

## ВИЗНАЧЕННЯ ВЕСТИБУЛЯРНОЇ ФУНКЦІЇ У ДІТЕЙ ХВОРИХ НА ГНІЙНИЙ СЕРЕДНІЙ ОТИТ

Лозова Ю. В.

**Мета дослідження** – оцінка вестибулярної функції дітей з гострим гнійним середнім отитом методом комп'ютерної статичної стабілометрії порівняно з типово-розвиненими однолітками.

**Матеріали та методи.** Обстежено 52 дитини віком від 4 до 7 років, 22 дитини з гнійним середнім отитом та 30 практично здорових однолітків методом статичної стабілометрії на пристрої «МПФІ стабілограф 1» (Харків, Україна). До уваги бралися показники варіації та форми розподілу центру тиску, спектрально-кореляційні показники стабілограм, а також інтегральні показники стабільності (довжина, швидкість та кут постуральних коливань) та якості функції рівноваги за двох сенсорних станів (відкриті та закриті очі) розраховані у програмному забезпеченні StabiliS.

**Результати.** Гнійний середній отит викликає постеріорне зміщення абсолютних координат центру тиску. У стані з закритими очима діти з гнійним отитом відрізняються від своїх здорових однолітків за 14 з 24 стабілометричних параметрів, у тому числі за довжиною стабілограм, швидкістю, кутом та амплітудою коливань, поступаючи їм у стійкості рівноваги. Діти з гнійним середнім отитом більш чутливі до зорового каналу постурального контролю, ніж їх однолітки. Залучення зорової аферентації до постурального контролю істотно покращує підтримання балансу у дітей з гнійним отитом за рахунок зменшення девіацій, постуральних коливань, що знаходиться відображення у вірогідних змінах 9 з 24 стабілометричних параметрів порівняно з контролем.

**Висновок.** У дошкільному віці гнійний середній отит призводить до прихованої вестибулярної дисфункції, яка виявляється порушенням стійкості вертикальної пози у стані з закритими очима та компенсується за рахунок зорово-вестибуло-пропріоцептивної інтеграції в процесі постурального контролю.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** гнійний середній отит, постурографія, рівновага, вестибулярна функція, дошкільний вік

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

Лозова Юлія Вікторівна, аспірант кафедри отоларингології та дитячої отоларингології, Харківська академія післядипломної освіти, вулиця Амосова, 58, Харків, Україна, 61176. Завідувач дитячим отоларингологічним дитячим відділенням Харківської міської клінічної лікарні № 30, вулиця Гуданова 5/7, Харків, Україна, e-mail: uklor@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7094-7086>

Для цитування:

Лозова Ю. В. ВИЗНАЧЕННЯ ВЕСТИБУЛЯРНОЇ ФУНКЦІЇ У ДІТЕЙ ХВОРИХ НА ГНІЙНИЙ СЕРЕДНІЙ ОТИТ. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Медицина». 2022: 44; С. 49–64. DOI: 10.26565/2313-6693-2022-44-04

### ВСТУП

Периферичні вестибулярні розлади складно диференціювати через не специфічність симптомів, нечіткість формулювання скарг пацієнтів, багатофакторну природу запаморочення та нестійкості пози й нестачу надійних скринінгових методів [1]. Усі тести периферичної нервової системи, що сьогодні використовуються в клінічній практиці, засновані на вимірюванні олігосинаптичних рефлексів стовбура головного мозку [2]. Не винятком є й стабілометрія, заснована на

оцінці рівноваги людини, що дозволяє виявити вестибуло-спінальні розлади [3].

Рівновага являє собою здатність підтримувати центр тиску тіла з мінімальним розхитуванням [4], а її контроль забезпечується комбінацією центральних та периферичних нервових компонентів, включаючи спинномозкові рефлексії, супраспінальні команди та інтеграцію аферентних та/або еферентних сигналів зорової, вестибулярної та сомато-сенсорної модальності. Стратегії постурального контролю включають або компенсуючі коригування пози після її непередбаченого порушення, або

випереджувальні коригування пози, які протидіють будь-яким прогнозованим порушенням пози [5]. Постуральний контроль тісно пов'язаний з гармонійним розвитком сенсорно-моторної інтеграції та моторним, когнітивним і соціальним розвитком дитини [6].

Стабілометрія також відома як стабілографія або постурографія та являє собою тест, в якому силова платформа використовується для об'єктивної загальної оцінки балансу та отримання кількісної апроксимації коливань центру маси людини шляхом реєстрації центру тиску на платформі [3, 5]. Розрізняються статичну та динамічну стабілометрію.

Статична стабілометрія відноситься до вимірювання постурального коливання центру тиску тіла під час спокійного стояння на нерухомій опорній поверхні. Статична постурографія дозволяє об'єктивно оцінювати пасивний контроль пози [5, 7], який включає реакцію на гравітацію та ефекти щодо невеликих, самостійно ініційованих коригувальних рухів [7]. Динамічна постурографія включає використання індукованого порушення балансу, наприклад зсув опорної поверхні з використанням нестабільної опорної поверхні, переміщення візуального оточення, застосування стимулів до верхньої частини тіла або довільне зміщення центру мас [5]. Моделювання різних сенсорних станів дозволяє оцінити різні механізми поступального контролю. Так, нейтральне положення на стабільній твердій поверхні обличчям вперед з відкритими очима дозволяє оцінити інтегративну взаємодію зорової, соматосенсорної та вестибулярної системи у підтримці рівноваги [8], тоді як закривання очей у цьому ж положенні дозволяють оцінити ефекти соматосенсорної та вестибулярної систем [8], а заміна нерухої платформи на рухому при закритих очах дозволяє оцінити переважно вестибулярні функції, а твердої поверхні на податливу – переважно соматосенсорну функцію [2].

Попередніми дослідженнями продемонстровано ефективність використання постуральних тестів у виявленні субклінічних вестибулярних дисфункцій навіть у пацієнтів без запаморочень в

анамнезі, особливо, за моделювання сенсорного середовища [8].

У спеціальній літературі вестибулярній функції у дітей мало приділяється уваги, ймовірно, внаслідок невисокої поширеності вестибулярних розладів у популяції дітей з нормальним онтогенетичним розвитком. У той же слухова система тісно пов'язана з вестибулярною системою з погляду ембріологічного розвитку, іннервації та кровопостачання [9]. Також відомий зв'язок захворювань середнього вуха з вестибулярними периферичними розладами [10, 11]. Так, у дітей 10–12 років із тимпаностомічними трубками в анамнезі та/або з трьома або більше інфекційними захворюваннями вуха, перенесеними до п'яти років, постуральна стабільність знижувалася за даними комп'ютеризованого тесту динамічної постурографії для оцінки стабільності (SET) і дитячої шкали балансу (PBS) [12].

Одним з найпоширеніших захворювань середнього вуха у дитячому віці є гострий середній отит, у тому числі й гнійний. Попередніми дослідженнями показано, що 50 % дітей хворіють на гострий гнійний середній отит у віці до 1 року, а майже 80 % – до 3 років [13].

За результатами нашого ретроспективного дослідження діти з гострим середнім гнійним отитом скаржилися на слабкість, головний біль, запаморочення, нудоту, інколи блювання, а отоневрологічний огляд виявив дрібно-розмашистий горизонтальний ністагм, хиткість у позі Ромберга, «промазування» при виконанні координаторних проб. Зазначене дозволяє дійти висновку щодо обумовленості скарг хворих не лише процесами інтоксикації, а й порушеннями вестибулярної функції [14].

Переважає більшість досліджень останнього десятиліття присвячення вивченню вестибулярної функції у дітей з секреторним середнім отитом. Зокрема, показано, що 50 % дітей з серозним отитом можуть мати деякі порушення рівноваги [15].

У дітей 3–6 років з середнім секреторним отитом середня швидкість коливань тіла за даними комп'ютерної стабілометрії порушена як до так і після операції через 3 місяці, що розглядається

авторами як ознака прихованої вестибулярної дисфункції [16]. При дослідженні дітей 4–7 років з випотом у середньому вусі не знайдено відмінностей з контролем у тестах Барані, але виявлено недостовірно вищу швидкість розкачування за даними постурографії [17].

При дослідженні координації, балансу, окорухової функції та ністагму у дітей 4–8 років з середнім отитом з випотом виявлено істотне збільшення окорухових аномалій порівняно з контролем [18]. Дослідження 4–15-річних дітей з середнім отитом з випотом і запамороченнями методом відеоімпульсний вестибуло-окулярний тест (vНІТ) не виявило істотних змін середніх значень приросту vНІТ чи їх асиметрії, однак, виявило збільшену частоту прихованих саккад (57%), що розглядалося авторами як ознака легкого вестибулярного розладу [19]. У іншому дослідженні такої ж категорії пацієнтів тим же методом частота прихованих саккад (у вертикальних площинах каналу) становила 32% та не залежала від стадії гострого секреторного отиту з випотом. Істотне зниження приросту vНІТ виявлено тільки в площині переднього каналу на ураженій стороні порівняно зі здоровим вухом [20]. Постурографічне дослідження дітей 4–14 років з двобічним гострим отитом з випотом виявило порушення рівноваги (збільшення більшості стабілометричних показників) як до дренування, так і після 4 тижнів з моменту дренування [21]. Постурографічне дослідження у комплексі з електроністагмографією (ENG) дітей 7–15 років з середнім отитом з випотом виявили підвищені значення стабілометричних параметрів як з відкритими, так і закритими очима, спонтанний (40,9%) і позиційний (63,6%) ністагм [22]. У дітей із середнім отитом з випотом бали за арабським опитувальником запаморочення та деякі результати приліжкових тестів були значно відхилені від норми, у 73% викликані повітрям вестибуло-викликані міогенні потенціали (oVEMP) мали значну затримку латентного періоду. У той же час, кісткові вестибуло-викликані міогенні потенціали (cVEMP) не відрізнялися від контролю [15].

Як бачимо, результати оцінки вестибулярної функції у дітей з гострим

середнім отитом різними інструментальними методами є досить суперечливими, на що вказувалося й у нещодавньому систематичному огляді [11], а дослідження вестибулярної функції у дітей з гострим гнійним середнім отитом практично відсутні.

Враховуючи зазначене вище та простоту й відтворюваність результатів статичної стабілометрії у виявленні вестибулярної дисфункції у дітей, **мета нашого дослідження** полягала в оцінці стану вестибулярної функції у дітей з гострим гнійним середнім отитом методом комп'ютерної статичної стабілометрії.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Обстежено 52 дитини у віці 4–7 років, яких розподілено на 2 групи: основна група (n = 22, вік –  $5,58 \pm 0,24$  роки) з гнійним гострим середнім отитом та контрольна група – практично здорові діти (n = 30, вік –  $5,91 \pm 0,21$  роки).

Критеріями включення до контрольної групи була відсутність гострої та хронічної патології з боку нервової, вестибулярної, слухової, зорової та опорно-рухової систем.

Критеріями виключення з основної групи були: наявність патології опорно-рухової та/або зорової, нервової систем.

Дослідження вегетативно-спінальних рефлексів і функції рівноваги проводилися у перші 2 доби надходження дитини до стаціонару за методом комп'ютерної статичної стабілометрії на пристрої «МПФІ стабілограф 1» (ТОВ «АСТЕР АЙТІ», Харків, Україна). Надійність стабілометричної оцінки у дітей є доведеною [23].

У процесі дослідження дитина знаходилася на тензометричній платформі (300 × 300 мм) у вертикальному положенні у європейській стійці (п'ятки разом, носки нарізно). Тривалість дослідження згідно рекомендацій [24] становила по 1 хв у двох сенсорних станах – закриті та відкриті очі. Реєстрація переміщення центру тиску на площу платформи здійснювалася з частотою дискретизації 13,128 Гц.

На підставі зареєстрованих даних у пакеті програмного забезпечення StabiliS розраховувалися наступні стабілометричні показники: *Length, мм* – довжина

траєкторії коливань центру тиску; *AvgSpeed*, мм/с – середня швидкість переміщення центру тиску; *Angle*, ° – усереднений кут коливань центру тиску; *Pup2Sigma*, % – відносна кількість точок стабілограми, що лежать у межах подвоєного стандартного відхилення; *PirsonXY* – коефіцієнт лінійної кореляції між коливаннями в фронтальній і сагітальній площинах; *wAvgFXY*, Гц – середньозважена частота крос-спектра коливань центру тиску у фронтальній і сагітальній площинах; *KFR*, % – якість функції рівноваги. Окремо для фронтальної (*X*) і сагітальної (*Y*) площин розраховувалися наступні показники: *RangeX* та *RangeY*, мм – розмах коливань центру тиску; *LengthXiLengthY*, мм – довжина траєкторії коливань центру тиску; *MeanX* та *MeanY*, мм – середнє положення центру тиску; *StdDevX* та *StdDevY*, мм – стандартне відхилення коливань центру тиску; *SkewX* та *SkewY*, мм – асиметрія коливань центру тиску; *KurtosisXiKurtosisY*, мм – ексцес коливань центру тиску; *wAvgFX* та *wAvgFY*, Гц – середньозважена частота спектра коливань центру тиску; *CCOX* і *CCOY*, с – зсув автокореляційної функції до отримання значення коефіцієнта кореляції менше за нуль.

Усі дані статистично оброблено у середовищі спеціалізованого прикладного програмного забезпечення STATISTICA v12.5 (StatSoftInc, USA). Для перевірки нормальності розподілу використано критерій Шапіро-Уїлка. Через невідповідність закону нормального розподілу більшості досліджуваних стабілометричних показників дані представлено у вигляді медіани та інтерквантильного розкиду. Для порівняльного аналізу основної та контрольної груп використано U-критерій Манна-Уїтні, а для порівняння різних сенсорних станів – T-критерій Вілкоксона. Достовірними вважалися відмінності при  $p \leq 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТИ

За відсутності зорової аферентації у дітей з гнійним отитом спостерігалось

істотне ( $p \leq 0,001$ ) зміщення центру тиску порівняно з контрольною групою. Так, у контрольній групі центр тиску був практично центрованим відносно середньої лінії у фронтальній площині та дещо зміщеним назад, тоді як за гнійного отиту спостерігалось більш виражене зміщення вправо та назад відносно середньої лінії (рис. 1).

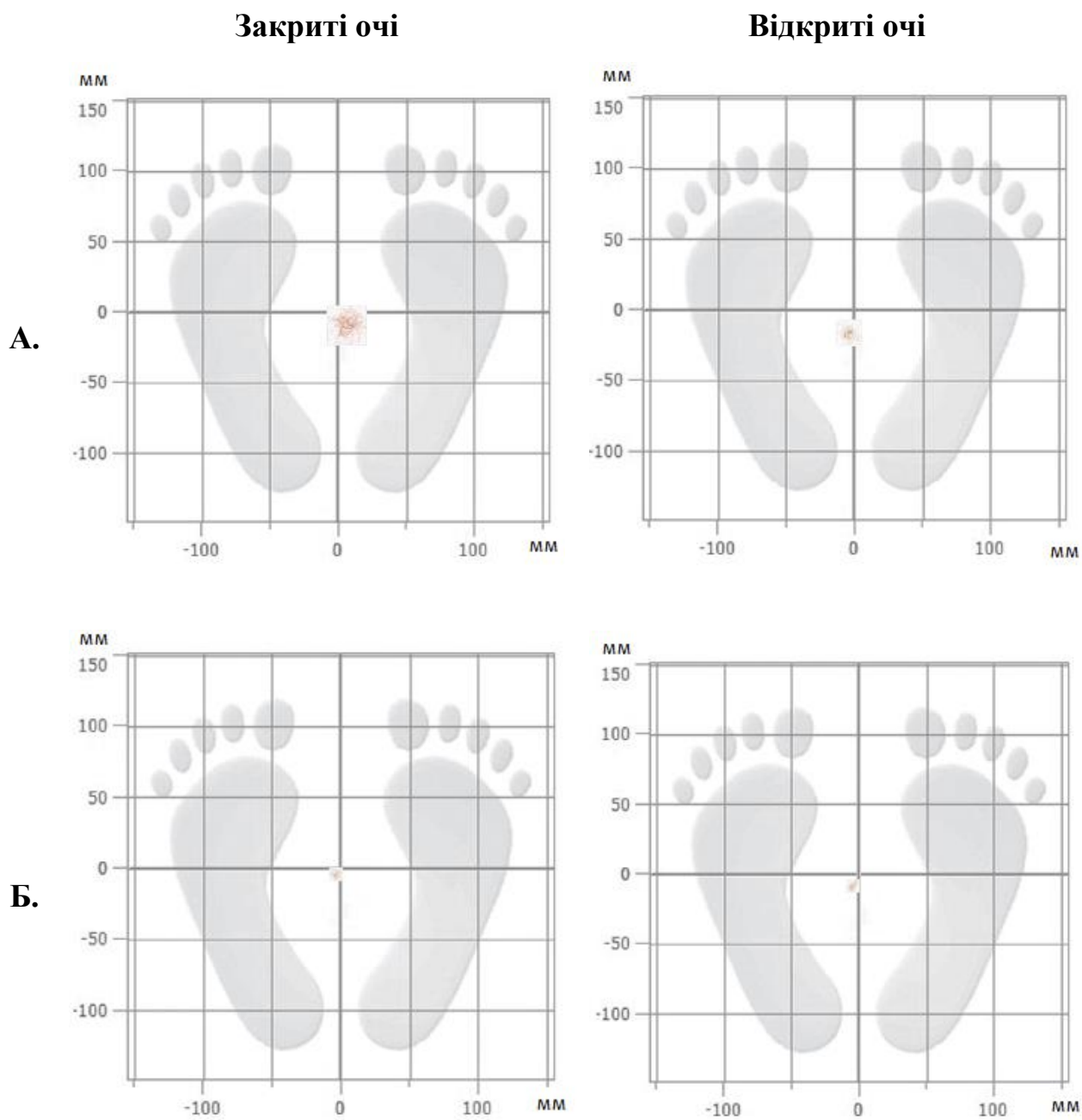
За відкритих очей істотні зміни у локалізації центру тиску у дітей з гнійним отитом, порівняно з контролем, спостерігалися тільки у сагітальній площині ( $p \leq 0,05$ ), залишаючись зміщеними назад відносно середньої лінії (табл. 1).

Залучення зорового каналу до постурографічного контролю в обох групах призводило до значного зміщення центру тиску вліво від середньої лінії ( $p \leq 0,05$ ) за гнійного отиту, тоді як в контролі спостерігалась лише тенденція ( $p = 0,090$ ).

За результатами нашого дослідження усереднена фігура проекції центру тиску у пробі з закритими очима (рис. 2А) фактично представлена окружністю за гнійного середнього отиту (співвідношення осей  $Y/X = 0,94$  [0,80; 1,11]), а в контрольній групі – еліпсом (співвідношення осей  $Y/X = 1,12$  [1,02; 1,17]). Зазначене вказує на відсутність домінування гомілковостопної стратегії підтримки пози, що регулює стійкість у постеріо-антеріорному напрямку та є типовою для контролю за гнійного отиту (рис. 2А) в умовах відсутності зорового контролю.

Координати положення та характеристики форми розподілу коливань центру тиску у дітей з гнійним середнім отитом за різних сенсорних станів наведені в таблиці 1.

Медіанні значення коефіцієнтів асиметрії (*SkewX*, *SkewY*) за модулем в обох групах не перевищували 0,25, що вказувало на відносно симетричне положення центру тиску в обох площинах (табл. 1). За різних сенсорних станів діти з гнійним середнім отитом статистично значимо не відрізнялися від контролю за симетричністю основної стійки ( $p > 0,05$ )



**Рис. 1. Приклад положення центра тиску в системі координат Європейського стандарту у дітей з гнійним середнім отитом (А) і в контролі (Б) за різних сенсорних умов**

**Fig. 1. Example of the position of the pressure center in the coordinate system of the European standard in children with purulent otitis media (A) and in the control (B) under different sensory conditions**

Таблиця 1  
Table 1

Координати положення та характеристики форми розподілу коливань  
центру тиску у дітей з гнійним середнім отитом при різних сенсорних станах

Coordinates of the position and characteristics of the shape of the distribution of pressure center  
oscillations in children with purulent otitis media in different sensory states

Показники	Стан	Гнійний отит (n = 22)			Контроль (n = 30)			p
		Медіана	25 %	75 %	Медіана	25 %	75 %	
MeanX, мм середнє положення центру тиску	ЗО	<b>7,04</b>	<b>3,30</b>	<b>16,16</b>	<b>-0,37</b>	<b>-3,13</b>	<b>3,90</b>	<b>0,000</b>
	ВО	-0,72*	-5,72	4,47	-2,22	-5,70	2,29	0,213
MeanY, мм середнє положення центру тиску	ЗО	<b>-13,72</b>	<b>-25,17</b>	<b>-10,30</b>	<b>-4,12</b>	<b>-7,07</b>	<b>0,78</b>	<b>0,000</b>
	ВО	<b>-16,35</b>	<b>-23,25</b>	<b>-15,05</b>	<b>-3,22</b>	<b>-9,12</b>	<b>1,73</b>	<b>0,019</b>
SkewX асиметрія коливань центру тиску	ЗО	-0,03	-0,26	0,10	-0,01	-0,12	0,15	0,920
	ВО	0,04	-0,21	0,23	0,04*	-0,08	0,21	0,547
SkewY асиметрія коливань центру тиску	ЗО	0,10	-0,06	0,36	0,03	-0,09	0,17	0,227
	ВО	-0,03	-0,04	0,09	0,04*	-0,15	0,10	0,466
KurtosisX ексцес коливань центру тиску	ЗО	<b>2,74</b>	<b>2,45</b>	<b>2,92</b>	<b>2,39</b>	<b>2,21</b>	<b>2,71</b>	<b>0,001</b>
	ВО	2,42*	2,29	2,82	2,55	2,33	2,65	0,403
KurtosisY ексцес коливань центру тиску	ЗО	2,58	2,25	2,82	2,42	2,32	2,55	0,060
	ВО	2,57	2,55	2,61	2,37	2,21	2,65	0,547
Length, мм довжина траєкторії коливань центру тиску	ЗО	<b>1445,70</b>	<b>1160,7</b>	<b>1543,0</b>	<b>932,80</b>	<b>769,20</b>	<b>1205,5</b>	<b>0,000</b>
	ВО	875,4*	789,7	987,4	805,70*	699,20	933,60	0,343
AvgSpeed, мм/с середня швидкість переміщення центру тиску	ЗО	<b>19,20</b>	<b>12,76</b>	<b>21,20</b>	<b>12,04</b>	<b>10,55</b>	<b>16,09</b>	<b>0,001</b>
	ВО	10,69*	7,9	11,3	10,97*	9,15	12,69	0,343
Angle, усереднений кут коливань центру тиску	ЗО	<b>6,01</b>	<b>4,49</b>	<b>10,30</b>	<b>-1,33</b>	<b>-6,59</b>	<b>4,40</b>	<b>0,001</b>
	ВО	-0,70	-7,46	8,59	-4,88	-9,51	4,09	0,538
Pup2Sigma, % відносна кількість точок стабілограми, що лежать у межах подвоєного стан- дартного відхилення	ЗО	91,60	90,00	92,70	92,00	90,20	95,10	0,163
	ВО	<b>90,90</b>	<b>90,00</b>	<b>92,7</b>	<b>92,45</b>	<b>91,30</b>	<b>93,80</b>	<b>0,046</b>
RangeX, мм розмах коливань центру тиску	ЗО	27,12	21,72	39,31	25,34	17,88	27,84	0,090
	ВО	<b>19,85*</b>	<b>17,92</b>	<b>25,45</b>	<b>25,83</b>	<b>23,60</b>	<b>29,30</b>	<b>0,001</b>
RangeY, мм розмах коливань центру тиску	ЗО	25,49	23,10	29,05	25,72	21,80	31,65	0,693
	ВО	<b>21,83*</b>	<b>17,9</b>	<b>31,52</b>	<b>27,32</b>	<b>23,62</b>	<b>31,94</b>	<b>0,029</b>
StdDevX, мм стандартне відхилення коливань центру тиску	ЗО	5,00	4,49	7,23	5,10	3,75	6,03	0,563
	ВО	<b>4,31*</b>	<b>3,49</b>	<b>5,63</b>	<b>5,36</b>	<b>4,66</b>	<b>6,14</b>	<b>0,017</b>
StdDevY, мм стандартне відхилення коливань центру тиску	ЗО	4,95	4,88	7,40	5,50	4,68	6,44	0,666
	ВО	4,77*	3,8	6,59	5,65	5,13	6,36	0,083

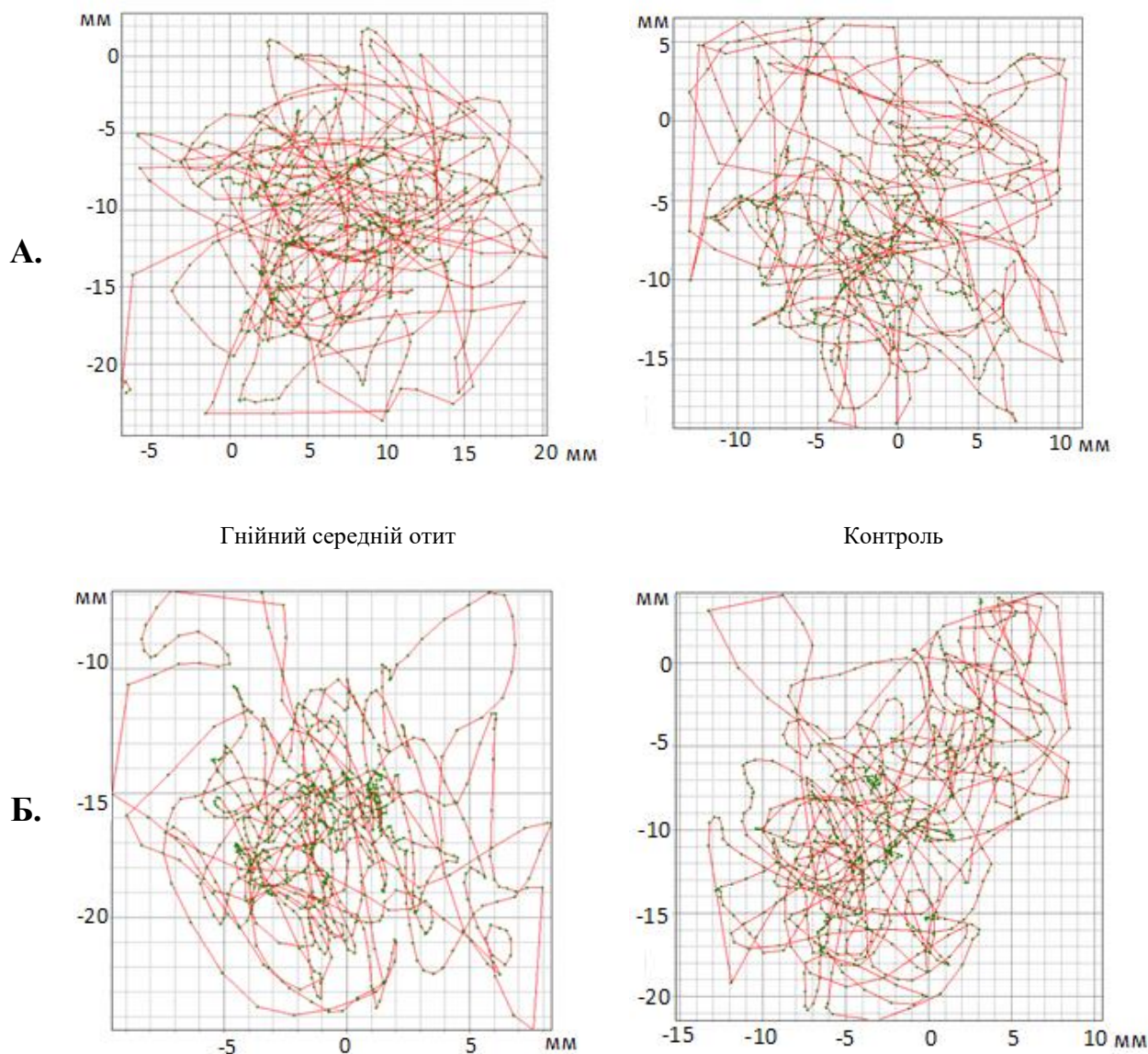
**Примітки:** ЗО – стан з закритими очима, ВО – стан з відкритими очима, \* – достовірні відмінності з значеннями показників у стані з закритими очима,  $p \leq 0,001$

У той же час, за наявності зорового контролю усереднена фігура проєкції центру тиску демонструвала тенденцію до видовження за фронтальною віссю усередненої фігури проєкції центру тиску

за гнійного отиту (співвідношення осей  $Y/X = 0,99 [0,93; 1,59]$ ) (рис. 2). Оскільки постуральні рухи навколо фронтальної осі переважно контролюються антигравітаційними моментами, що створюються

тильним / підошовним згинанням гомілковостопних суглобів, то можемо припускати, що за наявності зорового

контролю у дітей з гнійним отитом у забезпеченні основної стійки починає переважати гомілковостопна стратегія.



**Рис. 2.** Приклади стабілограмм дітей з гнійним середнім отитом та контролю із закритими (А) та відкритими (Б) очима

**Fig. 2.** Examples of stabilograms of children with purulent otitis media and control with closed (A) and open (B) eyes

Аналіз дев'яти точок стабілограми дозволив оцінити стабільність основної стійки (табл. 1). У стані з закритими очима статистично вірогідних відмінностей між дітьми з гнійним середнім отитом і контролем за величиною дев'ятих постуральних коливань як у фронтальній ( $RangeX$ ,  $StdDevX$ ), так і у сагітальній ( $RangeY$ ,  $StdDevY$ ) площині не виявлено, хоча й спостерігалася тенденція ( $p = 0.09$ ) до збільшення амплітуди коливань у фронтальній площині за гнійного отиту.

Утім залучення зорової аферентації до постурографічного контролю призводило до статистично значимого зменшення дев'ятих постуральних коливань тільки серед дітей з гнійним отитом як у фронтальній ( $p \leq 0.01$ ), так і у сагітальній ( $p \leq 0.05$ ) площинах. Як наслідок, діти з гнійним отитом у стані з відкритими очима характеризувалися вірогідно ( $p \leq 0,05$ ) нижчою амплітудою та варіативністю коливань центру тиску, порівняно з контролем, в обох площинах.

У стані з закритими очима дітям з гнійним отитом, порівняно з контролем, властиві достовірно ( $p \leq 0,001$ ) вищі значення ексцесу у фронтальній площині (*KurtosisX*) та тенденція ( $p = 0,06$ ) до вищих значень у сагітальній площині (*KurtosisY*) на фоні однакових значень *Pup2Sigma* ( $p > 0,05$ ), що свідчить про більше стійке розхитування тіла з меншою кількістю великих коливань, ніж в контролі. Відкриття очей призвело до суттєвого ( $p \leq 0,01$ ) зниження ексцесу у фронтальній площині у дітей з гнійним отитом, чого не спостерігалось в контролі. Як результат у стані з відкритими очима, виявлено вірогідно ( $p \leq 0,05$ ) нижчі значення *Pup2Sigma* за гнійного отиту порівняно з контролем, що свідчить про збільшення кількості великих коливань.

Поширеним індикатором стійкості основної пози у стабілометричних дослідженнях є кут коливань центру тиску, який у дітей в нормі не перевищує 12,5, що узгоджується з результатами нашого дослідження. Установлено, що кут коливань центру тиску (табл. 1) у дітей з гнійним отитом є суттєво більшим ( $p \leq 0,001$ ), ніж в контролі, за відсутності

зорового контролю, тоді як включення зорової аферентації до постурального контролю нівелювало ці відмінності ( $p > 0,05$ ).

Установлено, що діти з гнійним отитом, порівняно з контролем, характеризувалися вірогідно швидшим затуханням автокореляційної функції (табл. 2) як у фронтальній ( $p \leq 0,001$ ), так і у сагітальній ( $p \leq 0,001$ ) площинах у стані з закритими очима, тоді як в стані з відкритими очима більш швидке затухання спостерігалось тільки у фронтальній площині ( $p \leq 0,01$ ). Зазначене свідчить про меншу регулярність та передбачуваність коливальних рухів у дітей з гнійним отитом порівняно з контролем, тобто стабілізуючі коливання були більш раптовими та/або більш вираженими, та, імовірно, пов'язані з вищим рівнем централізації механізмів постурального контролю. Останнє узгоджується з виявленою вищою середньою швидкістю переміщення центру тиску ( $p \leq 0,001$ ) та більшою загальною довжиною статокінезіограми ( $p \leq 0,001$ ) у дітей з гнійним отитом, порівняно з контролем, у стані з закритими очима.

Таблиця 2  
Table 2

Спектрально-кореляційні показники стабілограми дітей з гнійним середнім отитом за різних сенсорних станів

Spectral-correlation indicators of the stabilogram of children with purulent otitis media in different sensory states

Показники	Стан	Гнійний отит (n = 22)			Контроль (n = 30)			p
		Медіана	25 %	75 %	Медіана	25 %	75 %	
CCOX, с зсув автокореляційної функції	ЗО	<b>3,31</b>	<b>1,57</b>	<b>5,91</b>	<b>6,85</b>	<b>4,17</b>	<b>18,19</b>	<b>0,000</b>
	ВО	<b>3,70*</b>	<b>2,76</b>	<b>7,32</b>	<b>4,80*</b>	<b>3,78</b>	<b>5,28</b>	<b>0,006</b>
CCOY, с зсув автокореляційної функції	ЗО	<b>4,00</b>	<b>2,76</b>	<b>7,32</b>	<b>10,43</b>	<b>6,85</b>	<b>18,90</b>	<b>0,000</b>
	ВО	4,41	4,09	6,85	8,63	5,91	14,33	0,185
wAvgFX, Гц, середньозважена частота спектра коливань центру тиску	ЗО	<b>0,32</b>	<b>0,27</b>	<b>0,44</b>	<b>0,29</b>	<b>0,24</b>	<b>0,31</b>	<b>0,001</b>
	ВО	<b>0,24*</b>	<b>0,24</b>	<b>0,29</b>	<b>0,23*</b>	<b>0,21</b>	<b>0,28</b>	<b>0,000</b>
wAvgFY, Гц, середньозважена частота спектра коливань центру тиску	ЗО	0,34	0,29	0,37	0,31	0,29	0,37	0,720
	ВО	<b>0,26*</b>	<b>0,24</b>	<b>0,28</b>	<b>0,28*</b>	<b>0,25</b>	<b>0,32</b>	<b>0,001</b>
PirsonXY, коефіцієнт лінійної кореляції між коливаннями в фронтальній і сагітальній площинах	ЗО	<b>0,11</b>	<b>0,07</b>	<b>0,15</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,11</b>	<b>0,07</b>	<b>0,001</b>
	ВО	-0,02	-0,13	0,17	-0,08	-0,12	0,09	0,178
wAvgFXY, Гц середньозважена частота спектра коливань центру тиску	ЗО	<b>0,31</b>	<b>0,28</b>	<b>0,33</b>	<b>0,30</b>	<b>0,27</b>	<b>0,34</b>	<b>0,038</b>
	ВО	0,24*	0,24	0,26	0,26	0,23	0,28	0,848

Примітки: ЗО – стан з закритими очима, ВО – стан з відкритими очима, \* – достовірні відмінності з значеннями показників у стані з закритими очима,  $p \leq 0,001$



Середньозважена частота спектру коливань центру тиску в фронтальній і сагітальній площинах та крос-спектру за обох сенсорних станів знаходилася у низькочастотному діапазоні (близько 0,3 Гц). Зазначена частота відображає процес утримання центру тяжіння тіла в межах проекції площі його опори та компенсаторне відновлення втраченої рівноваги тіла як результат установчих позних рефлексів. У стані з закритими очима діти з гнійним отитом характеризувалися значно вищими значеннями середньозваженої частоти спектру коливань центру тиску в фронтальній площині ( $p \leq 0,001$ ) та його крос-спектру ( $p \leq 0,05$ ), порівняно з контролем. Такий зсув у бік вищої частоти може бути ознакою мінімальної периферичної вестибулярної дисфункції у дітей з гнійним отитом. У той же час, за підтримання вертикальної пози під зоровим контролем діти з гнійним отитом мали вірогідні нижчі значення середньозваженої частоти у сагітальній площині ( $p \leq 0,001$ ), але вищі значення у фронтальній площині ( $p \leq 0,001$ ). Зазначене може вказувати на збереження ознак мінімальної периферичної вестибулярної дисфункції у регулюванні підтриманні рівноваги у медіолатеральному напрямі у дітей з гнійним отитом поряд з більш ефективною зорово-вестибулярною інтеграцією під час позного контролю у антеріо-постеріорному напрямі за умов доступності зорової аферентації.

Колівальні рухи у фронтальній і сагітальній площинах виявилися незалежними в обох досліджуваних групах (табл. 2), хоча ступінь їх коваріації був істотно вищим за гнійного отиту ( $p \leq 0,001$ ) у стані з закритими очима. Зазначене свідчить про домінування механізмів саморегуляції основної стійки у дітей дошкільного віку, утім напруженість цих механізмів є вищою за гнійного середнього отиту.

Цікавими виявилися результати оцінки інтегрального показника поступального контролю – коефіцієнту функції рівноваги (рис. 3). У стані з закритими очима, діти з гнійним отитом суттєво ( $p \leq 0,001$ ) поступалися контрольній групі у підтриманні рівноваги в основній стійці.

Між дітьми з різними формами середнього отиту не виявлено статистично значимих ( $p > 0,05$ ) відмінності за інтегральним показником постурального контролю. Однак, спостерігалася незначна тенденція до нижчих значень коефіцієнту якості рівноваги за гнійного отиту порівняно з негнійним отитом, особливо, за відсутності зорового контролю.

З метою оцінки співвідношення між зоровою та пропріоцептивною системами у контролі балансу в основній стійці розраховано коефіцієнти Ромберга у дітей з гнійним отитом (рис. 3). Значення коефіцієнта Ромберга наближені до 100 % свідчать про рівність впливу двох систем підтримки рівноваги. У здорових людей показники коефіцієнта Ромберга за площею статокінезіограми варіюють у межах 150–300 %.

З'ясовано, що стабілометричні показники дітей з гнійним отитом є більш реактивними до зміни потоку зорової аферентації, порівняно з контролем: достовірні зміни спостерігалися за 67 % досліджуваними показниками, тоді як в контролі – тільки за 29 %. Амплітуда змін стабілометричних показників також була вищою за гнійного отиту. Спільною рисою в обох групах було збільшення стабільності основної стійки (зниження значень Length і AvgSpeed,  $p \leq 0,05$ ) у стані з відкритими очима за рахунок посилення механізмів саморегуляції внаслідок інтеграції аферентних впливів з боку трьох ключових систем: вестибулярної, зорової та соматосенсорної (зниження значень  $wAvgFX$ ,  $wAvgFY$ ,  $p \leq 0,05$ ).

У контролі у пробі з відкритими очима спостерігався правосторонній зсув амплітуди коливань в обох площинах (збільшення значень), однак істотне зниження передбачуваності та регулярності колівальних рухів спостерігалася у фронтальній площині. Натомість у дітей з гнійним отитом у пробі з відкриванням очей спостерігалася істотне ( $p \leq 0,05$ ) збільшення якості підтримання рівноваги (збільшення KFR) за рахунок зниження девіацій коливань (RangeX, RangeY, StdDevX, StdDevY) в обох площинах та підвищення регулярності й передбачуваності коливань у фронтальній площині. Імовірно, що зоровий контроль за гнійного

середнього отиту сприяв посиленню механізмів контролю постуральних рухів навколо сагітальної осі, що зробило їх більш регулярними та передбачуваними й змістило координати центру тиску ближче

до абсолютного центру у медіо-латеральному напрямку, створюючи передумови для ефективнішої реалізації гомілковостопної стратегії підтримання пози.

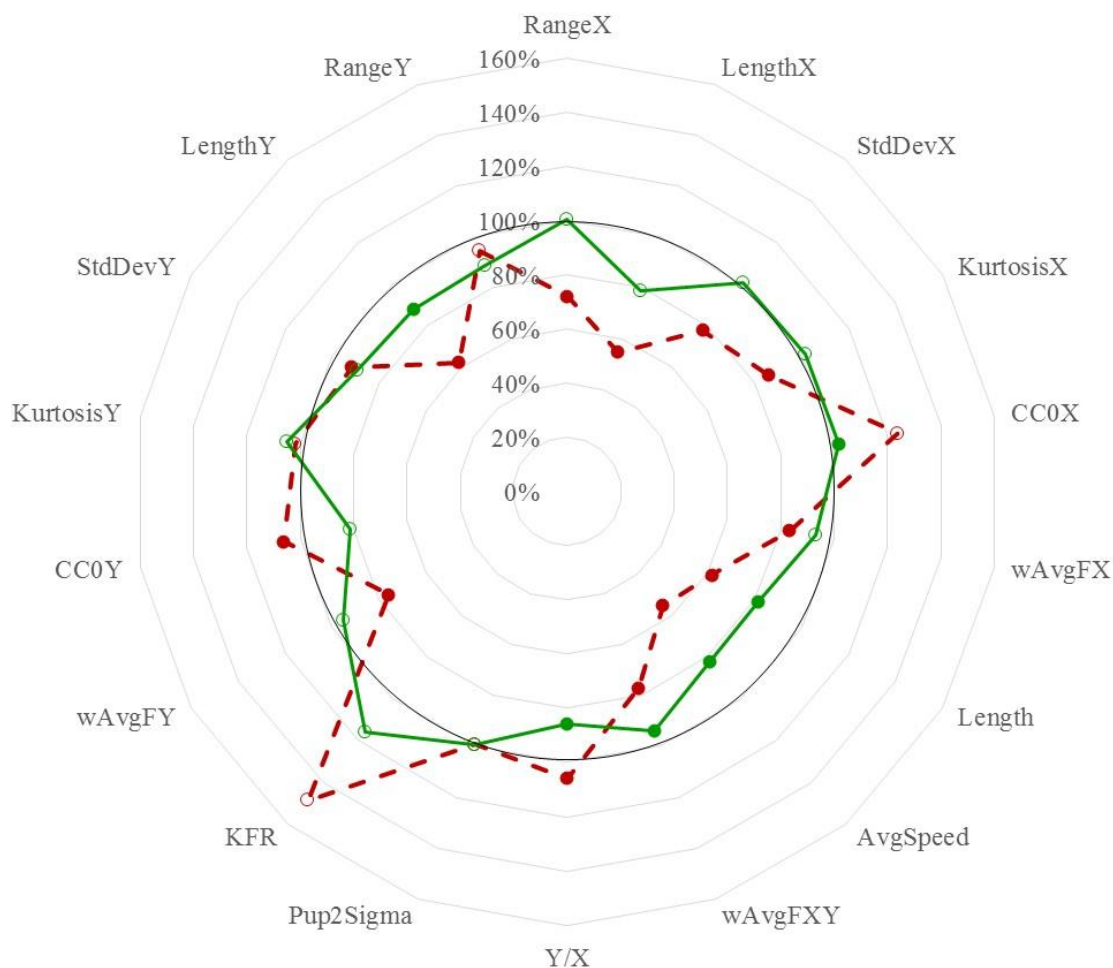


Рис. 3. Значення усереднених коефіцієнтів Ромберга (відкриті очі / закриті очі) у дітей з гнійним отитом

**Примітки:** --○-- гнійний отит, —○— контроль; кружечки з заливкою (●, ●) позначають достовірні ( $p \leq 0,05$ ) зміни значень показника у пробі з відкриванням очей; значення вищі за 100 % вказують на збільшення значень показника, а менші за 100% – на зниження значень показника у пробі з відкриванням очей.

Fig. 3. The value of the average Romberg coefficients (open eyes/closed eyes) in children with purulent otitis:

Note: --○-- ●● – purulent otitis, --○-- ●● – control; circles with filling (●●, ●●) denote significant ( $p \leq 0.05$ ) changes in the values of the indicator in the sample with the eyes open; values higher than 100 % indicate an increase in the values of the indicator, and less than 100 % – a decrease in the values of the indicator in the sample with the open eyes.

## ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Гострий середній отити є досить поширеним патологічним процесом середнього вуха серед дітей дошкільного

віку [13, 14]. Попередніми дослідженнями виявлено симптоми прихованої вестибулярної патології у дітей з секреторним середнім отитом [14, 18, 19, 21]. Утім тільки незначна кількість цих

досліджень зосереджена на вузькому віковому діапазоні – дошкільному віці [16, 17]. Нами також не знайдено робіт за останнє десятиріччя, які б висвітлювали стан вестибулярної функції у дітей з гнійним середнім отитом. Привертає увагу й різноманітність методів оцінки вестибулярної функції, використаних у цитованих дослідженнях: від клінічних шкал моторного розвитку та оцінки рівноваги до інструментальних методів дослідження (відеоімпульсний вестибуло-окулярний тест (vHIT), електронистагмографія (ENG), вестибуловоклікані міогенні потенціали (oVEMP), стабілометрія).

Враховуючи недостатню розробленість проблеми, особливості дошкільного віку та доцільність використання відносно простих об'єктивних методів оцінки вестибулярної функції у скринінгових дослідженнях ми зосередили свою увагу на порівняльній оцінці вестибулярної функції у дітей 4–7 років з гнійним середнім отитом за даними комп'ютерної статичної стабілометрії.

Основним результатом нашого дослідження є виявлення факту статистично значимого зниження стабільності вертикальної стійки у європейській позиції з закритими очима, як за показниками золотого стандарту у постурографії – довжина шляху, кут і швидкість коливань, так і за параметрами девіацій амплітуди коливань центру тиску тіла людини на стабілометричній платформі. Порушення механізмів підтримання постурального балансу за відсутності зорового контролю у дітей з гнійним середнім отитом також підтверджено інтегративним показником – коефіцієнтом якості функції рівноваги та коефіцієнтами автокореляційної функції. На відміну від інших відомих досліджень, нами також знайдено статистично вищі середньозважені значення частоти спектру коливань у фронтальній та сагітальній площинах при гнійному середньому отиті порівняно з контролем, що може бути додатковою ознакою прихованої вестибулярної дисфункції та напруження механізмів позного контролю.

Достеменно патогенетичний механізм порушення вестибулярної функції у дітей з середнім отитом невідомий. У ранніх дослідженнях висловлювалася гіпотеза

про те, що зміни гідростатичного тиску у середньому вусі передаються через вікно і в подальшому призводять до вторинних змін всередині рідини внутрішнього вуха [21]. Також не можна виключати, що токсини та/або медіатори запалення з середнього вуха можуть проникати у внутрішнє вухо через природні перетинчасті бар'єри та спричинювати запалення волоскових клітин [25] та/або пошкодження гемато-перилімфного бар'єру [26], змінюючи градієнт щільності між перилімфою та ендолімфою [27]. Зокрема у роботі, показано морфологічні зміни вестибулярного нейроепітелію за середнього отиту [28]. Не виключено, що змінений хімічний склад перилімфи та ендолімфи може впливати на іонні канали кіноцилей та стереоцилей, змінюючи пороги їх чутливості. Утім привертає також увагу більш низька частота залучення у патологічний процес вестибулярних рецепторів з серйозними клінічними проявами вестибулярної дисфункції, порівняно зі слуховими, за середнього отиту, що на думку Halmágyi GM та співавторів [2] може бути обумовлено низькою чутливістю вестибулярного нейроепітелію до токсинів, що проникають у перилімфатичний простір з середнього вуха.

Оскільки підтримання балансу тіла є результатом взаємодії пропріоцептивної, вестибулярної та зорової систем, то у стабілометричних дослідженнях для ідентифікації ролі кожної з цих систем використовують модифікації сенсорного середовища [8]. У нашому дослідженні ми використали маніпуляцію з відкриванням / закриттям очей для відокремлення внеску зорової аферентації та вестибуло-пропріоцептивної аферентації у постуральний контроль дітей з гнійним отитом.

Одним із несподіваних результатів нашого дослідження виявився факт істотно вищої якості функції рівноваги в основній стойці у дітей з гнійним отитом порівняно з контролем у пробі з відкриванням очей, що досягалося за рахунок зменшення амплітуди постуральних коливань, особливо у сагітальній площині. Значимо, що за результатами спектрального аналізу, скоріше за все це зумовлено достовірним

підвищенням ефективності вестибуло-зорово-пропріоцептивної інтеграції у дітей гнійним отитом в регуляції постуральних коливань у постеріо-антеріорному напрямі на фоні ознак периферичної вестибулярної дисфункції у механізмах підтримання рівноваги у медіально-латеральному напрямі.

Беручи до уваги, що у дітей 3–7 років зір мало впливає на параметри стійкості, а до 12–15 років діти не здатні здійснювати повну вестибулярно-зорову інтеграцію задля збереження стійкості пози [6, 29], ми схильні розглядати виявлений феномен кращої стійкості вертикальної пози у дітей з гнійним середнім отитом за зорового контролю, як компенсаторний механізм збереження балансу на фоні прихованої вестибулярної дисфункції.

## **ВИСНОВКИ**

Гнійний середній отит у дітей дошкільного віку може призводити до прихованої вестибулярної дисфункції, яка методами статичної стабілометрії краще виявляється у стані з закритими очима.

Дітям 4–7 років з гнійним отитом властива вища реактивність стабілометричних показників на вплив зорової аферентації та краща зорово-вестибуло-пропріоцептивна інтеграція при утриманні балансу порівняно з типово розвиненими дітьми, що може вважатись компенсаторним механізмом у відповідь на ураження вестибулярного аналізатору.

Метод комп'ютерної статичної стабілометрії може бути рекомендований у якості скринінгового методу виявлення прихованої вестибулярної дисфункції у дітей дошкільного віку, у т. ч. з середніми отитами.

## **ПОДЯКА**

Автори дослідження висловлюють подяку дітям, які взяли участь у дослідженні, та їх батькам.

## **ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ**

Дослідження проведено без будь-якої підтримки державних чи недержавних установ.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Cohen HS, Mulavara AP, Stitz J, Sangi-Haghpeykar H, Williams SP, Peters BT, Bloomberg JJ. Screening for Vestibular Disorders Using the Modified Clinical Test of Sensory Interaction and Balance and Tandem Walking With Eyes Closed. *Otol Neurotol.* 2019 Jun; 40(5): 658–665. DOI: <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002173>.
2. Halmágyi GM, Curthoys IS. Vestibular contributions to the Romberg test: Testing semicircular canal and otolith function. *European journal of neurology.* 2021; 28 (9): 3211–3219. DOI: <https://doi.org/10.1111/ene.14942>.
3. Nishino LK, Rocha GD, Souza T, Ribeiro F, Cósér PL. Protocolo para posturografia estática com provas dinâmicas em indivíduos sem queixas vestibulares utilizando o sistema Horus. *CoDAS.* 2021; 33 (3): e20190270. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20202019270>.
4. Inojosa H, Schriefer D, Klöditz A, Trentzsch K, Ziemssen T. Balance Testing in Multiple Sclerosis-Improving Neurological Assessment With Static Posturography? *Frontiers in neurology.* 2020; 11: 135. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00135>.
5. Prosperini L, Castelli L. Spotlight on postural control in patients with multiple sclerosis. *Degenerative neurological and neuromuscular disease.* 2018; 8: 25–34. DOI: <https://doi.org/10.2147/DNND.S135755>.
6. Orendorz-Frażczkowska K, Kubacka M. The development of postural control in 6–17 old years healthy children. Part I Postural control evaluation in modified Clinical Test for The Sensory Interaction on Balance in 6–17 old year children (mctsisb). *Otolaryngol Pol.* 2019 Jul 18; 74 (1): 1–7. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.2965>.
7. Howcroft J, Lemaire ED, Kofman J, McIlroy WE. Elderly fall risk prediction using static posturography. *PloS one.* 2017; 12 (2): e0172398. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172398>.
8. Gorski LP, Silva A, Cusin FS, Cesaroni S, Ganança MM, Caovilla HH. Body balance at static posturography in vestibular migraine. *Brazilian journal of otorhinolaryngology.* 2019; 85 (2): 183–192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2017.12.001>.
9. Nair S, Gupta A, Nilakantan A, Mittal R, Dahiya R, Saini S, Prasad R, Vajpayee D. Impaired Vestibular Function After Cochlear Implantation in Children: Role of Static Posturography. *Indian journal of otolaryngology and head and neck surgery: official publication of the Association of Otolaryngologists of India.* 2017; 69 (2): 252–258. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12070-017-1124-3>.

10. Janky Kristen L, Givens Diane. Vestibular, Visual Acuity, and Balance Outcomes in Children With Cochlear Implants. *Ear and Hearing*: 2015; 36 (6): e364-e372. DOI: <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000194>.
11. Da Costa Monsanto R, Kasemodel A, Tomaz A, Paparella MM, Penido NO. Current evidence of peripheral vestibular symptoms secondary to otitis media. *Annals of Medicine*. 2018; 50 (5): 391–401. DOI: <https://doi.org/10.1080/07853890.2018.1470665>.
12. Ohud AS, Eric GJ, Ammar EH, Rhonda NN, Mitali H, Isha S, Noha SD. Chronic Effects of Pediatric Ear Infections on Postural Stability. *International Journal of Pediatrics*. 2021; ID6688991: 6. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6688991>.
13. Xie CY, Chen D, Liu FX. Factors Related to Tympanic Membrane Perforation in Children with Acute Suppurative Otitis Media. *Acta Academiae Medicinae Sinica*. 2021; 43 (4): 531–535. DOI: <https://doi.org/10.3881/j.issn.1000-503X.13273>.
14. Гарюк ГІ, Почуєва ТВ, Кулікова ОО, Лозова ЮВ. Основні питання захворюваності дітей на гострий середній отит і перспективи їх вирішення. *Міжнародний медичний журнал*. 2021; 27 (1): 73–76. DOI: <https://doi.org/10.37436/2308-5274-2021-1-13>.
15. Kolkaila EA, Emara AA, Gabr TA. Vestibular evaluation in children with otitis media with effusion. *The Journal of laryngology and otology*. 2015; 129 (4): 326–336. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022215115000535>.
16. Bista R, Datta R, Nilakantan A, Gupta A, Singh A. Vestibular Dysfunction in Children Suffering from Otitis Media with Effusion: Does Grommet Help? An Observational Study Using Computerized Static Posturography. *Indian journal of otolaryngology and head and neck surgery*. 2019; 71 (4): 537–541. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12070-019-01720-z>.
17. Cohen MS, Mandel EM, Furman JM, Sparto PJ, Casselbrant ML. Tympanostomy tube placement and vestibular function in children. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011 Oct; 145 (4): 666–72. DOI: <https://doi.org/10.1177/0194599811412038>.
18. Rehagen SK, Valente M, Lieu J. Vestibular Screening in Pediatric Patients with Otitis Media. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2020; 31 (3): 209–216. DOI: <https://doi.org/10.3766/jaaa.18101>.
19. Tozar M, Cömert E, Şencan Z, Şimşek G, Muluk NB, Kılıç R. Video head impulse test in children with otitis media with effusion and dizziness. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2020; 129: 109783. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109783>.
20. Cömert E, Şencan Z, Koçak FM, Şimşek G, Muluk NB. Clinical evaluation of the vestibular impairment using video head impulse test In children with acute otitis media. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2021; 141: 110568. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110568>.
21. Pazdro-Zastawny K, Zatoński T. The effect of middle ear effusion on the inner ear condition in children. *Advances in clinical and experimental medicine*. 2020; 29 (3): 325–330. DOI: <https://doi.org/10.17219/acem/112601>.
22. Pazdro-Zastawny K, Pośpiech L, Zatońsk, T. Long-term evaluation of the effect of middle ear effusion on the vestibular system in children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2018; 109: 13–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.03.015>.
23. Barozzi S, Socci M, Soi D, Di Berardino F, Fabio G, Forti S, Gasbarre AM, Brambilla D, Cesarani A. Reliability of postural control measures in children and young adolescents. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology*. 2014; 271 (7): 2069–2077. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00405-014-2930-9>.
24. Chen B, Liu P, Xiao F, Liu Z, Wang Y. Review of the Upright Balance Assessment Based on the Force Plate. *International journal of environmental research and public health*. 2021; 18 (5): 2696. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18052696>.
25. Aarhus L, Tambs K, Hoffman HJ, Engdahl B. Childhood otitis media is associated with dizziness in adulthood: the HUNT cohort study. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016 Aug; 273 (8): 2047–54. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00405-015-3764-9>.
26. MacArthur CJ, Pillers DA, Pang J, Kempton JB, Trune DR. Altered expression of middle and inner ear cytokines in mouse otitis media. *The Laryngoscope*. 2011; 121 (2): 365–371. DOI: <https://doi.org/10.1002/lary.21349>.
27. Kim CH, Lee J, Choi B, Shin JE. Nystagmus in adult patients with acute otitis media or otitis media with effusion without dizziness. *PloS one*. 2021; 16(5): e0250357. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250357>.
28. Monsanto R, Penido NO, Uchiyama M, Schachern P, Paparella MM, Cureoglu S. Quantitative assessment of cochlear and vestibular ganglion neurons in temporal bones with chronic otitis media. *European*

- archives of oto-rhino-laryngology. 2021; 278 (2): 331–338. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06094-5>.
29. Turon-Skrzypinska A, Uzdicki A, Przybylski T, Szylińska A, Marchelek-Myśliwiec M, Rył A, Rotter I. Assessment of Selected Anthropometric Parameters Influence on Balance Parameters in Children. *Medicina*. 2020; 56 (4): 176. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina56040176>.

## REFERENCES

1. Cohen HS, Mulavara AP, Stitz J, Sangi-Hagheykar H, Williams SP, Peters BT, Bloomberg JJ. Screening for Vestibular Disorders Using the Modified Clinical Test of Sensory Interaction and Balance and Tandem Walking With Eyes Closed. *Otol Neurotol*. 2019 Jun; 40 (5): 658–665. DOI: <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002173>.
2. Halmágyi GM, Curthoys IS. Vestibular contributions to the Romberg test: Testing semicircular canal and otolith function. *European journal of neurology*. 2021; 28 (9): 3211–3219. DOI: <https://doi.org/10.1111/ene.14942>.
3. Nishino LK, Rocha GD, Souza T, Ribeiro F, Cósér PL. Protocolo para posturografia estática com provas dinâmicas em indivíduos sem queixas vestibulares utilizando o sistema Horus. *CoDAS*. 2021; 33 (3): e20190270. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20202019270>.
4. Inojosa H, Schriefer D, Klöditz A, Trentzsch K, Ziemssen T. Balance Testing in Multiple Sclerosis-Improving Neurological Assessment With Static Posturography? *Frontiers in neurology*. 2020; 11: 135. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00135>.
5. Prosperini L, Castelli L. Spotlight on postural control in patients with multiple sclerosis. *Degenerative neurological and neuromuscular disease*. 2018; 8: 25–34. DOI: <https://doi.org/10.2147/DNND.S135755>.
6. Orendorz-Frączkowska K, Kubacka M. The development of postural control in 6–17 old years healthy children. Part I Postural control evaluation in modified Clinical Test for The Sensory Interaction on Balance in 6–17 old year children (mctsib). *Otolaryngol Pol*. 2019 Jul 18; 74 (1): 1–7. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.2965>.
7. Howcroft J, Lemaire ED, Kofman J, McIlroy WE. Elderly fall risk prediction using static posturography. *PloS one*. 2017; 12 (2): e0172398. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172398>.
8. Gorski LP, Silva A, Cusin FS, Cesaroni S, Ganança MM, Caovilla HH. Body balance at static posturography in vestibular migraine. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*. 2019; 85 (2): 183–192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2017.12.001>.
9. Nair S, Gupta A, Nilakantan A, Mittal R, Dahiya R, Saini S, Prasad R, Vajpayee D. Impaired Vestibular Function After Cochlear Implantation in Children: Role of Static Posturography. *Indian journal of otolaryngology and head and neck surgery: official publication of the Association of Otolaryngologists of India*. 2017; 69 (2): 252–258. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12070-017-1124-3>.
10. Janky Kristen L, Givens Diane. Vestibular, Visual Acuity, and Balance Outcomes in Children With Cochlear Implants. *Ear and Hearing*. 2015; 36 (6): e364–e372. DOI: <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000194>.
11. Da Costa Monsanto R, Kasemodel A, Tomaz A, Paparella MM, Penido NO. Current evidence of peripheral vestibular symptoms secondary to otitis media. *Annals of medicine*. 2018; 50 (5): 391–401. DOI: <https://doi.org/10.1080/07853890.2018.1470665>.
12. Ohud AS, Eric GJ, Ammar EH, Rhonda NN, Mitali H, Isha S, Noha SD. Chronic Effects of Pediatric Ear Infections on Postural Stability. *International Journal of Pediatrics*. 2021; ID6688991:6. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6688991>.
13. Xie CY, Chen D, Liu FX. Factors Related to Tympanic Membrane Perforation in Children with Acute Suppurative Otitis Media. *Acta Academiae Medicinae Sinica*. 2021; 43(4):531–535. DOI: <https://doi.org/10.3881/j.issn.1000-503X.13273>.
14. Garyuk HI, Pochueva TV, Kulikova OO, Lozova YuV. Main issues of children's incidence of acute otitis media and prospects to solve them. *International Medical Journal*. 2021; 27(1):73–76. DOI: <https://doi.org/10.37436/2308-5274-2021-1-13>.
15. Kolkaila EA, Emara AA, Gabr TA. Vestibular evaluation in children with otitis media with effusion. *The Journal of laryngology and otology*. 2015; 129 (4): 326–336. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022215115000535>.
16. Bista R, Datta R, Nilakantan A, Gupta A, Singh A. Vestibular Dysfunction in Children Suffering from Otitis Media with Effusion: Does Grommet Help? An Observational Study Using Computerized Static Posturography. *Indian journal of otolaryngology and head and neck surgery*. 2019; 71 (4): 537–541. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12070-019-01720-z>.

17. Cohen MS, Mandel EM, Furman JM, Sparto PJ, Casselbrant ML. Tympanostomy tube placement and vestibular function in children. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2011 Oct; 145 (4): 666–72. DOI: <https://doi.org/10.1177/0194599811412038>.
18. Rehagen SK, Valente M, Lieu J. Vestibular Screening in Pediatric Patients with Otitis Media. *Journal of the American Academy of Audiology.* 2020; 31 (3): 209–216. DOI: <https://doi.org/10.3766/jaaa.18101>.
19. Tozar M, Cömert E, Şencan Z, Şimşek G, Muluk NB, Kılıç R. Video head impulse test in children with otitis media with effusion and dizziness. *International journal of pediatric otorhinolaryngology.* 2020; 129: 109783. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109783>.
20. Cömert E, Şencan Z, Koçak FM, Şimşek G, Muluk NB. Clinical evaluation of the vestibular impairment using video head impulse test In children with acute otitis media. *International journal of pediatric otorhinolaryngology.* 2021; 141: 110568. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110568>.
21. Pazdro-Zastawny K, Zatoński T. The effect of middle ear effusion on the inner ear condition in children. *Advances in clinical and experimental medicine.* 2020; 29 (3): 325–330. DOI: <https://doi.org/10.17219/acem/112601>.
22. Pazdro-Zastawny K, Pośpiech L, Zatońsk, T. Long-term evaluation of the effect of middle ear effusion on the vestibular system in children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology.* 2018; 109: 13–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.03.015>.
23. Barozzi S, Socci M, Soi D, Di Berardino F, Fabio G, Forti S, Gasbarre AM, Brambilla D, Cesarani A. Reliability of postural control measures in children and young adolescents. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology.* 2014; 271 (7): 2069–2077. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00405-014-2930-9>.
24. Chen B, Liu P, Xiao F, Liu Z, Wang Y. Review of the Upright Balance Assessment Based on the Force Plate. *International journal of environmental research and public health.* 2021; 18 (5): 2696. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18052696>.
25. Aarhus L, Tambs K, Hoffman HJ, Engdahl B. Childhood otitis media is associated with dizziness in adulthood: the HUNT cohort study. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2016 Aug; 273 (8): 2047–54. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00405-015-3764-9>.
26. MacArthur CJ, Pillers DA, Pang J, Kempton JB, Trune DR. Altered expression of middle and inner ear cytokines in mouse otitis media. *The Laryngoscope.* 2011; 121 (2): 365–371. DOI: <https://doi.org/10.1002/lary.21349>.
27. Kim CH, Lee J, Choi B, Shin JE. Nystagmus in adult patients with acute otitis media or otitis media with effusion without dizziness. *PloS one.* 2021; 16 (5): e0250357. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250357>.
28. Monsanto R, Penido NO, Uchiyama M, Schachern P, Paparella MM, Cureoglu S. Quantitative assessment of cochlear and vestibular ganglion neurons in temporal bones with chronic otitis media. *European archives of oto-rhino-laryngology.* 2021; 278 (2): 331–338. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06094-5>.
29. Turon-Skrzypinska A, Uzdziński A, Przybylski T, Szyłńska A, Marchelek-Myśliwiec M, Ryl A, Rotter I. Assessment of Selected Anthropometric Parameters Influence on Balance Parameters in Children. *Medicina.* 2020; 56 (4): 176. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina56040176>.

## DETERMINATION OF VESTIBULAR FUNCTION IN CHILDREN WITH PURULENT OTITIS MEDIA

*Lozova Iu.*

---

**The aim of the study is** to assess the vestibular function of children with acute purulent otitis media by computer static stabilometry compared with typically developed peers.

**Materials and methods.** In the course of the study 52 children aged 4 to 7 were examined by static stabilometry on the device «MPFI Stabilograph 1» (Kharkiv, Ukraine). 22 of them were diagnosed with purulent otitis media and their 30 peers were found to be practically healthy. Indicators of variations and forms of pressure center distribution, spectral-correlation indicators of stabilograms, as well as integral indicators of stability (length, velocity and angle of postural oscillations) and quality of equilibrium function in two sensory states (open and closed eyes) calculated in StabiliS software were taken into account.

**Results.** Purulent otitis media causes posterior displacement of absolute coordinates of the pressure center. In the state with closed eyes, children with purulent otitis differ from their healthy peers in 14 of 24 stabilometric parameters, including stabilogram length, speed, angle and amplitude of oscillations, inferior to them in the balance. Children with purulent otitis media are more sensitive to the visual canal of postural

control than their peers. Involvement of visual afferents in postural control significantly improves balance in children with purulent otitis by reducing deviations, postural fluctuations, which is reflected in the probable changes of 9 out of 24 stabilometric parameters compared to control.

**Conclusion.** In preschool age, purulent otitis media leads to latent vestibular dysfunction, which is manifested by a violation of the stability of the vertical posture with the closed eyes and is compensated by visual-vestibular-proprioceptive integration in postural control.

**KEY WORDS:** *purulent otitis media, posturography, balance, vestibular function, preschool age*

#### **INFORMATION ABOUT AUTHORS**

**Iuliia Lozova**, postgraduate student of the Department of Otorhinolaryngology and Pediatric Otolaryngology, Kharkiv Academy of Postgraduate Education, 58, Amosova street, Kharkiv. Head of the children's department of the Kharkiv city hospital № 30, Gudanova street 5/7, e-mail: ukrlor@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7094-7086>

#### **For citation:**

**Lozova Iu.** DETERMINATION OF VESTIBULAR FUNCTION IN CHILDREN WITH PURULENT OTITIS MEDIA The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series «Medicine». 2022: 44; P. 49–64 . DOI: **10.26565/2313-6693-2022-44-04**

---

*Conflicts of interest: author has no conflict of interest to declare.*

*Конфлікт інтересів: відсутній.*

*Отримано: 11.02.2022*

*Прийнято до друку: 12.05.2022*

*Received: 02.11.2022*

*Accepted: 05.12.2022*