

MODULATING EFFECT OF MOLECULAR HYDROGEN ON THE GLYCEMIC PROFILE IN RATS WITH METABOLIC SYNDROME

Kravchuk Y. S., Korda M. M.

Abstract. Metabolic syndrome (MS) is a complex metabolic disorder in which disturbances of carbohydrate metabolism represent one of the key pathogenic pathways. Molecular hydrogen is considered a substance capable of influencing metabolic processes and adaptive responses of the organism under pathological conditions.

The aim of this study was to evaluate the effect of molecular hydrogen-enriched water on carbohydrate metabolism parameters in rats with experimentally induced MS.

MS was induced by long-term administration of a high-calorie diet. A subgroup of rats received water enriched with molecular hydrogen (0.6 ppm). Serum levels of glucose, insulin, the HOMA-IR index, fructosamine, and glycated hemoglobin were assessed. The effectiveness of correction was evaluated at 6, 12, and 20 weeks from the onset of the experiment. Rats with MS demonstrated a progressive increase in hyperglycemia, reaching its highest values by week 20 (a 76% rise compared to controls). Insulin concentration increased at early stages (by 55% at week 6) and rose 1.7-fold at later stages. A similar trend was observed in HOMA-IR, indicating advancing insulin resistance. Fructosamine and HbA1c remained relatively stable initially but increased markedly at 12 and especially 20 weeks. Correction with hydrogen-enriched water exerted stage-dependent effects. No changes were detected at week 6. By week 12, moderate reductions in insulin (21%) and HOMA-IR (34%) were observed. The most pronounced effect was recorded at week 20: glucose decreased by 32%, insulin by 24%, HOMA-IR by 49%, and HbA1c by 28% compared with untreated MS animals. These findings indicate that prolonged intake of molecular hydrogen partially normalizes carbohydrate metabolism, alleviates insulin resistance, and slows metabolic decompensation, although it does not achieve full normalization.

Thus, the obtained data support the potential of molecular hydrogen as a metabolic modulator capable of mitigating glycemic and hormonal dysfunction during the long-term course of MS.

Key words: metabolic syndrome, carbohydrate metabolism, molecular hydrogen.

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:Kravchuk Y. S.: <https://orcid.org/0009-0008-8231-5191>^{BCD}Korda M. M.: <https://orcid.org/0000-0003-0676-336X>^{AEF}**Conflict of interest / Конфлікт інтересів:**

The authors declare no conflict of interest / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Kravchuk Yuliya Serhiyivna / Кравчук Юлія Сергіївна

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University / Тернопільський національний медичний університет імені І.Я.Горбачевського

Ukraine. 46001, Ternopil, 1 Maidan Voli str / Адреса: Україна, 46001, м. Тернопіль, вул. майдан Волі 1

Tel.: +380673500976 / Тел.: +380673500976

E-mail: kravchuk_jus@tdmu.edu.ua

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 29.07.2025 / Стаття надійшла 29.07.2025 року

Accepted 12.11.2025 / Стаття прийнята до друку 12.11.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-4-179-159-166

UDC 616.281-008.55-036.1

Muradova N. A.

**GLYCEROL DEHYDRATION TEST IN PATIENTS WITH SUSPECTED MENIERE'S DISEASE:
A CLINICAL OBSERVATIONAL STUDY****Azerbaijan Medical University (Baku, Azerbaijan)**statya2021@mail.ru

Meniere's disease is a chronic inner-ear disorder characterized by episodic vertigo, fluctuating sensorineural hearing loss, tinnitus, and aural fullness. Its underlying pathology is associated with endolymphatic hydrops, yet timely diagnosis remains clinically challenging. Functional diagnostic tests play an important role in evaluating cochlear involvement, particularly when imaging methods are unavailable. The glycerol dehydration test (GDT) is a non-invasive procedure based on the osmotic action of orally administered glycerol, which can temporarily reduce endolymphatic volume and improve hearing thresholds.

This observational clinical study assessed the diagnostic utility of the GDT in 39 patients with suspected Meniere's disease. Pure-tone audiometry was performed before glycerol administration and repeated at 1, 2, and 3 hours after

ingestion of glycerol at a dose of 1 g/kg body weight. A positive test was defined as ≥ 10 dB improvement in hearing thresholds and/or $\geq 12\%$ increase in speech discrimination scores.

The overall positivity rate was 48.7%, with women demonstrating higher positivity (57.1%) than men (38.9%). Maximum improvements were detected at the third hour, highlighting the importance of sequential audiometry. These findings are consistent with international literature and support GDT as a practical, inexpensive, and clinically valuable method for detecting endolymphatic hydrops. Further prospective studies integrating GDT with electrophysiological and imaging techniques are recommended.

Key words: Meniere's disease, glycerol dehydration test, endolymphatic hydrops, audiometry, vestibular disorders.

Connection of the publication with planned research work.

This study is part of the doctoral dissertation "Optimization of Differential Diagnosis of Vestibular Pathologies".

Introduction.

Meniere's disease (MD) is a chronic disorder of the inner ear characterized by episodic vertigo, fluctuating sensorineural hearing loss, tinnitus, and aural fullness [1]. Its primary pathophysiological correlate is endolymphatic hydrops (EH), defined as pathological distension of the endolymphatic space within the membranous labyrinth [2-4]. Despite significant progress in neurotology, the diagnosis of MD remains difficult because symptoms overlap with migraine-related vertigo, vestibular neuritis, autoimmune inner-ear disease, and other cochleovestibular disorders [5].

Early identification of EH is crucial for patient management. When MRI visualization is not available or affordable, functional tests may provide diagnostic value. One such method is the glycerol dehydration test (GDT), first described by Klockhoff and colleagues, based on the osmotic property of glycerol causing temporary reduction in endolymphatic pressure, leading to measurable improvement in hearing thresholds [6, 7].

International literature reports GDT positivity rates ranging from 40% to 60% [8-10]. However, gender-related variations and real-world clinical performance of the test remain insufficiently studied. Therefore, this study aimed to investigate the diagnostic utility of the glycerol dehydration test in patients suspected of Meniere's disease and evaluate possible differences between male and female patients.

The aim of the study.

To evaluate the effectiveness of the glycerol dehydration test (GDT) in patients with suspected Meniere's disease and to identify potential differences in test outcomes between men and women.

Object and research methods.

This retrospective observational study included 39 patients suspected of Meniere's disease, comprising 21 women and 18 men. Inclusion criteria were: clinical suspicion of Meniere's disease, complete audiometric evaluation, and participation in the standardized glycerol dehydration test (GDT).

The glycerol test was conducted according to the following protocol:

1. Baseline audiometry. All patients underwent full tonal audiometry prior to glycerol administration.

2. Glycerol administration. Oral glycerol was administered at a dose of 1 g per kg of body weight.

3. Sequential audiometry. Audiometry was repeated at 1 hour, 2 hours, and 3 hours after glycerol intake to assess changes in hearing thresholds.

This study was conducted in accordance with the requirements of Good Clinical Practice (ICH E2(R6) GCP) and the Declaration of Helsinki of the World Health Organization. All patients provided informed voluntary consent prior to any procedures.

Criteria for a positive test: An improvement of ≥ 10 dB in pure-tone thresholds and/or an increase of $\geq 12\%$ in speech discrimination scores at any time point. The best improvement across the three audiometric measurements was recorded for analysis. Descriptive statistics were applied. Positive test results were summarized as n (%). Gender-specific positivity rates were calculated. Due to the limited sample size, only descriptive comparison was performed.

Research results and their discussion.

A total of 39 patients underwent the glycerol dehydration test (GDT). The test was positive in 19 patients, resulting in a positivity rate of:

$$\text{Positivity rate} = 19/39 \times 100 = 48.7\%$$

The 95% confidence interval (CI) for this proportion was calculated using the Wilson score interval:

$$\text{CI}_{95\%} = 33.9\% \text{ to } 63.8\%$$

This indicates that the true positivity rate in the population is likely within this range.

The **table 1** below summarizes the number and percentage of positive and negative glycerol dehydration test results according to patient gender. Women showed a higher positivity rate (57.1%) compared to men (38.9%). Overall, 48.7% of all patients tested positive.

Sequential audiometry revealed gradual improvement in hearing thresholds after glycerol administration.

Table 2 shows the average hearing improvement (in dB) observed at 1, 2, and 3 hours after glycerol intake. Maximum improvement was generally observed at the third hour, indicating the importance of sequential audiometry in detecting positive test responses. Among positive cases, speech discrimination scores increased by an average of 14%, consistent with the $\geq 12\%$ criterion for a positive test. Women showed slightly higher improvement (mean 15%) than men (mean 12%). 1st hour: 8 patients (20.5%), 2nd hour: 13 patients (33.3%), 3rd hour: 19 patients (48.7%). This shows that a majority of positive responses occurred at the 3rd hour, highlighting the importance of sequential measurements. The overall

Table 1 – Gender distribution of positive and negative glycerol dehydration test results

Gender	Total Patients	Positive	Positive (%)	Negative	Negative (%)
Women	21	12	57.1%	9	42.9%
Men	18	7	38.9%	11	61.1%
Total	39	19	48.7%	20	51.3%

glycerol dehydration test (GDT) positivity rate of 48.7% (95% CI: 33.9-63.8%) is consistent with previously reported international studies, which range between 40% and 60%. Women tended to respond better than men, possibly reflecting underlying physiological or hormonal differences. Sequential audiometric assessment further enhances the sensitivity of the test, highlighting the importance of repeated measurements over time. Taken together, these findings support the glycerol dehydration test as a simple, reliable, and practical method for detecting endolymphatic hydrops in patients suspected of Meniere's disease.

The diagnostic value of GDT has been examined in multiple recent studies. A 2021 publication combining GDT with electrocochleography (ECoChG) and VEMP reported a positivity rate of 38%, concluding that GDT alone has moderate sensitivity but gains value when integrated into multimodal approaches [11]. Another study incorporating GDT with gadolinium-enhanced 3D-FLAIR MRI demonstrated measurable reduction in endolymphatic hydrops following glycerol intake, confirming the physiological basis of the test [12].

A broad review demonstrated that dehydration tests, including GDT, show average sensitivity around 66%, particularly higher during active phases of Ménière's disease [13]. Earlier acoustic and vibration-based experiments confirmed that glycerol-responsive ears show measurable changes in cochlear mechanics [14].

Our results (48.7% positivity) fit well within the current international spectrum. Gender-based differences in GDT response – women demonstrating higher positivity – have been hinted at in several studies but remain poorly explained. Hormonal influences, inner-ear fluid dynamics, and vascular factors may contribute.

DOI 10.29254/2077-4214-2025-4-179-159-166

УДК 616.281-008.55-036.1

Мурадова Н. А.

ГЛІЦЕРОЛОВИЙ ДЕГІДРАТАЦІЙНИЙ ТЕСТ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ ПІДОЗРОЮ НА ХВОРОБУ МЕНЬЄРА: КЛІНІЧНЕ СПОСТЕРЕЖЕННЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Азербайджанський медичний університет (м. Баку, Азербайджан)

statya2021@mail.ru

Хвороба Мен'єра – це хронічне захворювання внутрішнього вуха, що характеризується епізодами системного запаморочення, флюктуючою нейросенсорною туговухістю, шумом у вухах і відчуттям закладеності вуха. Основним патофізіологічним субстратом захворювання вважається ендолімфатичний гідропс, проте своєчасна діагностика, як і раніше, представляє значні клінічні труднощі. Функціональні діагностичні тести відіграють важливу роль в оцінці кохлеарного компонента захворювання, особливо в умовах обмеженої доступності методів візуалізації. Гліцеровий дегідратаційний тест (GDT) є неінвазивною методикою, заснованою на осмотичній дії перорально введеного гліцеролу, який тимчасово зменшує об'єм ендолімфи і призводить до поліпшення слухових порогів.

У даному спостережному клінічному дослідженні була оцінена діагностична значимість GDT у 39 пацієнтів з підозрою на хворобу Мен'єра. Тональна порогова аудіометрія проводилася до прийому гліцерину і повторювалася через 1, 2 і 3 години після його прийому в дозі 1 г/кг маси тіла. Позитивним результатом тесту вважалося поліпшення слухових порогів на ≥ 10 дБ і/або збільшення розбірливості мови на $\geq 12\%$.

Загальна частота позитивних результатів склала 48,7%, при цьому у жінок позитивна відповідь спостерігалася частіше (57,1%), ніж у чоловіків (38,9%). Максимальні поліпшення слуху реєструвалися на третій годині, що підкреслює важливість послідовної аудіометрії. Отримані дані відповідають міжнародним дослідженням і підтверджують клінічну цінність GDT як простого, доступного та економічно ефективного методу виявлення ендолімфатичного гідропсу. Рекомендується проведення подальших проспективних досліджень з інтеграцією GDT, електрофізіологічних та візуалізаційних методів.

Table 2 – Mean hearing improvement at 1, 2, and 3 hours after glycerol administration

Time After Glycerol	Mean Hearing Improvement (dB)	Standard Deviation
1 hour	5.2	2.1
2 hours	7.8	2.5
3 hours	9.1	3.0

Despite its advantages, GDT is not universally reliable. Studies in 2023 and 2025 show that combining GDT with MRI, ECoChG, and VEMP improves diagnostic yield substantially [15, 16]. Therefore, while GDT is a valuable first-line functional test, multimodal diagnostic pathways remain crucial, particularly in early or atypical cases.

Conclusions.

This clinical observational study demonstrates that the glycerol dehydration test is a simple, cost-effective, and practical diagnostic tool for detecting endolymphatic hydrops in suspected Meniere's disease. The overall positivity rate of 48.7% is consistent with international data. Sequential audiometry enhances detection, with most positive findings occurring at the third hour.

Although the test has moderate sensitivity when used alone, it is particularly valuable in settings where advanced diagnostics such as MRI, ECoChG, or VEMP are limited. For improved accuracy, incorporation of GDT into a multimodal diagnostic algorithm is recommended.

Perspectives for further research.

Future research should involve larger prospective, multicenter studies combining glycerol testing with ECoChG, VEMP, endolymphatic hydrops MRI protocols, longitudinal follow-up of threshold changes. Such studies will help refine diagnostic accuracy and improve patient selection for early intervention.

Ключові слова: хвороба Мен'єра, гліцероловий дегідратаційний тест, ендолімфатичний гідропс, аудіометрія, вестибулярні розлади.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Дане дослідження є частиною докторської дисертації «Оптимізація диференціальної діагностики вестибулярних патологій».

Вступ.

Хвороба Мен'єра (ХМ) – хронічне захворювання внутрішнього вуха, що проявляється епізодами системного запаморочення, флюктуючою нейросенсорною туговухістю, шумом у вухах і відчуттям тиску у вусі [1]. Основним патофізіологічним корелятом захворювання вважається ендолімфатичний гідропс (ЕГ), що визначається як патологічне розширення ендолімфатичного простору мембранозного лабіринту [2-4]. Незважаючи на значні досягнення нейроторології, діагностика БМ залишається складною, оскільки її клінічні прояви перекриваються з вестибулярною мігренню, вестибулярним невритом, аутоімунними захворюваннями внутрішнього вуха та іншими кохлеовестибулярними патологіями [5].

Рання ідентифікація ЕГ має ключове значення для ведення пацієнтів. В умовах обмеженої доступності або високої вартості МРТ функціональні методи можуть мати істотну діагностичну цінність. Одним з таких методів є гліцероловий дегідратаційний тест, вперше описаний Клокхоффом і співавторами. Він заснований на осмотичному ефекті гліцеролу, що викликає тимчасове зниження ендолімфатичного тиску і, як наслідок, поліпшення слухових показників [6, 7].

Згідно з даними міжнародної літератури, частота позитивних результатів GDT варіює від 40% до 60% [8-10]. Однак гендерні відмінності у відповіді на тест і його реальна клінічна ефективність вивчені недостатньо. У зв'язку з цим метою даного дослідження було оцінити діагностичну значимість GDT у пацієнтів з підозрою на хворобу Мен'єра, а також виявити можливі відмінності між чоловіками і жінками.

Мета дослідження.

Оцінити ефективність гліцеролового дегідратаційного тесту (GDT) у пацієнтів з підозрою на хворобу Мен'єра та визначити можливі відмінності результатів тесту залежно від статі.

Об'єкт і методи дослідження.

Ретроспективне спостережне дослідження включало 39 пацієнтів з клінічним підозрою на хворобу Мен'єра, з яких 21 жінка і 18 чоловіків. Критеріями включення були: клінічна підозра на БМ, наявність повного аудіометричного обстеження і проведення стандартизованого гліцеролового дегідратаційного тесту.

Протокол проведення GDT включав наступні етапи:

1. Початкова аудіометрія: всім пацієнтам проводилася тональна порогова аудіометрія до прийому гліцерину.

2. Прийом гліцерину: пероральне введення гліцерину в дозі 1 г/кг маси тіла.

3. Послідовна аудіометрія: повторні вимірювання слухових порогів через 1, 2 і 3 години після прийому гліцерину.

Під час проведення даного дослідження було дотримано вимог Good Clinical Practice (ICH E2(R6) GCP) та Гельсінської Декларації Всесвітньої медичної організації. До початку будь-яких процедур усі пацієнти надали інформовану добровільну згоду на участь.

Критерії позитивного результату: поліпшення слухових порогів на ≥ 10 дБ і/або збільшення розбірливості мови на $\geq 12\%$ в будь-якій з тимчасових точок. Для аналізу враховувалося максимальне поліпшення, зареєстроване протягом трьох годин. Застосовувалася описова статистика. Результати представлені у вигляді n (%). Гендерні відмінності аналізувалися описово у зв'язку з обмеженим обсягом вибірки.

Результати дослідження та їх обговорення.

Всього гліцероловий дегідратаційний тест був виконаний у 39 пацієнтів. Позитивний результат зареєстрований у 19 пацієнтів, що склало:

Частота позитивних результатів = $19/39 \times 100 = 48,7\%$

95% довірчий інтервал (ДІ) для цієї пропорції, розрахований за методом Вілсона:

$$DI_{95\%} = 33.9\% \text{ to } 63.8\%$$

Це вказує на ймовірний діапазон істинної частоти позитивних результатів у популяції.

У таблиці 1 представлено розподіл позитивних і негативних результатів GDT залежно від статі. У жінок позитивна відповідь спостерігалася частіше (57,1%), ніж у чоловіків (38,9%). Загалом 48,7% всіх пацієнтів мали позитивний результат тесту.

Послідовна аудіометрія виявила поступове поліпшення слухових порогів після прийому гліцерину.

У таблиці 2 наведено середнє поліпшення слуху (в дБ), яке спостерігалася через 1, 2 та 3 години після прийому гліцерину. Максимальне поліпшення, як правило, спостерігалася на третій годині, що вказує на важливість послідовної аудіометрії для виявлення позитивних результатів тесту. Серед позитивних випадків показники розрізнення мови збільшилися в середньому на 14%, що відповідає критерію $\geq 12\%$ для позитивного результату тесту. Жінки показали дещо вищий показник поліпшення (в середньому 15%), ніж чоловіки (в середньому 12%). 1-а година: 8 пацієнтів (20,5%), 2-а година: 13 пацієнтів (33,3%), 3-я година: 19 пацієнтів (48,7%). Це показує, що більшість позитивних реакцій відбулася на 3-й годині, що підкреслює важливість послідовних вимірювань. Загальний рівень позитивних результатів тесту на дегідратацію гліцерином (GDT) 48,7% (95% ДІ: 33,9-63,8%) відповідає раніше опублікованим міжнародним дослідженням, які коливаються в діапазоні від 40% до 60%. Жінки, як правило, реагували краще, ніж чоловіки, що, можливо, відображає фундаментальні фізіологічні або гормональні відмінності. Послідовна аудіометрична оцінка ще більше підвищує чутливість

Таблиця 1 – Розподіл результатів гліцеролового дегідратаційного тесту за статтю

Стать	Загалом пацієнтів	Позитивний	Позитивний (%)	Негативний	Негативний (%)
Жінки	21	12	57.1%	9	42.9%
Чоловіки	18	7	38.9%	11	61.1%
Загалом	39	19	48.7%	20	51.3%

тесту, підкреслюючи важливість повторних вимірювань протягом часу. У сукупності ці результати підтверджують, що тест на дегідратацію гліцерином є простим, надійним і практичним методом виявлення ендолімфатичного гідропсу у пацієнтів з підозрою на хворобу Мен'єра.

Діагностична цінність GDT вивчалася в ряді сучасних досліджень. У роботі 2021 року, в якій GDT поєднувався з електрокохлеографією (ЕКОХГ) і VEMP, частота позитивних результатів склала 38%, при цьому автори дійшли висновку, що чутливість тесту помірна, але значно зростає при використанні в складі мультимодального підходу [11]. Інше дослідження, що включало GDT і MPT з гадоліній-підсиленням 3D-FLAIR, продемонструвало зменшення вираженості ендолімфатичного гідропсу після прийому гліцерину, що підтверджує фізіологічну основу тесту [12].

Систематичний огляд показав, що дегідратаційні тести, включаючи GDT, мають середню чутливість близько 66%, особливо в активній фазі хвороби Мен'єра [13]. Більш ранні акустичні та вібраційні дослідження також підтвердили, що у пацієнтів з позитивною реакцією на гліцерин відзначаються вимірювані зміни кохлеарної механіки [14].

Отримані нами результати (48,7%) повністю відповідають міжнародним даним. Гендерні відмінності, що виявляються більш високою чутливістю тесту у жінок, згадуються в ряді публікацій, проте їх патологічні механізми до кінця не ясні і, ймовірно, пов'язані з гормональними, судинними і гідродинамічними факторами.

Незважаючи на очевидні переваги, GDT не є універсально надійним методом. Дослідження 2023 і 2025 років показали, що поєднання GDT з MPT, ЕКОХГ і VEMP значно підвищує діагностичну точність [15, 16]. Тому, хоча GDT є цінним функціональним тестом

Таблиця 2 – Середнє поліпшення слуху через 1, 2 і 3 години після прийому гліцерину

Час після введення гліцеролу	Середнє покращення слуху (дБ)	Стандартне відхилення
1 година	5.2	2.1
2 години	7.8	2.5
3 години	9.1	3.0

першої лінії, мультимодальні діагностичні шляхи залишаються надзвичайно важливими, особливо у ранніх або атипичних випадках.

Висновки.

Це клінічне обсерваційне дослідження демонструє, що тест на дегідратацію гліцерином є простим, економічно ефективним і практичним діагностичним інструментом для виявлення ендолімфатичного гідропсу при підозрі на хворобу Мен'єра. Загальний рівень позитивних результатів (48,7%) відповідає міжнародним даним. Послідовна аудіометрія покращує виявлення, причому більшість позитивних результатів спостерігається на третій годині.

Хоча тест має помірну чутливість при використанні окремо, він є особливо цінним в умовах, коли можливості прогресивної діагностики, такої як MPT, ЕКОХГ або VEMP, є обмеженими. Для підвищення точності рекомендується включити GDT до мультимодального діагностичного алгоритму.

Перспективи подальших досліджень.

Майбутні дослідження повинні включати більш масштабні проспективні багатоцентрові дослідження, що поєднують тестування гліцерином з ЕКОХГ, VEMP, протоколами MPT ендолімфатичного гідропсу, а також подовженим спостереженням за змінами порогу чутливості. Такі дослідження допоможуть підвищити точність діагностики та поліпшити відбір пацієнтів для раннього втручання.

References / Література

- Gürkov R, Hornibrook J. Meniere's disease: a review. *Lancet*. 2016;388:1286-1295. DOI: [10.1016/S0140-6736\(16\)00548-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00548-1).
- Lütkenhöner B. Diagnostic sensitivity of dehydration tests in endolymphatic hydrops. *BMC Ear Nose Throat Disord*. 2014;14:12. DOI: [10.1186/1472-6815-14-12](https://doi.org/10.1186/1472-6815-14-12).
- Xiao H, Guo X, Cai H, Lin J, Lin C, Fang Z, et al. Magnetic resonance imaging of endolymphatic hydrops in Ménière's disease: A comparison of the diagnostic value of multiple scoring methods. *Front Neurol*. 2022;13:967323. DOI: [10.3389/fneur.2022.967323](https://doi.org/10.3389/fneur.2022.967323).
- Gürkov R. Pathophysiology of Ménière's disease. *Otol Neurotol*. 2017;38:774-784. DOI: [10.1097/MAO.0000000000001444](https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001444).
- Klockhoff I, Lindblom U. The glycerol test in Ménière's disease. *Acta Otolaryngol*. 1970;69:479-485.
- Ito T, Inoue T, Inui H, Miyasaka T, Yamanaka T, Kichikawa K, et al. Novel Magnetic Resonance Imaging-Based Method for Accurate Diagnosis of Meniere's Disease. *Front Surg*. 2021;8:671624. DOI: [10.3389/fsurg.2021.671624](https://doi.org/10.3389/fsurg.2021.671624).
- Muradova NA. A New Diagnostic Algorithm for Vestibular Dysfunction. *Azerbaijan Medical Journal*. 2025;1:50-53. DOI: [10.34921/amj.2025.1.009](https://doi.org/10.34921/amj.2025.1.009).
- Güneri EA, Çakır A, Mutlu B. Validity and reliability of diagnostic tests for Ménière's disease. *Turk Arch Otorhinolaryngol*. 2016;54(3):124-130. DOI: [10.5152/tao.2016.1618](https://doi.org/10.5152/tao.2016.1618).
- Nagarajan P, Thangaraj MS. Comparison of glycerol test, ECoChG and VEMP findings in patients with Ménière's disease. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2021;74(1):668-674. DOI: [10.1007/s12070-021-02856-7](https://doi.org/10.1007/s12070-021-02856-7).
- Park SM, Han JH, Lee JK, Choi BS, Bae YJ, Choi BY. Correlation between the etiology of severe hearing loss and endolymphatic hydrops. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2025;282(2):781-787. DOI: [10.1007/s00405-024-08993-3](https://doi.org/10.1007/s00405-024-08993-3).
- Lopez-Escamez JA, Perez-Carpena P Update on the pathophysiology, diagnosis and management of Ménière's disease. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2024;32(5):306-312. DOI: [10.1097/MCO.0000000000001002](https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000001002).
- Basura GJ, Adams ME, Monfared A, Schwartz SR, Antonelli PJ, Burkard R, et al. Clinical Practice Guideline: Ménière's Disease. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2020;162(2):S1-S55. DOI: [10.1177/0194599820909438](https://doi.org/10.1177/0194599820909438).
- Wang P, Yu D, Wang H, Ye H, Qiao R, Chen Z, et al. Contrast-Enhanced MRI Combined With the Glycerol Test Reveals the Heterogeneous Dynamics of Endolymphatic Hydrops in Patients With Ménière's Disease. *J Magn Reson Imaging*. 2020;52(4):1066-1073. DOI: [10.1002/jmri.27127](https://doi.org/10.1002/jmri.27127).
- Kirbac A, Incesulu SA, Toprak U, Cakli H, Ozen H, Saylisoy S. Audio-vestibular and radiological analysis in Meniere's disease. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2022;88(3):S117-S124. DOI: [10.1016/j.bjorl.2022.08.003](https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2022.08.003).
- Pan H, Lei P, Liu Q, Liu Y, Xia K, Shen X, et al. Dynamic hearing thresholds after glycerol ingestion may be modified by endolymphatic hydrops status in Ménière's disease. *Acta Otolaryngol*. 2025;145(7):563-570. DOI: [10.1080/00016489.2025.2489646](https://doi.org/10.1080/00016489.2025.2489646).
- Leng Y, Fan W, Liu Y, Xia K, Zhou R, Liu J, et al. Comparison between audio-vestibular findings and contrast-enhanced MRI of inner ear in patients with unilateral Ménière's disease. *Front Neurosci*. 2023;17:1128942. DOI: [10.3389/fnins.2023.1128942](https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1128942).

ГЛІЦЕРОЛОВИЙ ДЕГІДРАТАЦІЙНИЙ ТЕСТ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ ПІДОЗРОЮ НА ХВОРОБУ МЕНЬЄРА: КЛІНІЧНЕ СПОСТЕРЕЖЕННЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мурадова Н. А.

Резюме. Хвороба Меньєра (ХМ) – це хронічне захворювання внутрішнього вуха, що характеризується епізодичним запамороченням, коливальним сенсоневральним зниженням слуху, шумом у вухах і відчуттям наповнення вуха, що веде до значного погіршення якості життя пацієнтів та їхнього повсякденного функціонування. Патологічною основою ХМ загально визнано вважається ендолімфатичний гідропс (ЕГ) – стан, що відображає аномальне накопичення ендолімфи в мембранному лабіринті. Хоча діагностика МД еволюціонувала протягом останніх десятиліть, включаючи встановлення чітких діагностичних критеріїв Товариством Барані, раннє виявлення ЕГ в реальних клінічних умовах залишається складним завданням. Функціональні тести, такі як дегідратаційний гліцероловий тест (GDT), продовжують відігравати важливу роль, особливо в умовах, коли сучасні методи візуалізації недоступні. Дане дослідження, що є частиною дисертації «Оптимізація диференціальної діагностики вестибулярних патологій», має на меті оцінити діагностичну цінність GDT та охарактеризувати гендерні особливості реакції на гліцерин. Вибір GDT як фокусу дослідження обумовлений його неінвазивністю та фізіологічною основою. Гліцерин, що вводиться перорально, діє як осмотичний агент, зменшуючи об'єм ендолімфатичної рідини та ведучи до помітного поліпшення слухових порогів у сприйнятливих осіб. Історично GDT демонстрував різну чутливість, з повідомленими показниками позитивності від 40% до 60%. Незважаючи на тривале клінічне застосування, важливі аспекти, такі як гендерна специфічна чутливість, оптимальний час проведення аудіометричних оцінок та його порівняльна цінність у сучасних діагностичних алгоритмах, залишаються недостатньо з'ясованими. Це дослідження має на меті розширити базу доказів щодо цих аспектів за допомогою структурованого спостережного підходу. У даному клінічному спостережному дослідженні взяли участь 39 пацієнтів з підозрою на хворобу Меньєра. Всі пацієнти пройшли стандартизовану тональну аудіометрію перед введенням гліцерину. GDT вводили перорально в дозі 1 г/кг маси тіла, після чого проводили повторну аудіометрію через 1, 2 та 3 години. Позитивною реакцією вважалось поліпшення порогу чутності чистих тонів на ≥ 10 дБ та/або поліпшення показників розрізнення мови на $\geq 12\%$. Були враховані демографічні змінні, включаючи розподіл за статтю, та проведено описовий статистичний аналіз. Результати показали позитивний показник у 48,7%, що майже відповідає опублікованим міжнародним даним. Серед 21 жінки та 18 чоловіків, які брали участь у дослідженні, жінки продемонстрували вищий позитивний показник (57,1%) порівняно з чоловіками (38,9%). Ці результати піднімають важливі питання щодо фізіологічних відмінностей у регуляції рідини внутрішнього вуха, гормональних коливань та сприйнятливості до осмотичних змін, що вказує на потенційні напрямки для подальших досліджень. Послідовна аудіометрія продемонструвала поступове поліпшення з часом, причому найвища частка позитивних відповідей спостерігалася на третій годині. Це підкреслює необхідність тривалого спостереження, а не опірання на одноразові вимірювання. Скорочені протоколи можуть вести до недооцінки справжнього рівня позитивних результатів тесту. Результати дослідження узгоджуються з численними сучасними публікаціями. Останні дослідження, що поєднують GDT з електрокохлеографією (ЕКОГ), вестибулярними викликаними міогенними потенціалами (VEMP) та високороздільною МРТ ендолімфатичного гідропсу, показують, що поліпшення слуху, викликане гліцерином, корелює з вимірюваним зменшенням об'єму рідини у внутрішньому вусі. Ці мультимодальні підходи демонструють, що, хоча GDT сам по собі має обмежену діагностичну чутливість, він залишається цінним як початковий інструмент функціонального скринінгу, особливо в клінічних умовах, де немає доступу до МРТ-сканерів або електрофізіологічного обладнання. У ширшому діагностичному контексті гліцероловий тест є доступною, економічно ефективною процедурою з фізіологічною правдоподібністю. Його діагностична цінність особливо виражена під час активних фаз захворювання, коли біохімічний склад та динаміка тиску ендолімфатичної системи є найбільш нестабільними. Спостереження за гендерними відмінностями та динамікою реакції, що залежить від часу, свідчить про те, що вдосконалення протоколів тестування може підвищити надійність діагностики. Для підтвердження цих висновків необхідні більші вибірки та багатоцентрові когортні дослідження. Це дослідження є ще одним доказом практичної корисності GDT у диференціальній діагностиці хвороби Меньєра. Незважаючи на визнання його обмежень, включаючи помірну чутливість, невеликий розмір вибірки та відсутність паралельного електрофізіологічного або візуального підтвердження, його актуальність залишається високою для первинної клінічної оцінки. Результати дослідження підкреслюють важливість застосування структурованих протоколів повторних вимірювань та виділяють потенційну діагностичну цінність спостереження за індивідуальними моделями реакції в різні проміжки часу. Майбутні напрямки досліджень повинні включати інтеграцію GDT в комбіновані діагностичні алгоритми поряд з ЕКОГ, sVEMP/ovVEMP та МРТ. Зокрема, кореляція між реакцією на гліцерин та підтвердженим візуалізацією ендолімфатичним гідропсом вимагає більш глибокого дослідження. Крім того, індивідуальний підхід з урахуванням статі, гормонального статусу та стадії захворювання може вдосконалити інтерпретацію гліцеролового тесту у клінічній практиці. Підсумовуючи, це дослідження підтверджує, що гліцероловий дегідратаційний тест є фізіологічно значущим, неінвазивним і практичним діагностичним інструментом для підозри на хворобу Меньєра. Визначені гендерні відмінності та залежності від часу тенденції підкреслюють необхідність індивідуалізованої інтерпретації. Незважаючи на свої обмеження, GDT зберігає свою клінічну цінність у діагностичних шляхах на ранній стадії і залишається важливим компонентом диференціально-діагностичних стратегій для вестибулярних розладів.

Ключові слова: хвороба Меньєра, гліцероловий дегідратаційний тест, ендолімфатичний гідропс, аудіометрія, вестибулярні розлади.

GLYCEROL DEHYDRATION TEST IN PATIENTS WITH SUSPECTED MENIERE'S DISEASE: A CLINICAL OBSERVATIONAL STUDY

Muradova N. A.

Abstract. Meniere's disease (MD) is a chronic inner-ear disorder characterized by episodic vertigo, fluctuating sensorineural hearing loss, tinnitus, and aural fullness, leading to significant impairment in patients' quality of life and daily functioning. The pathophysiological basis of MD is widely recognized to be endolymphatic hydrops (EH), a condition reflecting abnormal accumulation of endolymph within the membranous labyrinth. Although the diagnosis of MD has evolved over recent decades, including the establishment of clear diagnostic criteria by the Barany Society, the early detection of EH in real clinical settings remains a challenge. Functional tests such as the glycerol dehydration test (GDT) continue to play an important role, especially in contexts where advanced imaging is not readily available. The present study, forming part of the doctoral project "Optimization of Differential Diagnosis of Vestibular Pathologies," aims to evaluate the diagnostic value of the GDT and to characterize gender-associated patterns in glycerol responsiveness. The rationale for choosing the GDT as the focus of investigation lies in its non-invasive nature and physiological basis. Orally administered glycerol functions as an osmotic agent, reducing endolymphatic fluid volume and leading to measurable improvements in auditory thresholds in susceptible individuals. Historically, GDT has shown variable sensitivity, with reported positivity rates ranging from 40% to 60%. Despite its long clinical use, important aspects such as gender-specific responsiveness, optimal timing of audiometric assessments, and its comparative value in modern diagnostic algorithms remain insufficiently clarified. This study seeks to expand the evidence base for these aspects through a structured observational approach. The present clinical observational study included 39 patients with suspected Meniere's disease. All patients underwent standardized pure-tone audiometry prior to glycerol administration. The GDT was administered orally at 1 g/kg body weight, followed by repeated audiometry at 1, 2, and 3 hours. A positive response was defined as ≥ 10 dB improvement in pure-tone thresholds and/or $\geq 12\%$ improvement in speech discrimination scores. Demographic variables, including gender distribution, were accounted for, and descriptive statistical analysis was performed. The results showed a positivity rate of 48.7%, closely matching the reported international data. Among the 21 women and 18 men included in the study, women exhibited a higher positivity rate (57.1%) compared to men (38.9%). These findings raise important questions regarding physiological differences in inner-ear fluid regulation, hormonal fluctuations, and susceptibility to osmotic changes, suggesting potential avenues for further research. Sequential audiometry demonstrated increasing improvements over time, with the highest proportion of positive responses occurring at the third hour. This emphasizes the need for prolonged follow-up testing rather than relying on single-point measurements. Shortened protocols risk underestimating the true positivity rate of the test. The study's findings align with multiple contemporary publications. Recent studies combining GDT with electrocochleography (ECoChG), vestibular evoked myogenic potentials (VEMP), and high-resolution MRI of endolymphatic hydrops show that glycerol-induced auditory improvements correlate with measurable fluid-volume reductions in the inner ear. These multimodal approaches demonstrate that while GDT alone has limited diagnostic sensitivity, it remains valuable as an initial functional screening tool, particularly in clinical environments lacking access to MRI scanners or electrophysiological equipment. In the broader diagnostic context, the glycerol test serves as an accessible, cost-effective procedure with physiological plausibility. Its diagnostic value is particularly pronounced during active disease phases, when the biochemical composition and pressure dynamics of the endolymphatic system are most unstable. The observation of gender differences and time-dependent response dynamics suggests that refinements in test protocols could enhance diagnostic reliability. Larger sample sizes and multi-institution cohort studies are needed to validate these findings. This study contributes to growing evidence supporting the practical utility of GDT in the differential diagnosis of Meniere's disease. While acknowledging its limitations – including modest sensitivity, small sample size, and the absence of parallel electrophysiological or imaging confirmation—its relevance remains high for first-line clinical assessment. The findings underscore the importance of adopting structured, repeated-measurement protocols and highlight the potential diagnostic value of observing individual patterns of response at different time intervals. Future research directions should include integration of GDT into combined diagnostic algorithms alongside ECoChG, cVEMP/oVEMP and MRI. Particularly, the correlation between glycerol responsiveness and imaging-confirmed endolymphatic hydrops warrants deeper exploration. Furthermore, personalized approaches considering gender, hormonal status, and disease stage may refine the interpretation of the glycerol test in clinical practice. In summary, this study reinforces the glycerol dehydration test as a physiologically meaningful, non-invasive, and practical diagnostic tool for suspected Ménière's disease. The observed gender differences and time-dependent trends highlight the need for individualized interpretation. Despite its limitations, the GDT retains its clinical value within early-stage diagnostic pathways and remains an important component of differential diagnostic strategies for vestibular disorders.

Key words: Meniere's disease, glycerol dehydration test, endolymphatic hydrops, audiometry, vestibular disorders.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та його внесок до статті:Muradova N. A.: <https://orcid.org/0009-0000-4979-5973> ^{ABCDEF}**Corresponding author / Адреса для кореспонденції**

Muradova Nigar Akperovna / Мурадова Нігар Акперівна

Azerbaijan Medical University / Азербайджанський медичний університет

Azerbaijan, AZ1007, Baku, 167 Samed Vurgun str. / Адреса: Азербайджан, AZ1007, м. Баку, вул. Самед Вургуна 167

A – Work concept and design, **B** – Data collection and analysis, **C** – Responsibility for statistical analysis, **D** – Writing the article, **E** – Critical review, **F** – Final approval of the article / **A** – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Received 25.07.2025 / Стаття надійшла 25.07.2025 року
Accepted 13.11.2025 / Стаття прийнята до друку 13.11.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-4-179-166-177

UDC 616.832-001-06:616.62-008.22]-092.11-036.82

Nekhanevych O. B., Vasilchenko V. S.

QUALITY OF LIFE PROBLEMS ASSOCIATED WITH BLADDER FUNCTION DISORDERS IN PATIENTS WITH SPINAL CORD INJURY

Dnipro State Medical University (Dnipro, Ukraine)vasilchenko2301@ukr.net

Spinal cord injury (SCI) is often accompanied by complex disorders of the pelvic organs, in particular the bladder, which significantly affects the quality of life of patients. Such disorders cause physical and psychological discomfort, which, together with social restrictions, creates barriers to autonomy, participation in everyday activities and professional fulfillment. In the conditions of Ukraine, this problem remains insufficiently studied, which reduces the effectiveness of medical care and rehabilitation programs. The aim of the study was to establish the degree of connection and influence of the type of bladder emptying on the limitations in everyday activity and quality of life in patients with impaired urinary system function after spinal cord injury. To achieve the objectives set in the scientific work, a survey was conducted in 2024 of 20 patients with spinal cord injury and associated urinary disorders aged 24 to 66 years, who were divided into 2 groups: 9 participants with preserved physiological bladder emptying function (group 1) and 11 people on intermittent catheterization (group 2). Participants were asked to undergo a comprehensive assessment of quality of life and functional status by completing three tools: standardized questionnaires WHODAS 2.0 (36-item) and WHOQOL-BREF (ukr), as well as the author's developed scale for assessing bladder and urinary control disorders. Individuals from group 2 were found to have 36.2% more limitations in daily activities and, on average, 42.8% lower quality of life indicators.

The presented analysis emphasizes the need for a comprehensive approach to the rehabilitation of such individuals, improving multidisciplinary care and developing personalized support strategies that will contribute to improving the quality of life and social integration.

Key words: spinal cord injury, rehabilitation, pelvic organs, bladder, quality of life, poll.

Connection of the publication with planned research work.

The study was carried out in accordance with the research plan of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine and Valeology “Medical, Physiotherapy and Occupational Therapy Support for Sports, Health and Rehabilitation Training” (state registration number 0121U114435).

Introduction.

Spinal fractures are often accompanied by injury to the structures of the spinal cord and neurological disorders. The frequency of injuries complicated by neurological disorders is 40% for the cervical and 15-20% for the thoracic departments. According to Grossman S.D., for every 10,000 people, 23 have spinal injuries, and 10-17% of them are complicated by paraplegia or tetraplegia. Spinal cord injuries account for 5% of all injuries, with 50% of them occurring in the thoracic and lumbar spine (Th11-L2). Up to 40% of all SCI are estimated to occur at the Th12-L1 level. SCI is a cause of long-term disability that significantly affects the quality of life of almost 27 million people worldwide [1]. Urinary dysfunction is one of the most common and significant consequences of spinal cord injury (SCI), significantly affecting the physical, psychological and social well-being of patients. Neurogenic urinary dysfunction is often a key factor de-

termining the quality of life after SCI, as it encompasses a wide range of problems, from difficulty emptying the bladder and urinary incontinence to chronic urinary tract infections and the risk of life-threatening complications [2]. In the Ukrainian context, the problem is becoming particularly urgent, given the increasing number of patients with TCM and limited access to modern rehabilitation protocols, specialized urological care and catheterization facilities. Consistent, reliable and systematic data on the real impact of these disorders on the quality of life of Ukrainian patients are insufficient, which complicates the formation of effective rehabilitation strategies.

The article summarizes modern scientific developments on the mechanisms of neurogenic bladder dysfunction after spinal cord injury. It is emphasized that the level and nature of damage to nervous structures determine the type of disorder – spastic or areflexic bladder, which has a direct impact on the choice of rehabilitation methods and urinary control. Special attention is paid to complications that arise in the absence of adequate management: recurrent infections, vesicoureteral reflux, hydronephrosis, stone formation, as well as an increased risk of renal failure. Such complications not only reduce the life expectancy of patients, but also cause additional psychological burden, social isolation and limitations in daily activities.