

Ukraine, 49044, Dnipro, 9 Volodymyra Vernadskoho str. / Адреса: Україна, 49044, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського 9

Tel.: +380631826619 / Тел.: +380631826619

E-mail: drmoscalenko12@gmail.com

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 19.02.2025 / Стаття надійшла 19.02.2025 року
Accepted 01.05.2025 / Стаття прийнята до друку 01.05.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-2-177-216-223

UDC 616.28:616-073:001.891

Muradova N. A.

SUBJECTIVE ASSESSMENT OF VESTIBULAR DISORDERS: A REVIEW OF A NEW QUESTIONNAIRE-BASED METHOD

Azerbaijan Medical University (Baku, Azerbaijan)

statya2021@mail.ru

This study aimed to explore the potential of a new diagnostic tool – a questionnaire – for the differential diagnosis of vestibular disorders, and to evaluate its strengths and weaknesses, the mechanism of guiding toward a final diagnosis using a decision tree, and its applicability in clinical practice. For this purpose, a prospective study was conducted in 2021-2023 among patients who presented to an ENT hospital with complaints of dizziness. The study was approved by the ethics committee, and all participants provided written informed consent for the use of their data. The study included 503 patients, of whom data from 468 individuals were subjected to statistical analysis. The average age of the patients was 47 years (interquartile range: 36-60 years); among them, 315 (67.3%) were women and 153 (32.7%) were men. Statistical analysis was performed using SPSS Statistics v26 and SPSS Modeler v18. The results showed that using the questionnaire prior to instrumental diagnostic procedures plays an important role during the initial assessment and in establishing a preliminary diagnosis in patients with dizziness. The diagnostic algorithm developed based on statistical analysis demonstrated high specificity (73%), sensitivity (75%), and predictive value, confirming its feasibility for use in clinical practice.

Key words: vertigo, dizziness, questionnaire, vertigo diagnosis, algorithm.

Connection of the publication with planned research works.

The title of the PhD thesis, of which the work is a part “Optimization of Differential Diagnosis of Vestibular Pathologies”.

Introduction.

Vertigo itself is not a disease, but is a symptom that occurs in various pathologies. In recent years, studies aimed at predicting the initial diagnosis in patients with complaints of dizziness using questionnaires have been increasingly conducted [1]. Complaints of dizziness and loss of balance account for about 2.4% of all hospital admissions [2]. About 25% of patients seeking emergency medical care complain of vertigo symptoms [3, 4]. The majority of patients with balance disorders are middle-aged and elderly people [5], while cases of vertigo in children are quite rare [6]. Approximately 20% of people over the age of 60 suffer from vertigo, which significantly affects their daily lives [7]. The etiology of vertigo is predominantly dominated by peripheral vestibular pathologies rather than diseases of the central nervous system [8]. Such pathologies include benign paroxysmal positional vertigo (BPPV), Meniere’s disease, vestibular neuritis, labyrinthitis, otosclerosis, perilymphatic fistula, and vestibular migraine [9]. In recent decades, artificial intelligence has been increasingly used for differential diagnosis of vertigo at an early stage [10]. The urgency of this problem is due not only to the widespread occurrence

of the symptom, but also to the difficulties of differential diagnosis. Modern medicine offers expensive diagnostic devices for assessing vestibular dysfunction, but not all medical institutions have such devices. In addition, the initial assessment of patients with vertigo is often carried out not in specialized clinics, but in emergency departments. This leads to significant difficulties in diagnosis and, as a result, to the use of empirical treatment. Empirical therapy, prescribed in the absence of an accurate diagnosis, leads to increased financial costs, longer recovery time and a decrease in the quality of life of patients. The results obtained during the study show that the developed algorithm may be of practical importance for the initial assessment of patients with complaints of dizziness.

The aim of the study.

To develop and evaluate an algorithm for the differential diagnosis of patients presenting with complaints of dizziness.

Object and research methods.

For the purpose of differential diagnosis of vestibular disorders, a custom diagnostic questionnaire was developed by the author, comprising 21 key questions aimed at identifying features of the most common vestibular conditions, such as benign paroxysmal positional vertigo (BPPV), vestibular neuritis, Ménière’s disease, and others. The questions were formulated based on the classification of the International Bárány Society

for Neuro-Otology, as well as with consideration of the country’s socioeconomic and cultural context to ensure ease of understanding and accuracy of responses by the local population. The questions were derived from specific clinical signs and designed to support differential diagnosis of the most frequent vestibular disorders.

Patients completed the questionnaire independently at the initial visit – prior to undergoing any instrumental diagnostic procedures. Based on the analysis of questionnaire data using decision tree algorithms in SPSS Modeler v18, a diagnostic algorithm was developed to predict a preliminary diagnosis with high probability. The decision tree construction was based on the CHAID method (Chi-squared Automatic Interaction Detection). CHAID analyzed cross-tabulations between each input variable (questionnaire item) and the final diagnosis, determining the significance of associations using the chi-squared test. In cases where multiple statistically significant variables were identified, the variable with the lowest p-value was selected. If a variable had more than two categories, further comparisons were performed. A threshold of $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Additional methods applied included logistic regression, ROC analysis, and classification models to evaluate the sensitivity, specificity, and predictive accuracy of the developed questionnaire. This was a clinical, diagnostic, double-blind, prospective study conducted from 2021 to 2023 at an ENT hospital. The study included patients presenting with dizziness complaints. All participants provided written informed consent, and the study was approved by the Ethics Committee of the Azerbaijan Medical University (Protocol No. 22 dated 04.02.2022). Of the 503 patients initially included in the study, data from 468 were used in the statistical analysis. Data from 35 patients were excluded due to incompleteness. As a result, 93% of the questionnaires were included in the final analysis. The average age of the patients was 47 years (range 36-60 years), with 315 (67.3%) women and 153 (32.7%) men.

Research results and their discussion.

During the study, the relationships between specific questionnaire responses and the presumed diagnoses were analyzed. The significance of these associations was also assessed. The hypotheses were formulated as follows: H_0 – there is no association between the variables; H_1 – an association exists. Statistical analysis determined the degree of association between questionnaire items and specific vestibular disorders, resulting in the development of a diagnostic model.

The developed model successfully identified 237 patients as truly affected by the condition (True Positive, TP). In addition, it correctly classified 110 patients as not having the presumed diagnosis (True Negative, TN). However, the model incorrectly identified 40 patients with the disease as healthy (False Negative, FN), and 81 patients without the disease were mistakenly classified as affected (False Positive, FP). Overall, the model made correct predictions for 347 out of 468 patients.

Diagnostic performance metrics of the model:

- **Accuracy:** $(TP + TN) / (TP + TN + FP + FN) = 74\%$
- **Sensitivity (Recall):** $TP / (TP + FN) = 74\%$
- **Precision (Positive Predictive Value, PPV):** $TP / (TP + FP) = 85\%$
- **F1 Score:** $2 \times (Precision \times Recall) / (Precision + Recall) = 79\%$
- **Negative Predictive Value (NPV):** $TN / (TN + FN) = 58\%$
- **Specificity:** $TN / (TN + FP) = 73\%$
- **Error Rate:** $(FP + FN) / (TP + TN + FP + FN) = 26\%$

To evaluate the overall performance of the model, the ROC-AUC (Receiver Operating Characteristic – Area Under the Curve) metric was also used, which is a key criterion for assessing the quality of binary classifiers.

ROC curve (Receiver Operating Characteristic) is a graph that displays the relationship between the sensitivity and specificity of a model at various decision thresholds. The higher the ROC curve is above the random baseline, the more accurate the model. The **Area Under the Curve (AUC)** represents the area under the ROC curve and ranges from 0 to 1. An AUC value of 0.5 indicates random classification, while a value greater than 0.5 reflects the model’s ability to classify. When the AUC approaches 1, the model demonstrates ideal performance. In this study, the AUC value was **0.742**, indicating a satisfactory classification ability of the model. The ROC curve is shown in **figure 1**.

The study employed **decision trees** to evaluate the predictive value of questionnaire items in relation to presumed diagnoses, based on the classification of the Bárány Society. Decision trees are a popular machine learning algorithm used for both classification and regression tasks. They model the decision-making process

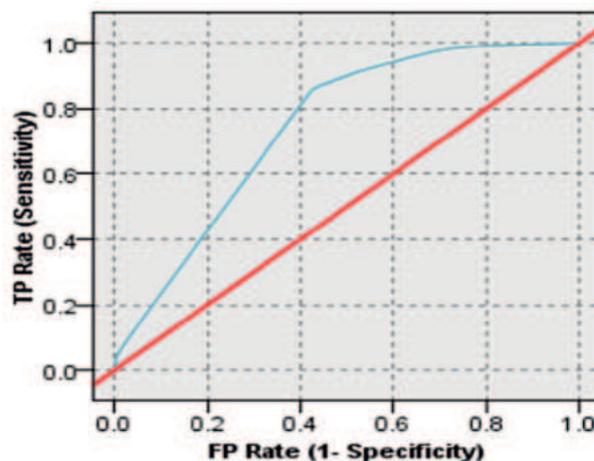


Figure 1 – ROC curve (Receiver Operating Characteristic).

Table – General decision tree structure for disease diagnosis

Disease	Initial Decision Tree Question	Key Differentiating Questions	Final Node (Diagnosis)
BPPV (Benign Paroxysmal Positional Vertigo)	Does dizziness occur with head movements?	Dizziness when getting out of bed, test results	Likely BPPV diagnosis
Ménière’s Disease	Is there a feeling of ear fullness along with dizziness?	Tinnitus, hearing loss	High probability of Ménière’s Disease
Vestibular Neuritis	Did the dizziness start suddenly and sharply?	Vomiting, balance disturbance	Possible diagnosis: Vestibular Neuritis
Vestibular Migraine	Are dizziness episodes associated with a history of migraine?	Headache, photophobia	Likely Vestibular Migraine

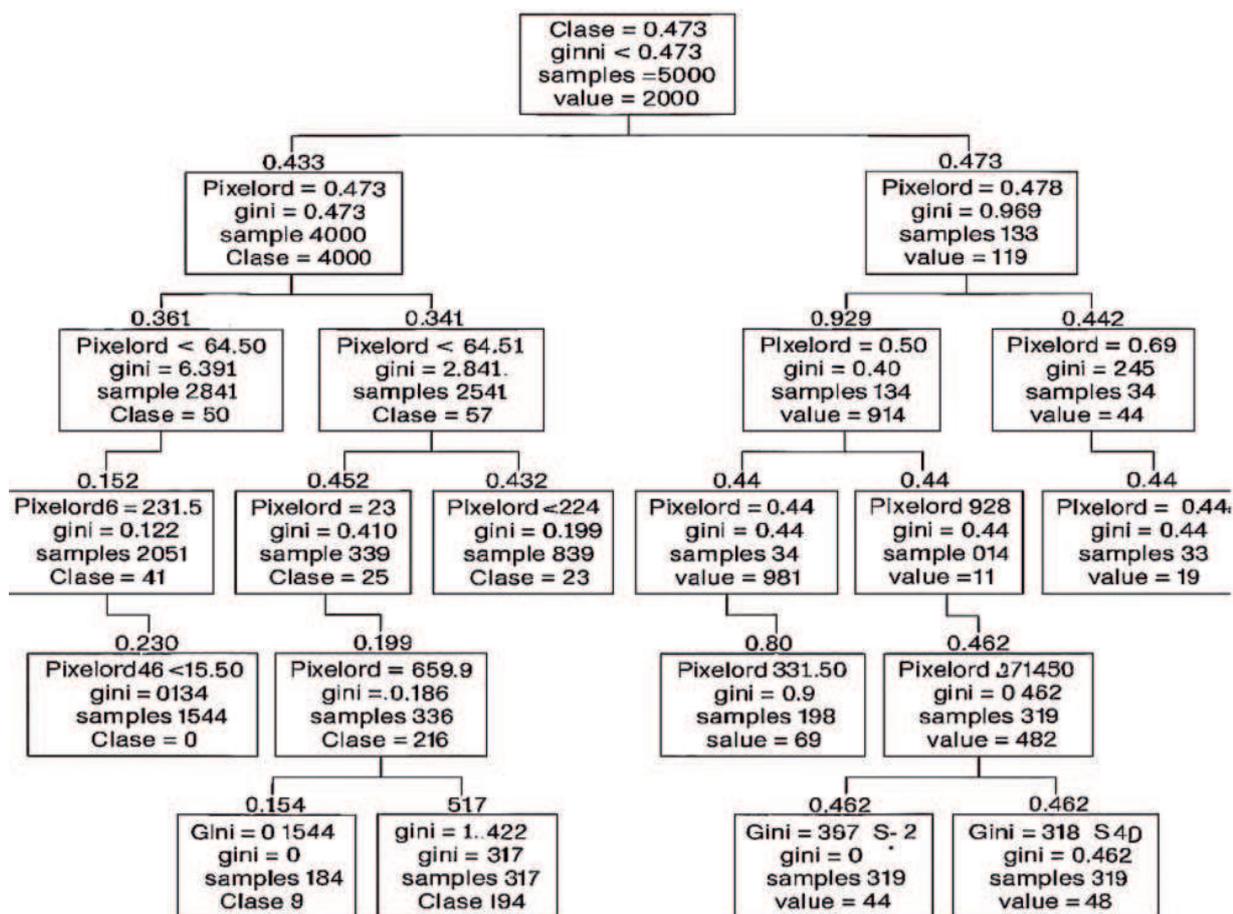


Figure 2 – Decision tree for data classification in diagnostics.

and possible outcomes in a tree-like structure. Separate decision trees were constructed for each disorder based on the diagnostic questions used in the study (table).

Additionally, the study analyzed the prevalence of various diagnoses among patients presenting with dizziness. The distribution of confirmed diagnoses is presented as n (%):

- **BPPV (Benign Paroxysmal Positional Vertigo)** – 226 patients (48.2%);
- **Vestibular Neuritis (VN)** – 46 patients (9.8%);
- **Vestibular Migraine (VM)** – 36 patients (7.7%);
- **Ménière’s Disease (MD)** – 134 patients (28.7%);
- **Central Nervous System-related dizziness** – 26 patients (5.6%).

These results show that **BPPV** was the most commonly diagnosed condition among patients with dizziness, followed by **Ménière’s disease**.

The results of our study are comparable with data from other research in this field. For instance, in the study by Jacob et al. [11], an accuracy of 76% was achieved using logistic regression models to diagnose Ménière’s disease and vestibular migraine. Another study by Yagi et al. [12], which utilized neural networks, reported a sensitivity of 81% and a specificity of 70% when analyzing data from dizzy patients.

Thus, our findings demonstrate a comparable level of model performance while using **less resource-intensive methods** such as decision trees. Our results support the applicability of **decision trees** as an interpretable and clinically useful tool. The structure of the decision tree is shown in **figure 2**. This is especially important in

settings with limited access to specialized diagnostics, where **primary care physicians** need simple and reliable decision-making algorithms.

In addition, the results confirm previously published data on the **prevalence of vestibular disorders**, with BPPV being the most frequent diagnosis – consistent with multiple epidemiological reviews [13]. These findings support conclusions by other authors about the predominance of **peripheral causes** of dizziness in clinical practice.

Conclusions.

This study developed and tested a new diagnostic algorithm for evaluating patients with vestibular dysfunction. The results demonstrated that the model achieved a diagnostic accuracy of 74%, sensitivity of 75%, specificity of 73%, and an F1-score of 79%, indicating a reasonably high level of diagnostic performance. These metrics support the use of the proposed algorithm as a reliable tool for diagnosing vestibular disorders.

Despite the high positive predictive value (PPV) of 86%, the model’s negative predictive value (NPV) was relatively low at 58%. This suggests that, while the model performs well in confirming a diagnosis, it may miss some true cases, leading to false-negative results. To address this, expanding the patient sample and incorporating data from various neurotological centers could improve model reliability. The integration of deep learning techniques may further enhance diagnostic accuracy and facilitate broader clinical application, ultimately enabling more precise and timely care.

Prospects for further research.

Future plans include expanding the patient sample, integrating objective diagnostic data, applying neural

network algorithms, and developing a digital clinical tool. These steps aim to improve diagnostic accuracy and enhance usability in outpatient settings.

DOI 10.29254/2077-4214-2025-2-177-216-223

УДК 616.28:616-073:001.891

Мурадова Н. А.

**СУБ'ЄКТИВНА ОЦІНКА ВЕСТИБУЛЯРНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ:
ОГЛЯД НОВОГО АНКЕТНОГО МЕТОДУ**

Азербайджанський медичний університет (м. Баку, Азербайджан)

statya2021@mail.ru

Метою було дослідити можливість застосування нового діагностичного інструменту – опитувальника – для диференціальної діагностики вестибулярних порушень, а також оцінити його сильні та слабкі сторони, механізм направлення до остаточного діагнозу з використанням дерева рішень і можливості застосування в клінічній практиці. З цієї метою в 2021–2023 роках було проведено проспективне дослідження серед пацієнтів, які звернулися до ЛОР-лікарні зі скаргами на запаморочення. Дослідження було схвалено етичним комітетом, і від усіх учасників було отримано письмову згоду на використання їхніх даних. До дослідження було включено 503 пацієнти, з яких дані 468 осіб були піддані статистичній обробці. Середній вік пацієнтів становив 47 років (міжквартильний розмах: 36-60 років); з них 315 (67,3%) – жінки і 153 (32,7%) – чоловіки. Статистична обробка даних проводилася з використанням програм SPSS Statistics v26 і SPSS Modeler v18. Результати дослідження показали, що застосування опитувальника до проведення інструментальних методів обстеження відіграє важливу роль на етапі первинної оцінки та постановки попереднього діагнозу у пацієнтів із запамороченням. Розроблений на основі статистичного аналізу діагностичний алгоритм показав високу специфічність (73%), чутливість (75%) і прогностичну значимість, що підтверджує доцільність його використання в клінічній практиці.

Ключові слова: вертиго, запаморочення, анкета, діагностика вертиго, алгоритм.

Зв'язок публікації з планованими науково-дослідними роботами.

Назва кандидатської дисертації, частиною якої є дана робота «Оптимізація диференціальної діагностики вестибулярних патологій».

Вступ.

Запаморочення саме по собі не є захворюванням, а є симптомом, що виникає при різних патологіях. В останні роки все частіше проводяться дослідження, спрямовані на прогнозування первинного діагнозу у пацієнтів зі скаргами на запаморочення з використанням анкетних опитувань [1]. Скарги на запаморочення і втрату рівноваги становлять близько 2,4% всіх звернень до лікарень [2]. Близько 25% пацієнтів, які звертаються за невідкладною медичною допомогою, скаржаться на симптоми вертиго [3, 4]. Більшість пацієнтів з порушенням рівноваги – це люди середнього та похилого віку [5], тоді як випадки запаморочення у дітей трапляються досить рідко [6]. Приблизно 20% осіб старше 60 років страждають від запаморочення, що значно впливає на їхнє повсякденне життя [7]. В етіології запаморочення переважно домінують периферичні вестибулярні патології, а не захворювання центральної нервової системи [8]. До таких патологій відносяться доброякісне позиційне пароксизмальне запаморочення (ДППЗ), хвороба Мен'єра, вестибулярний неврит, лабіринтит, отосклероз, перилімфатична фістула і вестибулярна мігрень [9]. В останні десятиліття для проведення диференціальної діагностики запаморочення на ранньому етапі все ширше застосовується штучний інтелект [10]. Актуальність даної проблеми обумовлена не тільки широкою поширеністю симптому, але і складнощами

ми диференціальної діагностики. Сучасна медицина пропонує дорогі діагностичні пристрої для оцінки вестибулярної дисфункції, проте такі апарати є не в усіх медичних установах. Крім того, первинна оцінка пацієнтів із запамороченням часто проводиться не в спеціалізованих клініках, а у відділеннях екстреної медичної допомоги. Це призводить до значних труднощів у діагностиці і, як наслідок, до застосування емпіричного лікування. Емпірична терапія, що призначається за відсутності точного діагнозу, призводить до збільшення фінансових витрат, подовження терміну одужання та зниження якості життя пацієнтів. Отримані в ході дослідження результати показують, що розроблений алгоритм може мати практичне значення для первинної оцінки пацієнтів зі скаргами на запаморочення.

Мета дослідження.

Розробка та оцінка алгоритму для диференціальної діагностики у пацієнтів зі скаргами на запаморочення.

Об'єкт і методи дослідження.

Було розроблено авторський діагностичний опитувальник, що включає 21 ключове питання, спрямоване на виявлення ознак найпоширеніших захворювань вестибулярного апарату, таких як доброякісне пароксизмальне позиційне запаморочення (ДППЗ), вестибулярний неврит, хвороба Мен'єра та ін. Питання анкети були складені з урахуванням класифікації Міжнародного товариства з вестибулярних порушень (International Bárány Society), а також з урахуванням соціально-економічних і культурних особливостей, щоб забезпечити максимально легке і правильне сприйняття для населення країни. Питання розробле-

ні на основі специфічних клінічних ознак і спрямовані на підтримку диференціальної діагностики найбільш поширених вестибулярних розладів.

Пацієнти самостійно заповнювали анкету на етапі первинного прийому – до проведення інструментальних методів діагностики. На основі аналізу анкетних даних з використанням алгоритмів дерев рішень в SPSS Modeler v18 був створений діагностичний алгоритм, що дозволяє припустити попередній діагноз з високим ступенем ймовірності. Алгоритм побудови дерева рішень базувався на методі CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detection). CHAID аналізував крос-таблиці між кожною вхідною змінною (питанням анкети) і кінцевим діагнозом, визначаючи значимість взаємозв'язку з використанням критерію χ^2 -квадрат. У випадках, коли виявлялося кілька статистично значущих змінних, вибиралася змінна з найменшим значенням p . Якщо змінна включала більше двох категорій, проводилося додаткове порівняння. Порогове значення для статистичної значущості було прийнято на рівні $p < 0,05$.

Були застосовані методи логістичної регресії, ROC-аналіз, а також моделі класифікації, спрямовані на оцінку чутливості, специфічності та прогностичної точності розробленого опитувальника. Це було клінічне, діагностичне, подвійне сліпе, проспективне дослідження, проведене в період з 2021 по 2023 роки на базі ЛОР-госпіталю. У дослідження були включені пацієнти, які звернулися зі скаргами на запаморочення. Всі учасники надали письмову інформовану згоду на участь у дослідженні, яке було схвалено етичним комітетом Азербайджанського медичного університету (Протокол №22 від 04.02.2022 року). З 503 пацієнтів, спочатку включених в дослідження, дані 468 були піддані статистичній обробці. Дані 35 пацієнтів не були використані в зв'язку з їх неповнотою. Таким чином, 93% анкет були включені в фінальний аналіз. Середній вік включених пацієнтів становив 47 років (діапазон 36-60 років), з них 315 (67,3%) – жінки, і 153 (32,7%) – чоловіки.

Результати дослідження та їх обговорення.

В ході дослідження було проаналізовано взаємозв'язок між конкретними відповідями на питання анкети та передбачуваними діагнозами. Також оцінювався ступінь значущості цих зв'язків. Гіпотези були сформульовані наступним чином: H_0 – зв'язку між змінними немає, H_1 – зв'язок існує. За допомогою ста-

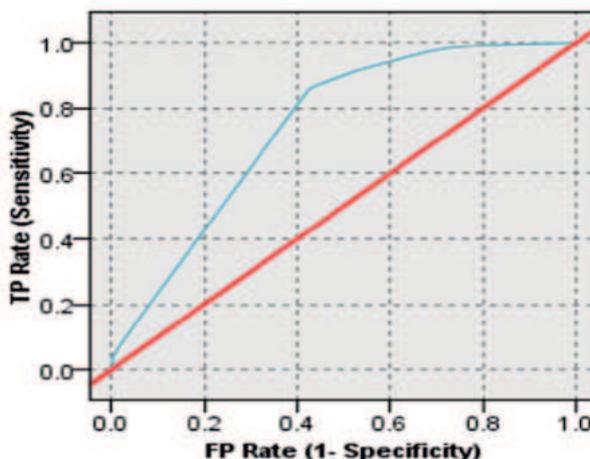


Рисунок 1 – ROC-крива моделі.

стистичного аналізу було визначено ступінь асоціації питань з конкретними вестибулярними захворюваннями, в результаті чого було сформовано діагностичну модель.

Розроблена модель дозволила правильно ідентифікувати 237 пацієнтів як дійсно хворих (True Positive, TP). Крім того, модель правильно визначила 110 пацієнтів, які не мають передбачуваного діагнозу (True Negative, TN). У той же час, 40 пацієнтів, які дійсно страждають від захворювання, модель помилково віднесла до здорових (False Negative, FN). Також 81 пацієнт, який не має захворювання, був помилково класифікований як хворий (False Positive, FP). В цілому, модель дала правильний прогноз для 347 з 468 пацієнтів.

Діагностичні характеристики моделі:

- **Точність (Accuracy):** $(TP + TN) / (TP + TN + FP + FN) = 74\%$
- **Чутливість (Recall / Sensitivity):** $TP / (TP + FN) = 74\%$
- **Точність позитивних прогнозів (Precision / PPV):** $TP / (TP + FP) = 85\%$
- **F1 міра:** $2 \times (Precision \times Recall) / (Precision + Recall) = 79\%$
- **Негативна прогностична цінність (NPV):** $TN / (TN + FN) = 58\%$
- **Специфічність:** $TN / (TN + FP) = 73\%$
- **Помилка (Error Rate):** $(FP + FN) / (TP + TN + FP + FN) = 26\%$

Для оцінки загальної ефективності моделі також було використано показник **ROC-AUC (Receiver Operating Characteristic – площа під кривою)**, який є важливим критерієм при оцінці якості бінарних класифікаторів.

ROC-крива (Receiver Operating Characteristic) являє собою графік, що відображає співвідношення чутливості та специфічності моделі при різних порогах прийняття рішень. Чим вище ROC-крива в порівнянні з випадковою лінією, тим вище точність моделі. Площа під кривою (**AUC – Area Under the Curve**) відображає площу під ROC-кривою і варіюється від 0 до 1. Значення $AUC = 0,5$ вказує на випадкову класифікацію, в той час як значення вище 0,5 свідчить про

Таблиця – Загальна структура дерева рішень для діагностики захворювань

Захворювання	Початкове запитання у дереві рішень	Ключові диференціюючі питання	Фінальний вузол (Діагноз)
ДППЗ (Доброякісне пароксизмальне позиційне запаморочення)	Чи виникає запаморочення при русі голови?	Запаморочення при вставанні з ліжка, результати тестів	Ймовірний діагноз ДППЗ.
Хвороба Мен'єра	Чи є відчуття закладеності у вусі разом із запамороченням?	Шум у вухах, втрата слуху	Висока ймовірність хвороби Мен'єра.
Вестибулярний неврит	Чи почалося запаморочення раптово і різко?	Блювота, порушення рівноваги	Можливий діагноз вестибулярний неврит.
Вестибулярна мігрень	Чи пов'язані епізоди запаморочення з історією мігрені?	Головний біль, світлобоязнь	Ймовірна вестибулярна мігрень.

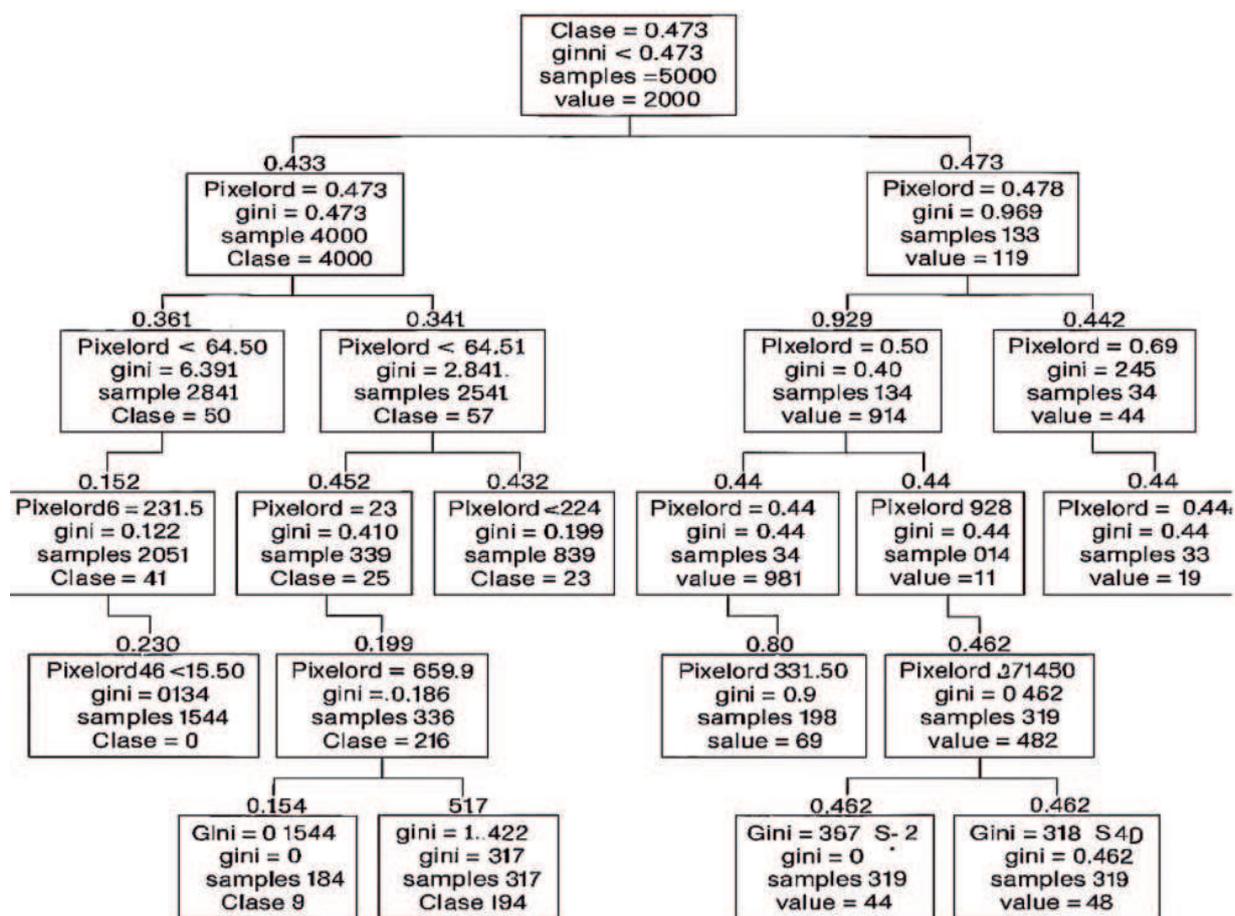


Рисунок 2 – Дерево рішень для класифікації даних при діагностиці.

здатність моделі до класифікації. При значенні AUC, наближеному до 1, модель демонструє ідеальну продуктивність. У проведеному дослідженні значення AUC склало **0,742**, що вказує на задовільну здатність моделі до класифікації. Крива ROC показана на **рисунку 1**.

У дослідженні використовувалися дерева рішень для оцінки прогностичної цінності питань анкети щодо передбачуваних діагнозів, з урахуванням класифікації Баранійського товариства. Дерева рішень – це популярний алгоритм машинного навчання, що застосовується як для завдань класифікації, так і для регресії. Вони моделюють процес прийняття рішень і можливі результати у вигляді деревоподібної структури. Для кожного захворювання були побудовані окремі дерева рішень, засновані на діагностичних питаннях, використаних у дослідженні (**таблиця**).

Додатково в дослідженні було проаналізовано поширеність різних діагнозів серед пацієнтів зі скаргами на запаморочення. Розподіл підтверджених діагнозів представлено у вигляді n (%):

- **ДППЗ (Доброякісне пароксизмальне позиційне запаморочення)** – 226 пацієнтів (48,2%)
- **Вестибулярний неврит (VN)** – 46 пацієнтів (9,8%)
- **Вестибулярна мігрень (VM)** – 36 пацієнтів (7,7%)
- **Хвороба Мен'єра (MD)** – 134 пацієнти (28,7%)
- **ЦНС-запаморочення (запаморочення центрального походження)** – 26 пацієнтів (5,6%)

Ці результати показують, що найбільш часто діагностованим захворюванням серед пацієнтів із запамороченням є **ДППЗ**, за яким слідує **хвороба Мен'єра**.

Результати нашого дослідження порівнянні з даними інших робіт у цій галузі. Була досягнута точність 76% при використанні моделі логістичної регресії для діагностики хвороби Мен'єра і вестибулярної мігрені [11]. В іншому дослідженні, заснованому на використанні нейронних мереж, повідомлялося про чутливість 81% і специфічність 70% при аналізі даних пацієнтів із запамороченням [12].

Таким чином, отримані нами показники свідчать про порівнянний рівень якості моделі при використанні **менш ресурсоемних методів**, таких як дерева рішень. Наші результати підтверджують придатність **дерев рішень** як інтерпретованого та клінічно корисного інструменту. Структура дерева рішень показана на **рисунку 2**. Це особливо важливо в умовах обмеженого доступу до спеціалізованої діагностики, де **лікарі первинної медичної допомоги** потребують простих і надійних алгоритмів прийняття рішень.

Крім того, результати підтверджують раніше опубліковані дані про **поширеність вестибулярних розладів**, серед яких найчастішим діагнозом є ДППЗ, що узгоджується з результатами численних епідеміологічних досліджень [13]. Ці дані підтверджують висновки інших авторів про переважання **периферичних причин** запаморочення в клінічній практиці.

Висновки.

У рамках даного дослідження був розроблений і протестований новий діагностичний алгоритм для оцінки пацієнтів з вестибулярною дисфункцією. Ре-

зультати показали, що модель досягла діагностичної точності 74%, чутливості 75%, специфічності 73% і F1 міра 79%, що свідчить про досить високий рівень діагностичної ефективності. Ці показники дозволяють розглядати запропонований алгоритм як надійний інструмент у діагностиці вестибулярних порушень.

Незважаючи на високе позитивне прогностичне значення (PPV) – 86%, негативне прогностичне значення (NPV) моделі виявилось порівняно низьким – 58%. Це свідчить про те, що, хоча модель добре справляється з підтвердженням діагнозу, вона може допускати пропуски при виключенні захворювання, що призводить до хибних негативних результатів. З урахуванням цього, розширення вибірки пацієнтів і

включення даних з різних невротологічних центрів дозволить підвищити надійність моделі. Впровадження методів глибинного навчання (deep learning) може додатково поліпшити точність діагностики і сприяти більш широкому застосуванню алгоритму в клінічній практиці, забезпечуючи більш точну і своєчасну медичну допомогу.

Перспективи подальших досліджень.

Надалі планується розширення вибірки пацієнтів, інтеграція додаткових об'єктивних даних, застосування нейромережових алгоритмів і розробка цифрового інструменту для клінічного використання. Це дозволить підвищити точність діагностики і спростить її застосування в амбулаторних умовах.

References / Література

1. Yu F, Wu P, Deng H, Wu J, Sun S, Yu H, et al. A questionnaire-based ensemble learning model to predict the diagnosis of vertigo: model development and validation study. *J Med Internet Res*. 2022;24(8):e34126. DOI: [10.2196/34126](https://doi.org/10.2196/34126).
2. Dougherty JM, Carney M, Hohman MH, Emmady PD. Vestibular dysfunction. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558926/>.
3. Ardiņç FN. Vertigo. 1st ed. Konak/Izmir: Izmir Guven Kitabevi LTD; 2005. 553 p.
4. Strupp M, Mandalà M, López-Escámez JA. Peripheral vestibular disorders: an update. *Curr Opin Neurol*. 2019;32(1):165-73.
5. Al Saif A, Ahsenany S. Sensitivity and specificity of the Amer Dizziness Diagnostic Scale (ADDS) for patients with vestibular disorders. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(1):91-6. DOI: [10.1589/jpts.27.91](https://doi.org/10.1589/jpts.27.91).
6. Park MK, Lee DY, Kim YH. Risk Factors for Positional Vertigo and the Impact of Vertigo on Daily Life: The Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Journal of Audiology and Otology*. 2019;23(1):8-14. DOI: <https://doi.org/10.7874/jao.2018.00178>.
7. Hülse R, Biesdorf A, Hörmann K, Stuck B, Erhart M, Hülse M, et al. Peripheral vestibular disorders: an epidemiologic survey in 70 million individuals. *Otol Neurotol*. 2019;40(1):88-95. DOI: [10.1097/MAO.0000000000002013](https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002013).
8. Babaxanov İS. Condition of the microcirculatory network in patients with ischemic stroke. *Azerbaijan Med J*. 2024;3:1-5. DOI: [10.34921/amj.2024.3.003](https://doi.org/10.34921/amj.2024.3.003).
9. Yang TH, Xirasagar S, Cheng YF, Chen CS, Lin HC. Increased prevalence of peripheral vestibular disorder among patients with Fabry disease. *Orphanet J Rare Dis*. 2024;19(1):97. DOI: [10.1186/s13023-024-03088-y](https://doi.org/10.1186/s13023-024-03088-y).
10. Agrimi E, Tripodi C, Raponi I, Martino E, Marcelli E, Tortoriello G, et al. Artificial intelligence applications for diagnosis and differentiation of vestibular disorders. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2024;6(1):1-8. DOI: [10.24966/OHNS-010X/100106](https://doi.org/10.24966/OHNS-010X/100106).
11. Gambacorta V, Ricci G, D'Orazio A, Stivalini D, Baietta I, Pettorossi VE, et al. Evaluation of Cochlear Symptoms in Migraine Patients without Vestibular Migraine and/or Ménière's Disease. *Audiol Res*. 2023;13(6):967-977. DOI: [10.3390/audiolres13060084](https://doi.org/10.3390/audiolres13060084).
12. Kabade V, Hooda R, Raj C, Awan Z, Young AS, Welgampola MS, et al. Machine Learning Techniques for Differential Diagnosis of Vertigo and Dizziness: A Review. *Sensors (Basel)*. 2021;21(22):7565. DOI: [10.3390/s21227565](https://doi.org/10.3390/s21227565).
13. Neuhauser HK. Handbook of Clinical Neurology. Amsterdam: Elsevier; 2007. Chapter, The epidemiology of dizziness and vertigo; p. 887-900.

СУБ'ЄКТИВНА ОЦІНКА ВЕСТИБУЛЯРНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ: ОГЛЯД НОВОГО АНКЕТНОГО МЕТОДУ

Мурадова Н. А.

Резюме. Вестибулярні розлади являють собою одну з найскладніших діагностичних категорій в оториноларингології та неврології. Проблема точної і своєчасної диференціальної діагностики зберігає актуальність, особливо на первинному етапі оцінки пацієнтів зі скаргами на запаморочення. Метою цього дослідження стало розроблення та клінічна валідація нового анкетного методу, орієнтованого на полегшення диференціальної діагностики найпоширеніших вестибулярних патологій. У межах проспективного клінічного дослідження, проведеного у 2021-2023 роках на базі спеціалізованої ЛОР-лікарні, було застосовано авторський опитувальник, який складався з 21 діагностично значущого запитання. Формулювання запитань ґрунтувалося на класифікаційних критеріях Міжнародного товариства з вестибулярних розладів (Bárány Society), а також на клінічних ознаках захворювань, які трапляються найчастіше, – доброякісного пароксизмального позиційного запаморочення (ДППЗ), хвороби Мен'єра, вестибулярного невриту і вестибулярної мігрені. Опитувальник був адаптований з урахуванням культурних і соціальних характеристик локальної популяції, що забезпечило його хороше сприйняття пацієнтами. Анкету заповнювали на етапі первинного прийому – до призначення інструментальних діагностичних процедур. Загалом було включено 503 пацієнти, з яких 468 анкет (93%) було визнано придатними для статистичного опрацювання. Середній вік учасників становив 47 років, жінок було 67,3%. З використанням методу CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detection) було побудовано дерево рішень, в якому ключові питання анкети розподілялися за значимістю залежно від ступеня зв'язку з остаточним діагнозом. Це дало змогу автоматизовано ідентифікувати ймовірний діагноз для кожного пацієнта. Діагностична модель показала такі характеристики: чутливість – 75%, специфічність – 73%, точність – 74%, F1-міра – 79%, позитивна прогностична цінність – 85%, негативна прогностична цінність – 58%. Значення AUC (Area Under the Curve) становило 0,742, що вказує на задовільну діагностичну здатність моделі. Найчастішими діагнозами в досліджуваній когорті були: ДППЗ (48,2%), хвороба Мен'єра (28,7%), вестибулярний неврит (9,8%) і вестибулярна мігрень (7,7%). Ці результати узгоджуються з опублікованими даними літератури, підтверджуючи високу поширеність периферичних причин запаморочення в клінічній практиці. Порівняння з міжнародними дослідженнями продемонструвало зрівняні або навіть вищі показники діагностичної точності за використання менш ресурсоемної методики – дерева рішень. Модель продемонструвала хорошу інтерпретованість, що робить її зручною для застосування на рівні первинної медико-санітарної допомоги.

Анкетний метод у поєднанні з алгоритмом дерева рішень є перспективним інструментом для первинної диференціальної діагностики вестибулярних розладів. Він може бути особливо корисним в умовах обмеженого доступу до спеціалізованої діагностики. Майбутні дослідження мають бути спрямовані на розширення вибірки, включення мультифакторних даних, впровадження алгоритмів машинного навчання і створення програмного забезпечення для практичного використання моделі. Запропонований підхід може істотно підвищити ефективність і доступність діагностики вестибулярних порушень.

Ключові слова: вертиго, запаморочення, анкета, діагностика вертиго, алгоритм

SUBJECTIVE ASSESSMENT OF VESTIBULAR DISORDERS: A REVIEW OF A NEW QUESTIONNAIRE-BASED METHOD

Muradova N. A.

Abstract. Vestibular disorders represent one of the most diagnostically challenging categories in otorhinolaryngology and neurology. Accurate and timely differential diagnosis remains a pressing clinical issue, particularly at the initial stage of patient assessment with complaints of dizziness. This study aimed to develop and clinically validate a novel questionnaire-based approach designed to facilitate the differential diagnosis of the most common vestibular conditions. Within the framework of a prospective clinical study conducted between 2021 and 2023 at a specialized ENT hospital, a 21-item author-designed diagnostic questionnaire was applied. The items were formulated based on the criteria of the International Bárány Society and focused on the specific clinical features of conditions such as benign paroxysmal positional vertigo (BPPV), Ménière's disease, vestibular neuritis, and vestibular migraine. The questionnaire was adapted to local cultural and linguistic characteristics to ensure clarity and patient comprehension. It was completed during the initial clinical encounter, prior to any instrumental investigations. A total of 503 patients were enrolled, of which 468 questionnaires (93%) were deemed complete and suitable for statistical analysis. The mean age of participants was 47 years; 67.3% were women. Using the CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detection) algorithm, a decision tree was constructed in which key questionnaire items were ranked based on their statistical association with the final diagnosis. This allowed for an automated prediction of the most likely diagnosis per patient. The diagnostic model demonstrated the following performance metrics: sensitivity – 75%, specificity – 73%, accuracy – 74%, F1-score – 79%, positive predictive value – 85%, and negative predictive value – 58%. The area under the ROC curve (AUC) was 0.742, indicating a satisfactory classification ability. The most frequently confirmed diagnoses were: BPPV (48.2%), Ménière's disease (28.7%), vestibular neuritis (9.8%), and vestibular migraine (7.7%). These findings are consistent with the existing literature, supporting the high prevalence of peripheral causes of vertigo in clinical practice. Comparison with international studies revealed comparable or superior diagnostic performance of this approach, despite the use of less computationally intensive methods such as decision trees. The model's interpretability makes it particularly well suited for primary care settings where access to specialist diagnostics may be limited.

The questionnaire-based method, integrated with a decision tree algorithm, is a promising tool for primary differential diagnosis of vestibular disorders. It offers particular advantages in resource-limited settings. Future directions should include expanding patient samples, integrating multimodal data, implementing advanced machine learning models, and developing clinical software for real-world deployment. This strategy has the potential to significantly enhance diagnostic efficiency and accessibility in vestibular care.

Key words: vertigo, dizziness, questionnaire, vertigo diagnosis, algorithm.

ORCID and contribution / ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Muradova N. A.: <https://orcid.org/0009-0000-4979-5973>^{ABCDE}

Corresponding author

Muradova Nigar Akperovna / Мурадова Нігяр Акперівна
Azerbaijan Medical University / Азербайджанський медичний університет
Azerbaijan, AZ1007, Baku, 167 Samed Vurgun str. / Адреса: Азербайджан, AZ1007, м. Баку, вул. Самеда Вургунуна 167

Tel.: +994557621780 / Тел.: +994557621780

Email: statya2021@mail.ru

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 23.01.2025 / Стаття надійшла 23.01.2025 року

Accepted 01.05.2025 / Стаття прийнята до друку 01.05.2025 року