

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

ДАНІ НАДПОРОГОВОЇ АУДИОМЕТРІЇ У ПАЦІЄНТІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПУ ТА СЕНСОНЕВРАЛЬНИМИ ПОРУШЕННЯМИ СЛУХОВОЇ ФУНКЦІЇ

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

Вивчення надпорогових аудіометричних тестів залишається актуальним в аудіології. Можливість виявлення феномену прискороного наростання гучності (ФПНГ) або рекрутменту є одним з найбільш ранніх діагностичних та прогностичних критеріїв можливого ураження рецепторного апарату завитки [10, 11]. ФПНГ – це підсилене наростання сприйняття гучності звуку у хворому вусі порівняно зі здоровим при інтенсивності звуку, яка перевищує порогову величину. Явище ФПНГ пов'язано з порушеннями у рецепторному відділі слухового аналізатора, зокрема, ураженням клітин Кортієвого органу. В основі його лежить процес залучення у реакцію відповіді на подразник, що досягає певної сили, більшого числа нервових клітин, аніж це відбувається в нормі.

Одним з найбільш інформативних методів надпорогової аудіометрії для виявлення ФПНГ є визначення диференційного порогу (ДП) сприйняття сили звуку за Люшером. Ця методика дозволяє дослідити здатність слухового аналізатора розрізняти мінімальні зміни звуку за інтенсивністю [12].

Ряд дослідників вказують на ймовірність розвитку рецепторних порушень слуху у пацієнтів із цукровим діабетом (ЦД) 2 типу [5, 9]. Мікроангіопатії та явища полінейропатії невинно супроводжують ЦД [2, 7, 8, 14]. Безумовно, складні порушення

метаболізму, які виникають в пацієнтів з цукровим діабетом, також впливають на чутливу слухову систему [3, 4, 9].

Розлади слухової функції при ЦД переважно мають сенсоневральний характер. Відомо, що цукровий діабет може проявлятися зниженням слуху [1, 4-6, 9]. Тому в процесі обстеження таких пацієнтів потрібно скерувати для вчасної діагностики та попередження важких розладів слухової функції.

Мета даної роботи – оцінити дані диференційного порогу сприйняття сили звуку за Люшером у пацієнтів з ЦД 2 типу з сенсоневральними порушеннями слухової функції.

Матеріали і методи дослідження

Для проведення дослідження нами було обстежено 94 пацієнти (52 жінок і 42 чоловіків) з ЦД 2 типу, які мали скарги з боку слухової системи (зниження слуху, закладеність вух, вушний шум) та 15 практично здорових нормально чуючих осіб контрольної групи з рівнем цукру крові в межах норми. Середній вік обстежуваних пацієнтів становив $58,7 \pm 1,8$ років. Тривалість ЦД 2 типу становила $10,35 \pm 1,4$ років, вміст глікованого гемоглобіну (HbA_{1C}) коливався від 6,9 до 12,1%.

В процесі дослідження пацієнти з ЦД 2 типу в залежності від важкості перебігу захворювання були розподілені на 2 групи:

1-а група – без або з поодинокими мікрова-
скулярними ускладненнями; 2-а група – з
діагнованими тріопатіями (нейро-, неф-
ро-, ретинопатія).

Було ретельно вивчено дані анамнезу,
скарги та проведено комплекс клініко-
інструментальної діагностики стану слухо-
вої системи.

Аудіометричне обстеження здійсню-
валось у звукоізолюванні камері, з рівнем
шумового фону не вище 30 дБ, за допомо-
гою клінічних аудіометрів AD 229E та AC
40 фірми «Interacoustics» (Данія). В звичай-
ному (конвенціональному) діапазоні частот
(0,125-8 кГц) визначали пороги слуху на
тони по кістковій та повітряній звукопро-
відності. Також проводили мовну аудіомет-
рію (50% розбірливість тесту числівників за
Є.М. Харшаком та 100% розбірливість мов-
ного тесту Г.І. Грінберга, Л.Р. Зіндера) та
камертональні проби Бінга і Федерічі. Дос-
лідження ДП сили звуку по інтенсивності за
допомогою методу Люшера проводилось в
області 0,5; 2 та 4 кГц. Подавався рівний
тон спочатку на частоті 500 Гц інтенсивні-
стю 20 дБ над порогом сприйняття. Кожні 4
секунди звук посилювався на 1 дБ. Пацієнт
фіксував приріст гучності, яку він розпізна-
вав. Кількість правильних відповідей обчи-
слювалась у відсотках.

Статистичну обробку отриманих ре-
зультатів здійснювали за загальноприйня-
тими методами математичної варіаційної
статистики на персональному комп'ютері за
допомогою ліцензованого програмного па-
кету IBM SPSS Statistics 26.0.0 (Subscription
ID: 07553533) та Microsoft Excel (Microsoft
Office 365 subscription ID:
1003BFFDA6372E60). Вірогідність змін і
відмінностей між порівнюваними величи-
нами оцінювали за критерієм (t) Ст'юдента.
Відповідність результатів нормальному ро-
зподілу перевіряли за критерієм Шапіро-
Уїлка.

Результати та їх обговорення

Проведені нами раніше дослідження
показали, що у всіх обстежених нами пацієн-
тів з ЦД 2 типу, які мали скарги з боку
слухової системи (зниження слуху, закладе-
ність вух, суб'єктивний вушний шум) за

даними суб'єктивної аудіометрії спостері-
гаються сенсоневральні порушення слухо-
вої функції, виражені в різному ступені.
Причому більш вираженими такі порушен-
ня були у пацієнтів з ускладненим перебі-
гом ЦД 2 типу. Характерним був пологони-
зхідний тип аудіометричної кривої з найбі-
льшим підвищенням порогів у ділянці висо-
ких частот 4-8 кГц [13]. Так, на частоті 4
кГц показники порогів слуху для 1-ї та 2-ї
груп становили $26,72 \pm 1,89$ та $55,83 \pm 3,96$ дБ;
в ділянці 6 кГц – $38,72 \pm 2,52$ та $64,82 \pm 3,86$
дБ; на частоті 8 кГц – $41,52 \pm 2,36$ та
 $69,82 \pm 4,32$ дБ, відповідно.

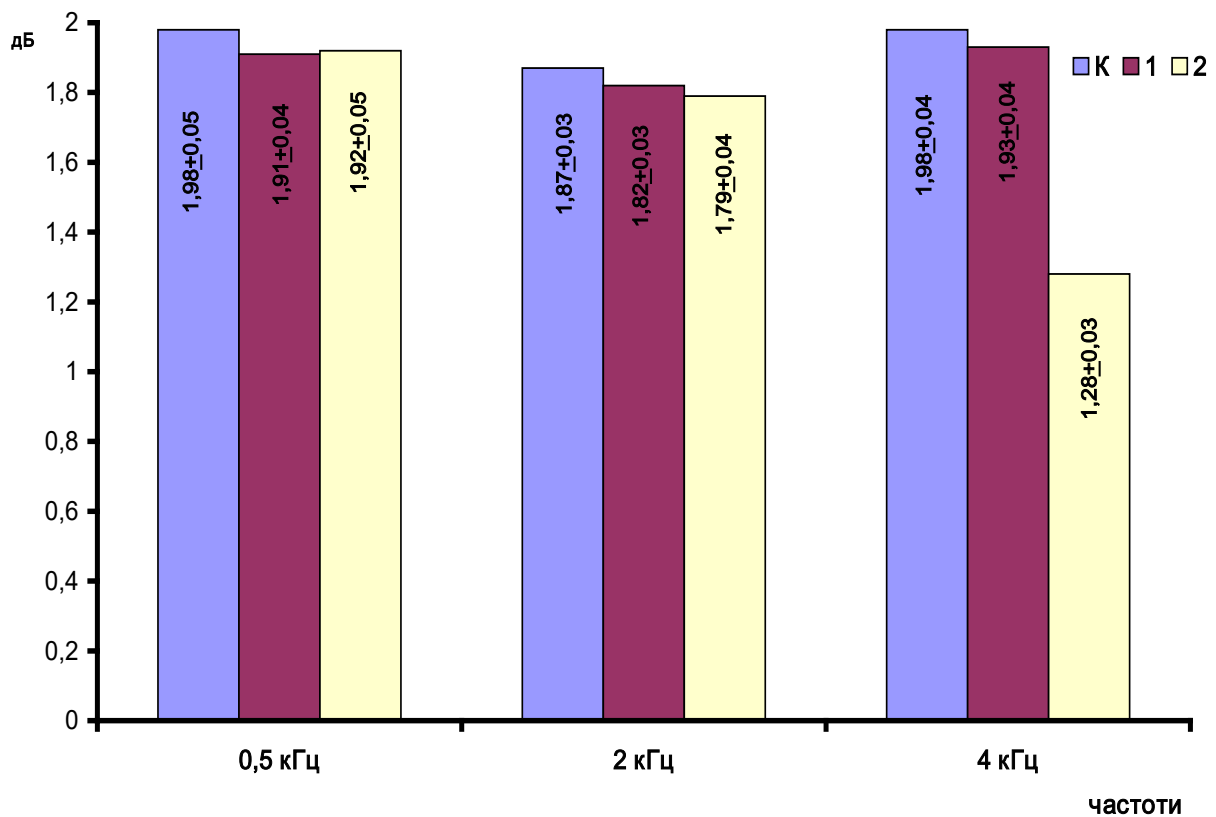
У обстежених нами пацієнтів з ЦД 2
типу практично не було виявлено порушен-
ня розбірливості мовного тесту, хоча деякі з
пацієнтів і скаржилися на періодичне погір-
шення розбірливості мови і складності при
спілкуванні. Однак середньостатистичні
значення порогів розбірливості мовних тес-
тів – як тесту числівників, так і словесного
тесту, не відрізнялися достовірно від контр-
ольних значень в обох досліджуваних гру-
пах хворих на ЦД. Середньостатистичні
пороги 50 % розбірливості тесту числівни-
ків Є.М. Харшака по кістковій та повітря-
ній провідності і 100 % розбірливості словес-
ного тесту Г.І. Грінберга і Л.Р. Зіндера не
відрізнялися від норми ($P > 0,05$).

Що стосується визначення ДП за ме-
тодом Люшера, то на частоті 0,5 та 1 кГц
вони не відрізнялися достовірно від контро-
льних значень в жодній з досліджуваних
груп, хоча у деяких пацієнтів 2-ї групи від-
значалося їх відносно зниження на частоті 1
кГц. Однак на частоті 4 кГц ДП були низь-
кими у певної частини пацієнтів, особливо в
2-й групі і середньостатистичні показники
ДП на цій частоті були достовірно зниже-
ними у обстежених пацієнтів 2 групи відно-
сно норми. Так, значення ДП на частоті 4
кГц склали в 1 групі $1,93 \pm 0,04$, в 2 групі
 $1,28 \pm 0,03$, при нормі $1,98 \pm 0,04$. Зауважимо,
що низькі або відносно знижені ДП в обла-
сті 4 кГц спостерігалися у 20,3% пацієнтів в
1 групі, та у 71,4 – в 2 групі обстежених.
Середньостатистичні значення ДП за мето-
дом Люшера у обстежених нами хворих на
ЦД 2 типу представлено в таблиці. Наочно
ці дані відображено на рисунку.

Середньостатистичні показники диференційних порогів за методом Люшера у групах обстежених пацієнтів

Групи обстежених	ДП за методом Люшера на різних частотах		
	0,5 кГц	2 кГц	4 кГц
К	1,98±0,05	1,87±0,03	1,98±0,04
1	1,91±0,04	1,82±0,03	1,93±0,04
2	1,92±0,05	1,79±0,04	1,28±0,03*
t/p (К-1)	1,09 P>0,05	1,18 P>0,05	0,88 P>0,05
t/p (К-2)	0,85 P>0,05	1,60 P>0,05	14,00 P<0,01
t/p (1-2)	0,16 P>0,05	0,60 P>0,05	13,00 P<0,01

Примітка: * - $p<0,05$; ** - $p<0,01$ – величини достовірно відрізняються від таких у контрольній групі.



Середньостатистичні значення ДП за методом Люшером у пацієнтів з СНП на фоні ЦД та у осіб контрольної групи.

Таким чином, низькі показники ДП на частоті 4 кГц є свідченням ураження рецепторного відділу слухового аналізатора у пацієнтів з СНП на фоні ЦД 2 типу. Більш вираженими зниження ДП були у пацієнтів з ускладненим перебігом ЦД 2 типу.

Висновки

1. При визначенні диференційних порогів сприйняття сили звуку за методикою Люшера у хворих з ЦД 2 типу реєструвалися низькі показники ДП на частоті 4 кГц, що свідчать про порушення функції завитки.

2. У пацієнтів з ускладненим перебігом ЦД 2 типу мають місце більш виражені зниження ДП, порівняно з групою пацієнтів

з більш легким перебігом захворювання, демонструючи більш виражені зміни у рецепторі слухової системи.

3. Низькі показники диференційних порогів сприйняття сили звуку за методом Люшера свідчать про наявність феномену прискороного зростання гучності, а отже – ураження рецепторного відділу слухового аналізатора, що погіршує самопочуття пацієнтів і є прогностично несприятливою ознакою.

4. Значення диференційного порогу сприйняття сили звуку на частоті 4 кГц має важливе діагностичне значення для виявлення ураження рецепторних структур слухової системи у хворих на ЦД 2 типу.

References

1. Elibol E, Baran H. The Association Between Glycolyzed Hemoglobin A1c and Hearing Loss in Diabetic Patients. *Cureus*. 2020 Sep 5;12(9):e10254. doi: 10.7759/cureus.10254.10.
2. ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR, Bannuru RR, Brown FM, Bruemmer D, et al. 4. Comprehensive Medical Evaluation and Assessment of Comorbidities: Standards of Care in Diabetes-2023. *Diabetes Care*. 2023;46(Suppl 1):S49-S67. doi: 10.2337/dc23-S004.
3. Gruber N, Pinhas-Hamiel O. Diabetes Out-of-the-Box: Diabetes Mellitus and Impairment in Hearing and Vision. *Curr Diab Rep*. 2022; 22 (9): 423-432. doi: 10.1007/s11892-022-01483-y.
4. Horikawa C, Kodama S, Tanaka S, Fujihara K, Hirasawa R, Yachi Y, et al. Diabetes and Risk of Hearing Impairment in Adults: A Meta-Analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013 Jan;98(1):51-8. doi: 10.1210/jc.2012-2119.
5. Kumar P, Singh NK, Apeksha K, Ghosh V, Kumar RR, Muthaiah KB. Auditory and Vestibular Functioning in Individuals with Type-2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2021 Jul 20;26(2):e281-e288. doi: 10.1055/s-0041-1726041.
6. 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.
7. Mankovsky BM. [Diabetic neuropathy: from head to fingertips]. Kyiv: Vira Prodzhekt; 2021. 448 p. [In Ukrainian].
8. Puri D, Kaur J, Gaur N, Kodidala SR. Role of glycated hemoglobin in microvascular complications in type 2 diabetes mellitus: cross sectional study. *International journal of endocrinology*. 2022;18(6):319-323. doi: 10.22141/2224-0721.18.6.2022.1201.
9. 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.
10. 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;Apr 9;28:e936373. doi: 10.12659/MSM.936373.
11. Shydlovska TA, Shydlovska TV, Kosakovsky AL. [Diagnostics and treatment of sensorineural deafness]. Kyiv;2008:432 p. [In Ukrainian].
12. Shydlovska TV, Zabolotniy DI, Shydlovska TA. [Sensorineural hearing loss]. Kyiv: Logos; 2006. 779 p. [In Ukrainian].
13. Shydlovska TA, Shydlovska TV, Navalkivska NY. [Hearing function status based on tonal threshold audiometry data in patients with type 2 diabetes mellitus]. *Otorhynolaryngology*. 2024;2:43-49. [Article in Ukrainian].
14. Tykhonova TM, Smilka YM. [Diabetic polyneuropathies: options of the course and influence on the quality of patients' life]. *Problems of Endocrine Pathology*. 2019;69(3):144-8. doi: 10.21856/j-PEP. 2019.3.19. [Article in Ukrainian].

Надійшла до редакції 08.07.2024

© Т.А. Шидловська, Т.В. Шидловська, Н.Я. Навальківська, В.А. Гвоздецький, 2024

ДАНІ НАДПОРОГОВОЇ АУДІОМЕТРІЇ У ПАЦІЄНТІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПУ ТА СЕНСОНЕВРАЛЬНИМИ ПОРУШЕННЯМИ СЛУХОВОЇ ФУНКЦІЇ

Шидловська ТА, Шидловська ТВ, Навальківська НЯ, Гвоздецький ВА
Державна установа «Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка
Національної академії медичних наук України»
Email: lorprof3@ukr.net

А н о т а ц і я

Вивчення надпорогових аудіометричних тестів залишається актуальним в аудіології. Одним з найбільш інформативних методів надпорогової аудіометрії для виявлення феномену прискороного наростання гучності (ФПНГ) є визначення диференційного порогу (ДП) сприйняття сили звуку за методом Люшера. Ця методика дозволяє дослідити здатність слухового аналізатора розрізняти мінімальні зміни звуку за інтенсивністю. Ймовірність розвитку рецепторних порушень слуху у пацієнтів із цукровим діабетом 2 типу є досить високою.

Мета: оцінити дані диференційного порогу сприйняття сили звуку за Люшером у пацієнтів з цукровим діабетом (ЦД) 2 типу з сенсоневральними порушеннями слухової функції.

Матеріали та методи дослідження: було обстежено 94 пацієнти (52 жінок і 42 чоловіків) з ЦД 2 типу, які мали скарги з боку слухової системи (зниження слуху, закладеність вух, вушний шум) та 15 практично здорових нормальночуючих осіб контрольної групи з рівнем цукру крові в межах норми. В залежності від важкості перебігу захворювання обстежені пацієнти з ЦД 2 типу були розподілені на 2 групи: 1-а група – без або із поодинокими мікрovasкулярними ускладненнями; 2-а група – з діагностованими тріопатіями (нейро-, нефро-, ретинопатія). Було ретельно вивчено дані анамнезу, скарги та проведено комплекс клініко-інструментальної діагностики стану слухової системи.

Аудіометричне обстеження здійснювалось у звукоізолюваній камері, з рівнем шумового фону не вище 30 дБ, за допомогою клінічних аудіометрів AD 229E та AC 40 фірми «Interacoustics» (Данія). Дослідження диференційних порогів сили звуку по інтенсивності за методом Люшера проводилось в області 0,5; 2 та 4 кГц.

Результати та їх обговорення: У обстежених пацієнтів з ЦД 2 типу практично не було виявлено порушення розбірливості мовного тесту, хоча деякі з пацієнтів і скаржилися на періодичне погіршення розбірливості мови та складності при спілкуванні. Однак середньостатистичні значення порогів розбірливості мовних тестів – як тесту числівників, так і словесного тесту, не відрізнялися достовірно від контрольних значень в обох досліджуваних групах хворих на ЦД. Що стосується ДП, визначених за методом Люшера, то на частоті 0,5 та 1 кГц вони достовірно не відрізнялись від контрольних значень в жодній з досліджуваних груп, хоча у деяких пацієнтів 2-ї групи відзначалося відносно зниження показників ДП на частоті 1 кГц. Однак на частоті 4 кГц ДП були низькими у певної частини пацієнтів, особливо в 2-й групі, і середньостатистичні показники ДП на цій частоті були достовірно зниженими у обстежених пацієнтів 2-ї групи відносно норми. Так, значення ДП на частоті 4 кГц склали $1,93 \pm 0,04$ у пацієнтів 1-ї групи та $1,28 \pm 0,03$ – 2-ї, при нормі $1,98 \pm 0,04$. Зауважимо, що низькі або відносно знижені ДП в області 4 кГц спостерігалися у 20,3% обстежених пацієнтів 1-ї групи та у 71,4 – 2-ї групи.

Таким чином, низькі показники ДП на частоті 4 кГц є свідченням ураження рецепторного відділу слухового аналізатора у пацієнтів з СНП на фоні ЦД 2 типу. Більш вираженими зниження ДП були у пацієнтів з ускладненим перебігом ЦД 2 типу.

Висновки

1. При визначенні диференційних порогів сприйняття сили звуку за методикою Люшера у хворих з ЦД 2 типу реєструвалися низькі показники ДП на частоті 4 кГц, що свідчать про порушення функції завивтки.

2. У пацієнтів з ускладненим перебігом ЦД 2 типу мають місце більш виражені зниження ДП, порівняно з групою пацієнтів з більш легким перебігом захворювання, демонструючи більш виражені зміни у рецепторі слухової системи.

3. Низькі показники диференційних порогів сприйняття сили звуку за методом Люшера свідчать про наявність феномену прискороного зростання гучності, а отже – ураження рецепторного відділу слухового аналізатора, що погіршує самопочуття пацієнтів і є прогностично несприятливою ознакою.

4. Значення диференційного порогу сприйняття сили звуку на частоті 4 кГц має важливе діагностичне значення для виявлення ураження рецепторних структур слухової системи у хворих на ЦД 2 типу.

Ключові слова: цукровий діабет, сенсоневральна приглухуватість, слуховий аналізатор, надпорогова аудіометрія.

SUPRATHRESHOLD AUDIOMETRY DATA IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS AND SENSORINEURAL HEARING DISORDERS

*Shydlovska TA, Shydlovska TV, Navalkivska NY, Hvozdetyskyi VA
State Institution "O.S. Kolomiychenko Institute of Otolaryngology
of National Academy of Medical Sciences of Ukraine"
Email: lorprof3@ukr.net*

Abstract

The study of suprathreshold audiometric tests remains relevant in audiology. One of the most informative methods of suprathreshold audiometry for detecting the phenomenon of Loudness Growth Acceleration (LGA) is the determination of the Differential Threshold (DT) of sound intensity perception using Lüscher's method. This methodology allows for investigating the auditory system's ability to distinguish minimal changes in sound intensity. The probability of developing sensory hearing disorders in patients with type 2 diabetes is quite significant.

Objective: to evaluate the data of the Differential Threshold of sound intensity perception using Lüscher's method in patients with type 2 diabetes who have sensorineural hearing disorders.

Materials and methods: We examined a total of ninety-four patients (52 women and 42 men) diagnosed with type 2 diabetes who presented symptoms affecting their auditory system, such as hearing loss, ear congestion and tinnitus. In addition, we included a control group consisting of 15 healthy individuals with normal blood sugar levels for comparison.

Depending on the severity of the disease progression, the patients with type 2 diabetes were divided into groups: group 1 included those without or with isolated microvascular complications, while group 2 comprised individuals diagnosed with triopathies (neuropathy, nephropathy, retinopathy).

We thoroughly examined the medical history, complaints, and conducted a comprehensive clinical and instrumental diagnostic assessment of the auditory system's condition.

The audiometric examination was conducted in a soundproof chamber, with a background noise level not exceeding 30 dB, using clinical audiometers AD 229E and AC 40 of the company "Interacoustics" (Denmark). The investigation of Differential Thresholds of sound intensity using Lüscher's method was conducted at frequencies of 0,5, 2, and 4 kHz.

Results and discussion: In the patients with type 2 diabetes that we examined, there was practically no impairment in speech discrimination test results, although some patients did report occasional deterioration in speech clarity and communication difficulties. However, the average thresholds of speech discrimination tests, both for numeral and verbal tests, did not significantly differ from the control values in both studied groups of patients with type 2 diabetes mellitus. Regarding the Differential Thresholds measured by Lüscher's method, at frequencies of 0,5 and 1 kHz, they did not differ significantly from the control values in either of the studied groups. However, some patients in group 2 exhibited a relative decrease at the 1 kHz frequency. However, at the 4 kHz frequency, the DT were notably low in some patients, particularly in group 2. On average, the DT values at this frequency were significantly lower in the examined patients of group 2 compared to the normal range. Indeed, the DT values at 4 kHz were $1,93 \pm 0,04$ in group 1 and $1,28 \pm 0,03$ in group 2, compared to the norm of $1,98 \pm 0,04$. It is notable that low or relatively decreased DT values at the 4 kHz frequency were observed in 20,3% of patients in group 1 and in 71,4% of those examined in group 2.

Therefore, low DT values at 4 kHz suggest damage to the receptor part of the auditory system in patients with sensorineural hearing impairment associated with type 2 diabetes mellitus. The reductions in DT were more pronounced in patients with advanced type 2 diabetes complications.

Conclusions:

1. According to the Differential Threshold values using Lüscher's method, patients with type 2 diabetes exhibited low DT values at 4 kHz, indicating impairment of the cochlear function.

2. In patients with complicated type 2 diabetes mellitus, more pronounced reductions in Differential Threshold values are observed compared to those with milder forms, indicating more significant changes in the auditory system's receptors.

3. Low Differential Thresholds using Lüscher's method indicate the presence of Loudness Growth Acceleration, suggesting damage to the receptor part of the auditory system. This condition worsens patients' well-being and is an unfavourable prognostic sign.

4. The Differential Threshold value at 4 kHz using Lüscher's method is crucial for diagnosing impairment in the receptor structures of the auditory system in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM).

Keywords: diabetes mellitus, sensorineural hearing loss, auditory analyser, suprathreshold audiometry.