0,05$ мс, а також МПП I-III та I-V до $2,19 \pm 0,03$ та $4,13 \pm 0,05$ мс, відповідно, об'єктивно підтверджує порушення у стовбуромозковому відділі слухового аналізатора у пацієнтів з сенсоневральною приглухуватістю на фоні цукрового діабету 2 типу.

4. Результати дослідження методом ДСВП у пацієнтів з ЦД 2 типу та СНП об'єктивно підтверджують порушення функціонування центральних – коркових і підкоркових – відділів слухового аналізатора у таких хворих. У пацієнтів з СНП на фоні ЦД 2 має місце достовірне ($p < 0,01$) порівняно з контролем подовження ЛПП компонентів P_2 і N_2 ДСВП до $(176,5 \pm 3,1)$ та $(280,3 \pm 3,4)$ мс при стимуляції тоном 1 кГц, та до $(178,3 \pm 2,8)$ і $(279,1 \pm 2,6)$ мс – тоном 4 кГц, відповідно.

5. За даними суб'єктивних та об'єктивних аудіологічних тестів у хворих на ЦД 2 типу з перцептивними порушеннями слуху страждають як рецепторний, так і центральні відділи слухового аналізатора. Причому у пацієнтів з ЦД 2 типу з СНП, у яких мають місце ускладнений перебіг ЦД, полінейропатії, епізоди різкої зміни рівнів цукру крові в анамнезі, відбуваються більш глибокі зміни у рецепторному та центральних відділах слухового аналізатора, ніж у хворих з більш легким перебігом захворювання.

References

1. Bener A, Al-Hamaq AOAA, Abdulhadi K, Salahaldin AH, Gansan L. Interaction between diabetes mellitus and hypertension on risk of hearing loss in highly endogamous population. *Diabetes Metab Syndr*. 2017 Nov; 11(1):S45-S51. doi: 10.1016/j.dsx.2016.09.004.
2. Elibol E, Baran H. The Association Between Glycolized Hemoglobin A1c and Hearing Loss in Diabetic Patients. *Cureus*. 2020 Sep 5;12(9):e10254. doi: 10.7759/cureus.10254.
3. IDF Diabetes Atlas 10th edition scientific committee. IDF Diabetes Atlas [Internet]. 10th ed. Brussels: International Diabetes Federation; 2021.
4. Kaźmierczak H, Doroszevska G. Metabolic disorders in vertigo, tinnitus, and hearing loss. *Int Tinnitus J*. 2001;7(1):54-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14964957/>.
5. Konrad-Martin D, Billings CJ, McMillan GP, McDermott D, Gordon J, Austin D, Dille MF. Diabetes-Associated Changes in Cortical Auditory-Evoked Potentials in Relation to Normal Aging. *Ear Hear*. 2016 May-Jun;37(3):e173-87. doi: 10.1097/AUD.0000000000000255.
6. Kumar K, Bhat J, Varghese A. Auditory Late Latency Response in Individuals with Type 2 Diabetes Mellitus. *J Int Adv Otol*. 2018 Dec;14(3):408-411. doi: 10.5152/iao.2018.3201.
7. Li Y, Liu B, Li J, Xin L, Zhou Q. Early detection of hearing impairment in type 2 diabetic patients. *Acta Otolaryngol*. 2020 Feb;140(2):133-139. doi: 10.1080/00016489.2019.1680863.
8. Mishra IS, Shingne R, Roy NK. Brain stem auditory evoked potentials in type 2 diabetes mellitus patients at varying frequencies. *Ann Afr Med*. 2023 Jan-Mar;22(1):107-111. doi: 10.4103/aam.aam_13_22.
9. Paluru R, Singh Negi D. Brainstem Auditory Evoked Potentials in Type 2 Diabetes Mellitus [Internet]. *Hearing Loss – From Multidisciplinary Teamwork to Public Health*. IntechOpen; 2021. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.97469>.
10. Shafiepour M, Bamdad Z, Radman M. Prevalence of hearing loss among patients with type 2 diabetes. *J Med Life*. 2022; 15(6):772-777. doi: 10.25122/jml-2021-0300.
11. Shydlovska TA, Navalkivska NY. [Distortion product otoacoustic emissions among the patients suffering diabetes mellitus type II with hearing impairment]. *Otorhinolaryngology*. 2019;2(4-5): 47-52. doi: 10.37219/2528-8253-2019-4-47. [Article in Ukrainian].
12. Shydlovska TA, Shydlovska TV, Navalkivska NY. [The condition of brainstem part of the auditory analyzer in diabetes mellitus type 2 patients with hearing impairment]. *Fiziol. Zh*. 2021;67(6):68-73. doi.org/10.15407/fz67.06.068. [Article in Ukrainian].
13. Shydlovska TA, Shydlovska TV, Navalkivska NY, Hvozdetyskyi VA. [Suprathreshold audiometry data in patients with type 2 diabetes mellitus and sensorineural hearing disorders]. *Otorhinolaryngology*. 2024;7(3):1-6. DOI 10.37219/2528-8253-2024-3-93 [Article in Ukrainian].
14. Spankovich C, Elangovan S. Diabetes and Auditory-Vestibular Pathology. *Semin Hear*. 2019 Nov; 40(4): 292-299. doi: 10.1055/s-0039-1697033.
15. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract*. 2022 Jan;183: 109119. doi: 10.1016/j.diabres.2021.109119.
16. Tykhonova TM, Smilka YM. [Diabetic polyneuropathies: options of the course and influence on the quality of patients' life]. *PEP [Internet]*. 2019 Aug. 28;69(3):144-8. Available from: <https://www.jppep.endocrinology.org.ua/index.php/1/article/view/187>. [Article in Ukrainian].
17. World Health Organization (WHO). Deafness and hearing loss. World report on hearing. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020481>.
18. Zheng Y, Ley SH, Hu FB. Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications. *Nat Rev Endocrinol*. 2018 Feb;14(2):88-98. doi: 10.1038/nrendo.2017.151.

Надійшла до редакції 15.04.2025

© Т.А. Шидловська, Т.В. Шидловська, Н.Я. Навальківська, 2025

СТАН РІЗНИХ ВІДДІЛІВ СЛУХОВОГО АНАЛІЗАТОРА У ПАЦІЄНТІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПУ З ПОРУШЕННЯМИ СЛУХУ

Шидловська ТА, Шидловська ТВ, Навальківська НЯ

Державна установа «Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка

Національної академії медичних наук України»

email: lorprof3@ukr.net

Анотація

Актуальність: Одним із найчастіших системних захворювань, при якому визначають порушення метаболізму та спостерігається висока частка ускладнень, є цукровий діабет (ЦД). Багатьма дослідниками за допомогою різних методів обстеження виявляються порушення слухової функції у пацієнтів з ЦД.

Мета роботи – оцінити стан різних відділів слухового аналізатора у пацієнтів з ЦД 2 типу з порушеннями слуху.

Матеріали і методи дослідження: Обстежено 94 пацієнти з ЦД 2 типу, які мали скарги з боку слухової системи та 15 практично здорових нормальночуючих осіб контрольної групи з рівнем цукру крові в межах норми. Тривалість ЦД 2 типу становила $10,35 \pm 1,4$ років, вміст глікованого гемоглобіну (HbA_{1c}) коливався від 6,9 до 12,1%. В залежності від важкості перебігу захворювання пацієнтів було розподілено на 2 групи: до 1-ї групи увійшли 59 пацієнтів без ускладнень, до 2-ї групи – 35 хворих з ускладненнями ЦД та різкими змінами рівня цукру крові в анамнезі. Аудіометричне обстеження здійснювалось за допомогою клінічних аудіометрів AD 229E та AC 40 фірми «Interacoustics» (Данія). Реєстрацію отоакустичної емісії на частоті продуктів спотворення (DPOAE), коротколатентних (КСВП) та довголатентних (ДСВП) слухових викликаних потенціалів проводили з використанням загальноприйнятої методики за допомогою аналізуючої системи «Eclipse» фірми «Interacoustics» (Данія).

Результати та їх обговорення: За результатами суб'єктивної аудіометрії у обстежених пацієнтів з ЦД 2 реєструвалися перцептивні порушення з положонизхідним типом аудіометричної кривої з ураженням базальної частини завитки. Середньостатистичні показники диференційних порогів (ДП) сили звуку за інтенсивністю, визначені за допомогою методу Люшера на частоті 4 кГц у частини пацієнтів, особливо у тих, у кого мав місце ускладнений перебіг ЦД 2, були достовірно зниженими відносно контролю до $1,28 \pm 0,03$ дБ. Знижені ДП в області 4 кГц спостерігалися у 20,3% пацієнтів без ускладнень ЦД 2, та у 71,4% – у обстежених з тяжким ускладненим перебігом ЦД.

За даними DPOAE реєстрація частково позитивного тесту або відсутність реєстрації отоакустичної емісії у 90,6% обстежених пацієнтів з ЦД II типу свідчить про дисфункцію завитки, виражену в різному ступені. При цьому амплітуда емісії на усіх досліджуваних частотах у хворих на ЦД II типу була достовірно ($P < 0,01$) нижчою порівняно з нормою.

Виявлене нами достовірне, порівняно з контрольною групою, подовження латентного періоду піку (ЛПП) майже всіх хвиль комплексу КСВП, а також МПП I-III та I-V свідчить про дисфункцію стовбуромозкових структур слухового аналізатора у хворих на ЦД 2-го типу. Так, МПП I-III у хворих на ЦД 2-го типу перевищував норму на 0,1 мс, а МПП I-V – на 0,15 мс.

При іпсилатеральній стимуляції тоном 1 кГц у обстежених хворих спостерігалось достовірне ($p < 0,01$) порівняно з нормою подовження ЛПП компоненту N₂ до $280,3 \pm 3,4$ мс та ЛПП компоненту P₂ ДСВП до $176,5 \pm 3,1$ мс, що свідчить про дисфункцію коркових і підкоркових структур слухового аналізатора у таких хворих. При іпсилатеральній стимуляції тоном 4 кГц також виявлено достовірне ($P < 0,01$) подовження ЛПП N₂ ДСВП до $279,1 \pm 2,6$ мс та P₂ ДСВП – до $178,3 \pm 2,8$ мс у досліджуваних хворих на ЦД.

Таким чином, у хворих на ЦД 2 типу з СНП страждають як рецепторний, так і центральні відділи слухового аналізатора, що доведено об'єктивними методами обстеження. Причому у пацієнтів з ускладненим перебігом ЦД 2 типу відсоток ураження рецепторного та центральних відділів слухового аналізатора вищий.

Висновки:

1. Надпорогові тести при виконанні суб'єктивної аудіометрії у повному обсязі у хворих на ЦД 2 з СНП засвідчили порушення функції завитки у таких хворих. За даними визначення диференційних порогів сили звуку за інтенсивністю за методикою Люшера у хворих з ЦД 2 типу реєструвалися низькі показники ДП на частоті 4 кГц. Застосування тесту ДП за методом Люшера на частоті 4 кГц має важливе діагностичне значення для виявлення ураження рецепторних структур слухової системи у хворих на ЦД 2 типу.

2. Результати реєстрації ОАЕ на частоті продуктів спотворення у пацієнтів з ЦД 2 типу об'єктивно підтверджують наявність порушень у рецепторному відділі слухового аналізатора. У пацієнтів з ЦД 2 типу амплітуда ОАЕ на частоті продуктів спотворення була достовірно нижчою від норми на усіх досліджуваних частотах (1-6 кГц), особливо в області 4 кГц, де амплітуда відповіді ОАЕ становила $5,9 \pm 0,2$ дБ при нормі $9,4 \pm 0,5$ дБ.

3. Достовірне ($p < 0,01$) порівняно з контролем подовження латентних періодів піків II, III та V хвиль КСВП до $2,78 \pm 0,03$, $3,85 \pm 0,04$ та $5,83 \pm 0,05$ мс, а також МП I-III та I-V до $2,19 \pm 0,03$ та $4,13 \pm 0,05$ мс, відповідно, об'єктивно підтверджує порушення у стовбуромозковому відділі слухового аналізатора у пацієнтів з сенсоневральною приглухуватістю на фоні цукрового діабету 2 типу.

4. Результати дослідження методом ДСВП у пацієнтів з ЦД 2 типу та СНП об'єктивно підтверджують порушення функціонування центральних – коркових і підкоркових – відділів слухового аналізатора у таких хворих. У пацієнтів з СНП на фоні ЦД 2 має місце достовірне ($p < 0,01$) порівняно з контролем подовження ЛПП компонентів P_2 і N_2 ДСВП до $(176,5 \pm 3,1)$ та $(280,3 \pm 3,4)$ мс при стимуляції тоном 1 кГц, та до $(178,3 \pm 2,8)$ і $(279,1 \pm 2,6)$ мс – тоном 4 кГц, відповідно.

5. За даними суб'єктивних та об'єктивних аудіологічних тестів у хворих на ЦД 2 типу з перцептивними порушеннями слуху страждають як рецепторний, так і центральні відділи слухового аналізатора. Причому у пацієнтів з ЦД 2 типу з СНП, у яких мають місце ускладнений перебіг ЦД, полінейропатії, епізоди різкої зміни рівнів цукру крові в анамнезі, відбуваються більш глибокі зміни у рецепторному та центральних відділах слухового аналізатора, ніж у хворих з більш легким перебігом захворювання.

Ключові слова: цукровий діабет, слуховий аналізатор, слухові викликані потенціали, отоакустична емісія, слухова функція.

THE CONDITION OF DIFFERENT PARTS OF THE AUDITORY SYSTEM IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS AND HEARING IMPAIRMENT

Shydlovska TA, Shydlovska TV, Navalkivska NY

*State Institution "O.S. Kolomyichenko Institute of Otolaryngology
of National Academy of Medical Sciences of Ukraine"*

Email: lorprof3@ukr.net

Abstract

Diabetes mellitus (DM) is one of the most common systemic disorders, associated with metabolic dysfunction and a high prevalence of complications. Numerous researchers have identified hearing impairments in patients with diabetes using a variety of diagnostic methods.

The purpose of this study is to assess the condition of different parts of the auditory system in patients with type 2 diabetes mellitus and hearing impairment.

Materials and methods: A total of 94 patients with type 2 diabetes mellitus, who reported auditory system complaints, were examined, along with 15 healthy individuals from the control group, all of whom had normal blood glucose levels. The duration of type 2 diabetes was $10,35 \pm 1,4$ years, and glycated hemoglobin (HbA1c) values ranged from 6,9% to 12,1%. Depending on the severity of the disease, group 1 consisted of 59 patients without complications, while group 2 included 35 patients with diabetes complications and a history of significant fluctuations in blood glucose levels. The audiometric examination was conducted using clinical audiometers AD 229E and AC 40 of the company "Interacoustics" (Denmark). Distortion product otoacoustic emissions (DPOAE), auditory brainstem responses (ABR), and long-latency auditory evoked potentials (LLAEP) were recorded using standardized protocols with the "Eclipse" system (Interacoustics, Denmark).

Results and discussion: According to the results of subjective audiometry, the examined patients with type 2 diabetes mellitus exhibited sensorineural hearing loss (SNHL) characterized by a descending audiometric curve, indicating damage to the basal part of the cochlea. The differential thresholds (DT) measured using the Lüscher method at a frequency of 4 kHz were lower in some patients, particularly in those with a complicated course of type 2 diabetes mellitus. The average values were significantly reduced compared to the control group, reaching $1,28 \pm 0,03$ dB. Reduced DT in the 4 kHz range were observed in 20,3% of patients without complications and in 71,4% of those with a severe, complicated course of type 2 diabetes.

As for DPOAE data, the presence of a partially positive response or the absence of otoacoustic emission registration in 90,6% of the examined patients with type 2 diabetes mellitus indicates cochlear dysfunction of varying degrees. The emission amplitude at all tested frequencies in patients with type II diabetes was significantly lower compared to the norm ($P < 0,01$).

The significant prolongation of the latencies of almost all waves in the ABR complex, as well as the interpeak intervals (IPI) I-III and I-V, observed in comparison to the control group, indicates dysfunction of the brainstem structures of the auditory system in patients with type 2 diabetes. Specifically, the IPI I-III in patients with type 2 diabetes exceeded the norm by 0,1 ms, and the IPI I-V by 0,15 ms.

With ipsilateral stimulation using a 1 kHz tone, the examined patients showed a significant ($p < 0,01$) prolongation of the latency period (LP) of the N2 component to $(280,3 \pm 3,4)$ ms and the LP of the P2 component of

long-latency auditory evoked potentials (LLAEP) to $(176,5 \pm 3,1)$ ms, compared to the norm. This indicates dysfunction of the cortical and subcortical structures of the auditory system in these patients. Similarly, with ipsilateral stimulation using a 4 kHz tone, a significant ($p < 0.01$) prolongation of the LP of the N2 component of LLAEP to $(279,1 \pm 2,6)$ ms and the P2 component to $(178,3 \pm 2,8)$ ms was also observed in the patients with type 2 diabetes.

Thus, in patients with type 2 diabetes mellitus and sensorineural hearing loss, both the receptor and central components of the auditory system are affected, as confirmed by objective examination methods. Furthermore, in patients with a more complicated course of type 2 diabetes, the extent of damage to both the receptor and central auditory structures is greater.

Conclusions:

Suprathreshold tests during full subjective audiometry in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) and sensorineural hearing loss (SNHL) revealed dysfunction of the cochlear structures in these patients. According to the Differential Threshold (DT) data using Lüscher's method, low DT values at a frequency of 4 kHz were recorded in patients with type 2 diabetes. The application of the DT test using the Lüscher method at a frequency of 4 kHz has important diagnostic value for detecting damage to the receptor structures of the auditory system in patients with type 2 diabetes.

The results of OAE (Otoacoustic Emissions) registration at distortion product frequencies in patients with type 2 diabetes objectively confirm the presence of impairments in the receptor part of the auditory system. In patients with type 2 diabetes, the amplitude of OAE (Otoacoustic Emissions) at distortion product frequencies is significantly lower than normal at all tested frequencies (1-6 kHz), especially at 4 kHz, where the OAE response amplitude was $5,9 \pm 0,2$ dB, compared to the normal value of $9,4 \pm 0,5$ dB.

A significant ($p < 0,01$) increase in the latency periods of peaks II, III, and V of the ABR (Auditory Brainstem Response) waves to $2,78 \pm 0,03$, $3,85 \pm 0,04$, and $5,83 \pm 0,05$ ms, respectively, as well as the I-III and I-V interpeak latencies to $2,19 \pm 0,03$ and $4,13 \pm 0,05$ ms, respectively, compared to the control group, objectively confirms the presence of impairments in the brainstem region of the auditory system in patients with sensorineural hearing loss due to type 2 diabetes.

The results obtained using the LLEAP method in patients with type 2 diabetes mellitus (DM) and sensorineural hearing loss (SNHL) objectively confirm dysfunction in the central components of the auditory system, including both cortical and subcortical structures. In patients with SNHL on the background of type 2 diabetes mellitus, there is a statistically significant ($p < 0,01$) prolongation of the LPP components P2 and N2 of the LLEAP compared to the control group – up to $(176,5 \pm 3,1)$ ms and $(280,3 \pm 3,4)$ ms during 1 kHz tone stimulation, and up to $(178,3 \pm 2,8)$ ms and $(279,1 \pm 2,6)$ ms during 4 kHz tone stimulation, respectively.

According to subjective and objective audiological assessments, patients with type 2 diabetes mellitus and sensorineural (perceptual) hearing loss exhibit impairments in both the receptor and central components of the auditory system. Moreover, patients with type 2 diabetes mellitus and sensorineural hearing loss who have a complicated disease course, including polyneuropathies and a history of abrupt blood glucose fluctuations, exhibit more profound alterations in both the receptor and central components of the auditory system compared to patients with a milder disease course.

Keywords: diabetes mellitus, hearing system, auditory evoked potentials, otoacoustic emission, hearing function.