

НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СЕНСОРНОЇ ГІПЕРЧУТЛИВОСТІ У ДІТЕЙ ІЗ РОЗЛАДАМИ АУТИСТИЧНОГО СПЕКТРУ

NEUROPHYSIOLOGICAL BASIS OF SENSORY HYPERSENSITIVITY IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS

Статтю присвячено проблемам сенсорної гіперчутливості у дітей із розладами аутистичного спектру. Розлади аутистичного спектру (РАС) становлять гетерогенну групу нейророзвиткових станів, які проявляються у ранньому дитинстві та характеризуються порушеннями соціальної комунікації, обмеженим репертуаром інтересів, стереотипною поведінкою й аномальною реактивністю на сенсорні стимули. За результатами мультицентрових досліджень (Baio J and oth., 2014) проведених у Сполучених Штатах Америки за період з 2012 по 2014 р., виявлено зростання поширеності РАС серед дітей до 8 років на 1,5%, а саме: із 14,5 на 1 000 дітей (1 на 69 дітей) до 16,8 на 1 000 дітей (1 на 58 дітей). Аналіз літературних джерел свідчить про те, що одним із ключових проявів РАС є сенсорна гіперчутливість – патологічно посилене сприйняття зовнішніх або внутрішніх стимулів, що не відповідає об'єктивній інтенсивності подразника. Сенсорні порушення спостерігаються у понад 90% дітей із РАС та входять до діагностичних критеріїв даного стану. Якщо розглядати сенсорну гіперчутливість при РАС із погляду нейрофізіології, то вона є наслідком порушеної таламо-кортикальної інтеграції, яка необхідна для обробки та інтеграції сенсорної, моторної та когнітивної інформації. Останнє десятиліття ознаменувалося зростанням інтересу до нейровізуалізації й нейрофізіологічних методів дослідження сенсорної інтеграції. Використання методів функціональної магнітно-резонансної томографії, електроенцефалографії, а також магнітоенцефалографії та дифузійно-тензорної томографії дає змогу дослідити динаміку сенсорної інтеграції в реальному часі, зокрема в умовах мультимодальної стимуляції. Адекватна обробка та інтеграція сенсорної інформації є першоосновою для формування адаптивної поведінки та здатності дитини з РАС брати участь у повсякденній діяльності, соціальній активності, впливає на якість навчання, відпочинку і сну.

Ключові слова: діти з розладами аутистичного спектру, сенсорна гіперчутливість, нейрофізіологічні методи дослідження.

This article addresses the issue of sensory hypersensitivity in children with autism spectrum disorders (ASD). ASD encompasses a heterogeneous group of neurodevelopmental conditions that typically manifest in early childhood and are characterized by impairments in social communication, a restricted range of interests, stereotyped behaviors, and atypical reactivity to sensory stimuli. According to multicenter studies (Baio J et al., 2014) conducted in the United States between 2012 and 2014, the prevalence of ASD among children under 8 years of age increased by 1.5%, from 14.5 per 1,000 children (1 in 69) to 16.8 per 1,000 children (1 in 58). A literature review suggests that one of the core manifestations of ASD is sensory hypersensitivity – an abnormally heightened perception of external or internal stimuli that does not correspond to the objective intensity of the stimulus. Sensory abnormalities are observed in over 90% of children with ASD and are included in the diagnostic criteria for the condition. From a neurophysiological perspective, sensory hypersensitivity in ASD is associated with disrupted thalamo-cortical integration, which is essential for the processing and integration of sensory, motor, and cognitive information. Over the past decade, interest in neuroimaging and neurophysiological methods for investigating sensory integration has significantly increased. Techniques such as functional magnetic resonance imaging (fMRI), electroencephalography (EEG), magnetoencephalography (MEG), and diffusion tensor imaging (DTI) have enabled researchers to examine the dynamics of sensory integration in real time, particularly under multimodal stimulation conditions. Proper processing and integration of sensory information are fundamental for the development of adaptive behavior and the ability of children with ASD to engage in everyday activities, participate in social interactions, and influence their quality of learning, recreation, and sleep.

Key words: children, autism spectrum disorders, sensory hypersensitivity, neurophysiological research methods.

УДК 616.89-008.485-053.2:612.821
DOI <https://doi.org/10.32782/hbts.75.2.40>
Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Кравченко Т.Ю.

к.мед.н., доцентка кафедри педіатрії
Одеський національний медичний
університет

Копійка Г.К.

к.мед.н., доцентка кафедри сімейної
медицини, загальної практики
та поліклінічної терапії
Одеський національний медичний
університет

Вступ. Розлади аутистичного спектру (РАС) становлять гетерогенну групу нейророзвиткових станів, які проявляються у ранньому дитинстві й характеризуються порушеннями соціальної комунікації, обмеженим репертуаром інтересів, стереотипною поведінкою та аномальною реактивністю на сенсорні стимули. РАС діагностуються у дітей, молоді та дорослих, якщо їхня поведінка відповідає критеріям, визначеним у Міжнародній статистичній класифікації хвороб та споріднених проблем, пов'язаних зі здоров'ям, і Настанові з діагностики, статистики і класифікації психічних порушень DSM-IV, четверте видання (перероблені тексти) (DSM-IV-TR), і має значний вплив на жит-

тєдіяльність. Загальний термін, який використовують у МКХ-10 і DSM-IV-TR, – «розлади загального розвитку»; зараз цей термін використовується як синонім розладу аутистичного спектра (за винятком синдрому Ретта): дана поведінка визначається певною групою розладів із різними причинами і проявами [1].

Аналіз літературних джерел свідчить про зростання поширеності РАС. За результатами мультицентрових досліджень (Baio J and oth., 2014), проведених у Сполучених Штатах Америки за період із 2012 по 2014 р., виявлено зростання поширеності РАС серед дітей до 8 років на 1,5%, а саме: з 14,5 на 1 000 дітей (1 на 69 дітей) до

16,8 на 1 000 дітей (1 на 58 дітей). Такі результати досліджень можуть мати два можливі пояснення:

– перше – це покращення діагностики через уведення критеріїв DSM-5 (діагностичні рекомендації щодо ведення дітей із ментальними порушеннями);

– друге – це істинне зростання кількості дітей, що хворіють на РАС.

Що стосується України, то за статистикою поширеність цього стану становить 2 на 10 тис. осіб (0,2%), що може свідчити про недосконалу організацію системи охорони здоров'я для дітей із психічними розладами [2].

За даними багатьох досліджень, аутизм є комплексним порушенням розвитку, тому для його діагностики недостатньо лише якогось одного симптому. Зазвичай з аутизмом пов'язують триаду розладів: порушення комунікації, соціальної взаємодії та поведінкової гнучкості [3]. Згідно з Керівництвом із діагностики та статистики психічних розладів 4-го перегляду (DSM-IV), РАС класифікуються як «первазивні розлади розвитку». Із 2013 р. поняття «розлад аутистичного спектра» включає такі стани: аутистичний розлад (синдром Канера); синдром Аспергера; синдром Ретта; некласифікований первазивний розлад розвитку; дитячий дезінтегративний розлад [4; 5]. Діти з аутизмом, з одного боку, соціально ізольовані немовні діти з вираженою інтелектуальною недостатністю, а з іншого – діти з високим інтелектом, розвиненою мовою, але дуже обмеженим колом інтересів та труднощами у спілкуванні й установленні стосунків, мають «атиповий» мозок, який в особливий спосіб сприймає і обробляє інформацію, що пояснює їхні труднощі у соціальній взаємодії, спілкуванні з іншими людьми [6].

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що одним із ключових проявів РАС є сенсорна гіперчутливість – патологічно посилене сприйняття зовнішніх або внутрішніх стимулів, що не відповідає об'єктивній інтенсивності подразника. Багато дітей із РАС мають відхилення у сенсорній сфері. Цьому питанню присвячено роботи як закордонних, так і українських учених, таких як Дж. Айрес, А. Банді, Ш. Лейн, Е. Мюррей, Н.І. Мінаєва, Т.І. Обухова, Т.В. Скрипник тощо. Увагу дослідників привертають нейрофізіологічні профілі сенсорної обробки при даних станах, які можуть служити цінними біомаркерами для діагностики та моніторингу терапевтичних утручань при аутизмі, а також виявляти потенційні стратегії та цільові ділянки мозку для терапевтичних утручань [7]. Тому «незвичайні сенсорні поведінки» були включені до п'ятої редакції «Діагностичного і статистичного посібника з психічних розладів» (Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders).

Сенсорна гіперчутливість у дітей із РАС не є ізольованим явищем: вона тісно пов'язана з поведінковими патернами, емоційною регуляцією та рівнем соціального функціонування. Сенсорні порушення спостерігаються у понад 90% дітей із

РАС та входять до діагностичних критеріїв даного стану [8]. До симптомів сенсорної гіперчутливості відносять візуальну гіперчутливість, гіперчутливість до звуків, світла, запахів, смаку, тактильну гіперчутливість, низький рівень перцептивних умінь та навичок, що може впливати на поведінку, навчання, самообслуговування та соціальну адаптацію такої дитини. Деякі з таких дітей уникають яскравого світла та надають перевагу темряві, інші діти здатні вдивлятися в інтенсивні світлові подразники. На вестибулярному рівні багато людей з аутистичним спектром є гіпореспонсивними та шукають цей тип стимуляції, обертаючись та гойдаючись. Що стосується тактильної стимуляції, то у деяких із цих дітей гіперреактивність на певні подразники може супроводжуватися гіпоалгезією. Діти з РАС можуть демонструють сильну тривожну або агресивну реакцію на подразники, які інші не помічають. Такі реакції часто супроводжуються аутоstimуляцією або стереотипною поведінкою як спробою дитини самостійно регулювати сенсорне перевантаження [9; 10]. Діти із сенсорною гіперреактивністю часто стикаються з проблемами в школі, можуть відмовлятися від продуктів певної текстури, температури чи запаху. Сенсорні труднощі також заважають розвитку навичок спільної уваги, імітації та символічної гри, що критично важливо для соціального навчання в дитинстві.

Останнє десятиліття ознаменувалося зростанням інтересу до нейровізуалізації й нейрофізіологічних методів дослідження сенсорної інтеграції. Дуже корисною та цікавою із цього погляду є праця Е. Джин Айрес та Улли Кіслінг. Теорія Дж. Айрес ґрунтується на фундаментальних засадах, які враховують закономірності розвитку дитини та визначають чотири етапи сенсорної інтеграції, послідовне досягнення кожного з яких дає дитині змогу повноцінно адаптуватися у суспільстві та в подальшому будуть якимось чином застосовані. За даними Дж. Айрес та її учнів, це схеми тіла, що зумовлюють становлення праксису, відчуття рівноваги, відчуття глибинної чутливості, візуальне сприймання. Тобто адекватна обробка та інтеграція сенсорної інформації є першоосновою для формування адаптивної поведінки та здатності дитини брати участь у повсякденній діяльності, соціальній активності, впливає на якість навчання, відпочинку і сну [11; 12]. Ці результати відкривають нові горизонти в розумінні патогенезу сенсорних порушень при аутизмі, даючи змогу уточнити мішені терапевтичного впливу, створити персоналізовані протоколи корекції та сформувати сучасні терапевтичні підходи, що враховують індивідуальний сенсорний профіль дитини.

Метою статті є огляд сучасних даних щодо нейрофізіологічних основ сенсорної гіперчутливості у дітей із розладами аутистичного спектру.

Сенсорна інтеграція має величезний потенціал для розвитку дітей із РАС. Усі люди народжуються зі здатністю до інтеграції, але, взаємодіючи з навколишнім світом і пристосовуючи своє тіло та

мозок до виконання фізичних завдань, ми її розвиваємо починаючи з дитинства. Сенсорна обробка починається з первинного сприйняття стимулу та завершується когнітивною інтерпретацією та поведінковою відповіддю. За обробку сенсорної інформації відповідає сенсорна кора. Її основні функції: сприйняття, розпізнавання та інтерпретація сенсорних стимулів, що надходять з навколишнього середовища та від власного тіла. Передача та модифікація сенсорних сигналів здійснюється за рахунок таламо-кортикальної інтеграції, що забезпечує обробку, передачу й інтеграцію сенсорної, моторної, когнітивної та емоційної інформації. У дітей із розладами сенсорної інтеграції можуть виникати труднощі з обробкою цієї інформації, що може призводити до затримки або порушення мовленнєвого розвитку [13].

Якщо розглядати сенсорну гіперчутливість при РАС із погляду нейрофізіології, то вона є наслідком порушеної таламо-кортикальної інтеграції. Тобто виникнення таламо-кортикальної дизритмії призводить до патологічного збудження у сенсорних зонах кори через порушення гальмівних механізмів і змінену ритмічність нейрональних зв'язків [7]. Проведені дослідження з використанням магнітоенцефалографії та електроенцефалографії показали атипову активацію та знижену синхронізацію між сенсорними ділянками мозку у дітей із РАС [14; 15]. Таламус, який у фізіології називають «воротами в кору головного мозку», виконує декілька важливих фізіологічних функцій, зокрема функцію «сенсорного шлюзу»: приймає аферентну інформацію з периферії (зорову, слухову, тактильну, смакову, вестибулярну), сортує її, фільтрує й передає до відповідних ділянок кори. Останнім часом нейровізуалізації таламусу приділяється все більше уваги. Аналіз літератури останніх років показав, що при аутизмі часто спостерігається порушення фільтраційної здатності: або надмірна передача навіть слабких стимулів, або порушення вчасної обробки. Виявлений за даними проведених досліджень патерн гіперзв'язності підтримує гіпотезу про знижену інгібіцію таламусу, що спричинює надмірну передачу та недостатнє фільтрування сенсорної інформації до кори. Це може порушувати увагу та сприяти підвищеній чутливості до стимулів. Результати дослідження гіперзв'язності таламокортикальних ланцюгів при РАС (Ayub et al., 2022) узгоджуються з іншими доказами того, що зниження таламічного гальмування призводить до збільшення кількості та меншої кількості фільтрованої сенсорної інформації, що досягає кори, де вона порушує увагу та сприяє сенсорній чутливості [16–18].

Для нормального сенсорного функціонування потрібна скоординована робота нейронів таламусу й кори, зокрема синхронізація осциляцій у діапазонах α , β , γ [15]. Після проходження через таламус інформація через первинні сенсорні зони кори передається в асоціативні зони, де відбувається її мультисенсорна інтеграція та зв'язок з емоцій-

ним і моторним реагуванням. Аналіз літературних джерел показав, що у дітей із РАС розвивається дисфункція відносин між сенсорною та префронтальною корою, що відповідає за контроль і модурацію поведінкової відповіді [7]. Дослідження, проведені Alina Minnigulova et al. (2025), показали, що структурні та функціональні зв'язки таламокортикальних структур змінюються при РАС, включаючи таламо-фронтальні, тім'яні та скроневі. Окрім того, дослідження Nair et al. (2015) та Woodward et al. (2017) виявили таламічну гіперзв'язність із сенсомоторними, скроневими та лімбічними зонами. Дослідження пацієнтів із РАС, за висновками Fenfen Sun (2023), із застосуванням магнітно-резонансної томографії, показало порушення сіро-білої демаркації, аномалії скроневої частки, мозолистого тіла, зменшення розміру нейронів та кількість дендритних відростків в окремих ділянках: мозочка, гіпокампа, мигдалини. Морфологічні зміни в таламусі у дітей із РАС проявляються порушенням мієлінізації таламо-кортикальних трактів, утратою спеціалізованої функціональної модуляції, що призводить до надмірного або хаотичного впливу на кору, зменшенні об'єму медіального й латерального ядер таламусу, що відповідають за зорову та соматосенсорну передачу [7].

Що стосується ролі гамма-аміномасляної кислоти (ГАМК) у дітей із РАС, то проведені дослідження (Wood et al., 2021) вказують, що порушення сенсорної інтеграції пов'язана з аномально низьким рівнем таламічної концентрації ГАМК (інгібіторного нейромедіатора), при цьому її рівень безпосередньо пов'язаний зі зміненим функціональним зв'язком таламусу із соматосенсорною корою. Гіперзбудження кори при РАС частково пояснюється зниженим гальмуванням, зумовленим порушенням роботи ГАМК-ергічних інтернейронів, що підтверджується дослідженнями магнітно-резонансної спектроскопії. Дисбаланс між нейромедіаторами, такими як глутамат та ГАМК, який був виявлений у генетичних та клітинних дослідженнях, може сприяти нестабільній синаптичній активності [19]. За даними деяких дослідників, діти з аутизмом показують нижчі рівні глутамату та N-ацетиласпартату (функціонального маркера нейроаксональної тканини), що свідчить про дисбаланс оксидативного стресу з подальшою нейротоксичністю.

Сучасна нейровізуалізація та електрофізіологія надають дедалі більше доказів порушеної сенсорної обробки у дітей із розладами аутистичного спектру. Використання методів функціональної магнітно-резонансної томографії (fMRI), електроенцефалографії (EEG), а також магнітоенцефалографії (MEG) та дифузійно-тензорної томографії (DTI) дає змогу дослідити динаміку сенсорної інтеграції у реальному часі, зокрема в умовах мультимодальної стимуляції. Попередні дослідження електрофізіологічних реакцій на слухові подразники свідчать про те, що діти та підлітки з РАС демонструють атипові слухові реакції [20].

За допомогою fMRI є можливість оцінити активацію окремих ділянок мозку у відповідь на подразники. У низці досліджень показано, що під час фільтрації мультимодальних подразників у дітей з аутизмом активуються ті самі сенсорні структури, але асоціативні та інтегративні ділянки кори залишаються менш активними, що вказує на недорозвиненість вищого сенсорного синтезу [21].

Електроенцефалографія є надзвичайно цінним методом для оцінки часової динаміки сенсорної реакції. Під час EEG-дослідження дітей із РАС, як правило, виявляються неспецифічні зміни на EEG у вигляді уповільнення або асиметрії ритму, повільні хвилі, фокальні спайки або гострі хвилі, можливі й генералізовані епілептиформні зміни, що, як правило, виявляються під час EEG-моніторингу сну і відсутні за рутинної EEG та пов'язані з підвищеним ризиком виникнення епілептичних нападів у подальшому [22].

MEG (магнітоенцефалографія) виявляє аномальну локалізацію джерел сенсорних потенціалів, особливо у скроневій та тім'яній ділянках, та демонструє менш чітку фазову синхронізацію сенсорних сигналів, що корелює з проблемами мультисенсорної інтеграції [23].

DTI (дифузійно-тензорна томографія) дає змогу візуалізувати та вивчати структуру білої речовини мозку у дітей із РАС. Біла речовина складається з нервових волокон, які утворюють нейронні зв'язки і транспортують інформацію між різними ділянками мозку. Ці дослідження зазвичай виявляють знижену фракційну анізотропію та підвищену середню дифузійність у дітей з аутизмом [24].

Корекція психомоторного розвитку та реабілітація дітей із РАС повинна проводитися з урахуванням методичних принципів, до яких належать: прагнення до формування правильних рухових стереотипів; навчання й опанування моторних функцій і навичок самообслуговування через ігрову діяльність; складання реабілітаційних та корекційно-розвивальних програм на основі індивідуального підходу; узгодження темпу рухів і ступеня контролю за їх виконанням із максимально можливою активністю дитини; багаторазове повторювання та використання у повсякденному житті моторних функцій, опанованих дитиною; обов'язкова й тісна співпраця з батьками [25].

Батьківсько-опосередковане втручання передбачає отримання батьками знань та специфічних навичок для покращення функціонування своєї дитини або зменшення складної поведінки.

У літературі описано багато корекційних методик для дітей із РАС, які включають поведінкові, розвивальні, сенсорно-перцептивні, еклектичні підходи.

Федеральні, штатні та національні організації у США та Великій Британії послідовно рекомендують втручання на основі Applied Behavior Analysis (ABA) як перший вибір рекомендацій щодо оцінки та лікування РАС. Численні дослідження встановили ефективність ABA у покращенні когнітивних

функцій, мовних навичок, коефіцієнта інтелекту та соціальних здібностей у осіб із РАС [26].

Терапія сенсорної інтеграції J. Ayres, яка є ігровим втручанням, спрямована на підвищення здатності мозку сприймати й організовувати сенсорну інформацію, що створює умови для формування адаптивних реакцій, розвитку моторних і психічних функцій, освоєння практичних навичок та видів діяльності відповідно до психоневрологічних потреб дитини. Ці втручання мають на меті вплинути на те, як дитина інтегрує сенсорну інформацію, щоб сприяти розвитку адаптивних реакцій у повсякденному житті.

Нейрокогнітивна реабілітація у дітей із РАС (нейрофідбек) – метод корекції мозкової активності шляхом надання візуального або аудіовідгуку про електроенцефалографічні параметри в режимі реального часу. Нейрофідбек-тренування можуть бути особливо ефективними за супутньої емоційної дисрегуляції або порушень сну.

До корекційних методик у дітей із РАС відносять сенсорну дієту. Це ретельно структурований індивідуальний план занять/процедур для отримання дитиною сенсорних стимулів протягом дня і тижня, які їй необхідні, щоб набувати таких нових можливостей, як: здатність переносити незнайомі відчуття та неочікуваний розвиток подій, регулювати тривожність, позбавлятися стереотипної та проблемної поведінки, бути зосередженою й організованою. Проведені дослідження українськими вченими (Т. Скрипник та ін., 2022) показали прямий зв'язок між типом сенсорної дисфункції дітей із РАС та ступенем порушення мовленнєвої здатності, що обґрунтовує доречність вибору методів «Сенсорна інтеграція Айрес» та «Сенсорна дієта» як інструментів впливу на комунікативно-мовленнєвий розвиток цих дітей. Реалізована програма втручання довела дієвість цілеспрямованого впливу на важливі компоненти розвитку дітей із РАС у контексті їх участі у різних видах діяльності у цілому та на їх комунікативно-мовленнєвий розвиток [27].

Висновки. Сенсорна гіперчутливість у дітей із розладами аутистичного спектру – це складне мультифакторне явище, що охоплює як нейрофізіологічні, так і поведінкові аспекти. Аналіз сучасної літератури показав, що аномалії в таламо-кортикальній обробці сенсорної інформації, виявлені за допомогою fMRI, EEG, MEG та DTI, підтверджують, що в основі гіперреактивності лежать підвищене збудження кори, порушення внутрішньомозкової координації, гальмівних механізмів і нейропластичності.

Дані численних досліджень засвідчують, що сенсорні труднощі мають глибокий вплив на емоційний стан дитини, її поведінку, комунікативні здібності та соціальну адаптацію. Вони здатні погіршувати якість життя не лише самої дитини, а й її родини, формуючи хронічний стрес, поведінкові труднощі, труднощі навчання та дезадаптацію у побуті.

Водночас поява нових терапевтичних інструментів, зокрема нейрофідбеку, мультисенсорних інтервенцій та індивідуалізованих сенсорних дієт, відкриває нові можливості в роботі з такими дітьми. Важливо розуміти, що сенсорна гіперчутливість є не «поведінковою проблемою», а біологічно обґрунтованим порушенням обробки стимулів, яке потребує специфічного підходу.

Таким чином, інтеграція нейрофізіологічного підходу в клінічну практику є не лише перспективною, а й необхідною умовою для ефективної допомоги дітям із РАС і сенсорними порушеннями. Подальше розширення досліджень у цьому напрямі дасть змогу вийти на новий рівень індивідуалізованої нейротерапії, де допомога буде адаптована до унікальної архітектури мозку кожної дитини.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Державний експертний центр Міністерства охорони здоров'я України, Фонд допомоги дітям з синдромом аутизму «Дитина з майбутнім» та ін. Адапована клінічна настанова, заснована на доказах «Аутизм у дітей»: офіц. документ; чинний від 2015-06-15. Київ, 2015. 252 с.
2. Сачева А. Використання альтернативної комунікації у взаємодії дітей з розладами аутистичного спектра. Наукові орієнтири: теорія та практика досліджень : міжнар. наук. конф., м. Черкаси, 11 квітня 2025 р. : тези доп. / редкол.: С.Г. Сотник (гол.). Вінниця : UKRLOGOS Group, 2025. С. 216–222.
3. Бочелюк В.Й., Панов М.С., Спицька Л.В. Клінічні прояви аутизму, ознаки та симптоми порушення. Наукові перспективи. 2022. № 8(26). С. 271–387.
4. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 4th ed., text revision (DSM-IV-TR). Washington, DC: American Psychiatric Publishing, 2000. 943 p.
5. Кирилова Л.Г., Мірошников О.О., Грабовенська І.О. Розлади аутистичного спектра як ранні порушення нейророзвитку у дітей. Журнал неврології імені Б.М. Маньковського. 2017. Т. 5. № 1. С. 71–78.
6. Романчук О.Д. Нейробіологічне походження та психологічні моделі аутизму. *НейроNEWS. Психоневрологія та нейропсихіатрія*. 2009. № 5(16). С. 34–38.
7. Marco E.J., Hinkley L.B.N., Hill S.S., Nagarajan S.S. Sensory Processing in Autism: A Review of Neurophysiologic Findings. *Neuropsychiatric Disorders in Pediatric Psychiatry*. 2011. Vol. 69, № 5 Pt. 2. P. 48–54.
8. Ayres A.J. *Sensory Integration and the Child: Understanding Hidden Sensory Challenges*. Los Angeles: Western Psychological Services, 2005. 211 p.
9. Ben-Sasson A., Hen L., Fluss R. et al. A meta-analysis of sensory modulation symptoms in individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2009. Vol. 39. P. 1–11. DOI: 10.1007/s10803-008-0593-3.
10. Lane A.E., Molloy C.A., Bishop S.L. Classification of children with autism spectrum disorder by sensory subtype: a case for sensory-based phenotypes. *Autism Research*. 2014. Vol. 7. P. 322–333. DOI: 10.1002/aur.1368.
11. Miller L.J., Nielsen D.M., Schoen S.A., Brett-Green B.A. Ayres theories of autism and sensory integration revisited: What contemporary neuroscience has to say. *Brain Sciences*. 2019. Vol. 9(3), 68. DOI: <https://doi.org/10.3390/brainsci9030068>.
12. Вакуленко Ю.В. Сенсорна дисфункція як чинник порушення сну у дітей із розладами аутистичного спектра. *Медична психологія*. 2019. Т. 1. № 6. С. 101–105.
13. Колеснікова К.М. Комплекс вправ сенсорної інтеграції для розвитку мовлення дітей із РАС старшого дошкільного віку. *Природничі науки та освіта: сучасний стан і перспективи розвитку* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 7–8 листопада 2024 р. Харків, 2024. С. 303–305.
14. Green S.A., Ben-Sasson A. Anxiety disorders and sensory over-responsivity in children with autism spectrum disorders: is there a causal relationship? *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2010. Vol. 40, № 12. P. 1495–1504.
15. Khan S., Gramfort A., Shetty N.R. et al. Maturation trajectories of cortical resting-state networks depend on the mediating frequency band. *NeuroImage*. 2018. Vol. 174. P. 57–68.
16. Miho Nakajima, L Ian Schmitt, Guoping Feng, Michael M Halass. Combinatorial targeting of distributed forebrain networks reverses noise hypersensitivity in a model of autism spectrum disorder. *Neuron*. 2019. Vol. 104, № 5. P. 488–500. DOI: 10.1016/j.neuron.2019.09.040 (дата звернення: 25.07.2025).
17. Ayub Y. et al. Increased resting-state thalamocortical functional connectivity in children and young adults with autism spectrum disorder. *Autism Research*. 2022. Vol. 15, № 1. P. 88–103. URL: <https://doi.org/10.1002/aur.2630> (дата звернення: 25.07.2025).
18. Green S., Hernandez N., Bookheimer S., Dapretto M. Reduced modulation of thalamocortical connectivity during exposure to sensory stimuli in ASD. *Autism Research*. 2016. Vol. 9, № 5. P. 528–539. URL: <https://doi.org/10.1002/aur.1545> (дата звернення: 25.07.2025).
19. Haigh S.M., Heeger D.J., Dinstein I. et al. Cortical variability in the sensory-evoked response in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2016. Авторський рукопис; доступно в PubMed Central. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4829842/> (дата звернення: 25.07.2025).
20. Brandwein A.B. et al. The development of multisensory integration in high-functioning autism: high-density electrical mapping and psychophysical measures reveal impairments in the processing of audiovisual inputs. *Cerebral Cortex*. 2013. Vol. 23, № 6. P. 1329–1341. URL: <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs109> (дата звернення: 25.07.2025).
21. Martínez Sanchis S. Neurobiological foundations of multisensory integration in people with autism spectrum disorders: the role of the medial prefrontal cortex. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2014. Vol. 8. Article 970. URL: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00970> (дата звернення: 25.07.2025).
22. Марценковський І.А., Марценковська І.І. Розлади аутистичного спектра та епілепсії у дітей: особливості клінічного перебігу та терапії. *НейроNEWS*. 2018. № 8(100). С. 30–33.

23. Nair A. et al. Regional specificity of aberrant thalamocortical connectivity in autism. *Human Brain Mapping*. 2015. Vol. 36, № 11. P. 4497–4511. URL: <https://doi.org/10.1002/hbm.22940> (дата звернення: 25.07.2025).

24. Walker L. et al. Diffusion tensor imaging in young children with autism: biological effects and potential confounds. *Biological Psychiatry*. 2013. Авторський рукопис; доступно в PubMed Central. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4103352/> (дата звернення: 25.07.2025).

25. Ляхова І.М. Методики корекції психомоторного розвитку дітей дошкільного віку з розладами аутистичного спектру. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 19. Корекційна педаго-*

гіка та спеціальна психологія. 2023. Вип. 6(166). С. 93–96.

26. Chung K.M., Chung E., Lee H. Behavioral interventions for autism spectrum disorder: a brief review and guidelines with a specific focus on applied behavior analysis. *Journal of the Korean Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. 2024. Vol. 35, № 1. P. 29–38. DOI: 10.5765/jkacap.230019 (дата звернення: 25.07.2025).

27. Скрипник Т., Лопатинська Н., Кострицька Т., Василевська А. Становлення комунікативно-мовленнєвої сфери у дітей дошкільного віку з аутизмом з опорою на методи «сенсорна інтеграція АЙРЕС» та «сенсорна дієта». *Вісник Львівського університету. Серія «Психологічні науки»*. 2022. Вип. 13. С. 152–160.