

Шепель А.І., Горошко В.І.

Сучасні технології в діагностиці та реабілітації розладів аутистичного спектру: аналітичний огляд наукових інформаційних джерел

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
м. Полтава, Україна

Shepel A.I., Horoshko V.I.

Modern technologies in the diagnosis and rehabilitation of autism spectrum disorders: analytical review of scientific information sources

National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic",
Poltava, Ukraine

anastasiashepel77@gmail.com

Вступ

Протягом багатьох століть проблема діагностики та корекції розладів аутичного спектру вивчалася і висвітлювалася у науковій, медичній, психологічній і педагогічній літературі, переважно зарубіжних досліджень. Проте, в останнє десятиріччя в Україні спостерігається зростаючий інтерес до цієї проблеми як науковцями, так і практиками [14; 22]. Незважаючи на значний прогрес у розумінні критеріїв діагностики та методів корекції розладів аутичного спектру, все більше уваги приділяється удосконаленню кваліфікованих методів діагностики розладів аутичного спектру (РАС) з урахуванням біомедичних та психосоціальних аспектів. Дослідження біомаркерів, таких як генетичні та нейрофізіологічні показники, стали об'єктом інтенсивного дослідження для ранньої діагностики РАС [2]. Також спостерігається зростаючий інтерес до вивчення ефективності індивідуалізованих підходів до корекції цих психічних порушень, що враховують унікальні особливості кожної дитини з РАС. Багато досліджень спрямовані на поліпшення результативності застосування корекційної терапії за допомогою сучасних технологій віртуальної реальності, різноманітних мобільних додатків та альтернативних засобів комунікації [19].

Використання передової інформаційної технології, яка базується на моделях штучного інтелекту (ШІ), дозволило діагностувати РАС на ранніх стадіях за допомогою розпізнавання обличчя. Зокрема, застосування новітніх алгоритмів роботи нейронної мережі для обробки даних, отриманих за допомогою міміки людини дозволило виявляти ознаки аутизму шляхом аналізу виразів обличчя [13; 18]. Кілька досліджень підтвердили важливість розпізнавання ознак аутизму за допомогою різних методів, таких як вилучення ознак,

відстеження очей, аналіз медичних зображень. Проте розпізнавання обличчя виявляється більш ефективним способом виявлення аутизму, ніж аналіз емоційного стану людини. Воно відіграє важливу роль у виявленні аутизму, оскільки включає аналіз поведінкових патернів та забезпечує можливість виявлення нормального або ненормального розвитку [1].

Метою дослідження є аналітичний огляд наукових інформаційних джерел щодо новітніх технологій у діагностиці та реабілітації розладів спектру аутизму, їх ефективності та результативності в діагностиці та реабілітації пацієнтів з РАС та членів їхніх сімей.

Методи і матеріали дослідження

Стратегія пошуку наукової інформації в даній дослідницькій роботі включала наступні етапи:

1. Визначення баз даних: для здійснення пошуку були обрані відомі наукові бази даних, такі як PubMed, Web of Science та Scopus, оскільки ці бази містять значну кількість наукових статей та публікацій у різних областях медицини та наук. Вивчення статистичних даних щодо поширеності РАС та використання техніки в Україні.

2. Встановлення періоду пошуку: глибина пошуку становила 10 років з жовтня 2014 року по жовтень 2023 року. Цей період був обраний для забезпечення актуальності і охоплення значної кількості наукових джерел.

3. Формулювання ключових слів: для пошуку інформації згідно з темою дослідження були сформульовані ключові слова, такі як «розлади аутистичного спектру», «діагностика РАС», «реабілітація при РАС», «віртуальна реальність для реабілітації РАС».

4. Здійснювався відбір літератури згідно з певними критеріями включення та виключення. Включалися

рандомізовані та когортні дослідження, систематичні огляди та мета-аналізи, повні статті, документи, діагностичні протоколи та нормативні звіти. З іншого боку, виключалися поодинокі випадки, тези, резюме доповідей, особисті повідомлення та статті з описом рефератів.

5. Кількість відібраних джерел: після пошуку та відбору літератури за допомогою програмного забезпечення Java, було відібрано 2061 джерело для подальшого дослідження та аналізу. З них, 1648 джерел було знайдено у базі PubMed, 276 – у Web of Science, та 137 – у Scopus з яких залишити лише ті джерела, що були необхідні для аналізу, а саме

В ході дослідження використано наступні методи: бібліосемантичний, структурно-логічного аналізу, узгальнення.

Результати дослідження і їх обговорення

Огляд публікацій, що присвячені методам ранньої діагностики РАС у дітей, свідчить про актуальність проблеми з урахуванням різної поширеності цієї патології в різних країнах. Частота виявлення РАС в різних країнах відрізняється значною мірою і може знаходитися в діапазоні від 5 до 90 випадків на 10 000 дітей і підлітків. За даними електронної системи охорони здоров'я (ЕСОЗ), у 2023 році в Україні було обліковано 20 936 дітей з діагнозом «аутизм».

Основними методиками діагностики вважаються поведінкові, оскільки вони дозволяють виявляти аутизм у віці після 1,5 року, коли лікувальні та корекційні заходи можуть стати менш ефективними. Проте, пренатальна діагностика РАС практично не використовується. Методи генетичного аналізу розглядаються як додаткові і поки не мають прямого діагностичного значення через відсутність чіткого розуміння етіології та патогенезу РАС [15; 16; 24]. Україна має певні обмеження в ранній діагностиці РАС через прийняті регламенти надання медичної допомоги, що може призводити до невиявлення ознак аутизму у дітей в віці, коли можлива своєчасна медична допомога.

Розлади аутистичного спектру (РАС) – це нейророзвиток, що характеризується труднощами/відмінностями в соціальній комунікації, взаємодії, мові, пізнанні та поведінці в різних контекстах. Хоча ступінь порушень у людей з РАС дуже різниться, ці симптоми можуть призвести до соціальної ізоляції та створювати значні перешкоди для підтримання та розвитку дружніх стосунків і працевлаштування (у випадку з дорослими особами). Для вирішення цих проблем традиційні підходи втручання, як правило, вимагають інтенсивної підтримки під безпосереднім наглядом добре підготовлених фахівців [15; 16; 24]. Невелика кількість дітей розвивається нормально протягом першого року, а потім у віці від 18 до 24 місяців з'являються ознаки аутизму, включаючи обмежені та повторювані моделі поведінки, вузьке коло інтересів та видів діяльності, а також слабкі мовні навички.

Методи сучасної діагностики розладів спектру аутизму

Дослідження розпізнавання емоцій

Було виявлено чотири дослідження з відстеження руху очей та машинного навчання, які розподіляли завдання розпізнавання емоцій. У [1] було використано завдання розпізнавання емоцій на обличчі. Випадковий ліс був застосований для класифікації фіксації погляду учасників з розладами аутистичного спектру (РАС) та типово розвиваються (ТР) відповідно до виконання ними завдань, інформації про погляд та особливостей обличчя. Результати показали відмінності у часі реакції та рухах очей, але не виявили відмінностей у точності розпізнавання емоцій. Була досягнута висока точність класифікації (86%). У роботі [2] автори провели ще одне дослідження з відстеження рухів очей та розпізнавання емоцій і створили регресор випадкового лісу для прогнозування балів за шкалою SRS-2 [3], що вимірює соціальні порушення, та RBS-R [4], що вимірює обмежену, повторювану та стереотипну поведінку та інтереси. У дослідженні брали участь пацієнти з РАС, синдромом дефіциту уваги/гіперактивності (СДУГ), РАС+СДУГ та ТР. Висока точність прогнозування була досягнута за загальним балом SRS-2 ($R^2 = 0,325$) та його субшкалами. RBS-R також був передбачений з високою точністю ($R^2 = 0,302$) щодо загального балу, але не його субшкал. В іншому дослідженні вчені порівнювали розпізнавання погляду та емоцій між дітьми з РАС та ТР, які носили окуляри Google Glass [5]. Було проведено три випробування з використанням 125 зображень. В якості базового класифікатора була застосована модель еластичної мережі. Класифікатори еластичних мереж, на додаток до стандартних класифікаторів логістичної регресії, були навчені на підмножинах ознак, а також на трьох окремих випробуваннях для різних абляцій. Точність класифікації була досягнута на рівні 0,71 у всіх випробуваннях за допомогою моделі. Моделі еластичних мереж показали кращі результати порівняно з моделями логістичної регресії, які використовувалися в більшості завдань. Через обмежений розмір вибірки авторам не вдалося створити класифікатор машинного навчання, який міг би перевершити інші класифікатори, в яких використовувалися лише ознаки віку та статі [23].

Дослідження взаємодії віртуальної реальності

Дослідження використовувало віртуальну реальність (ВР) для вивчення зорового механізму дітей з РАС. Сценарій зображував пару у саду з собакою, який був представлений спочатку дорослим без РАС для побудови моделей машинного навчання. Пізніше цей сценарій був використаний для тестування на молодих чоловіків з РАС. Використано сім моделей машинного навчання та восьму ансамблеву модель для оцінки результатів. Ансамблева модель показала найкращі результати у попередньому експерименті, досягнувши точності 0,73, точності 0,68, пригадування 0,81, f1-score 0,74 та AUC 0,90. Учасники тестового

експерименту з РАС ефективно підтвердили наявність високого рівня аутистичних рис у 77% випадків. Це означає, що модель може передбачати високі аутистичні риси та має добру здатність до узагальнення [5].

Дослідження розмови обличчям до обличчя

У дослідженні Чжао та співавторів [6] розглянуто використання даних відстеження очей під час особистих розмов для класифікації дітей з аутизмом та типовим розвитком за допомогою моделей машинного навчання. Основна мета полягала в розробці моделі та оцінці її ефективності у виявленні РАС у дітей під час спілкування з інтерв'юером. У дослідженні використовувалися дані відстеження очей, які були записані під час особистих розмов з дітьми. Використовувалися два методи відстеження: фіксація очей та визначення траєкторії погляду. Кожен учасник проходив тестування в двох сесіях: спочатку з інтерв'юером, а потім зі стандартними іграшками. Для обробки отриманих даних були використані моделі машинного навчання, зокрема Random Forest, Support Vector Machine (SVM), k-Nearest Neighbors (k-NN) та Logistic Regression. Вони були навчені на даних відстеження очей та використовувалися для класифікації дітей на дві групи: з РАС та з типовим розвитком. Результати показали, що модель Random Forest мала найкращі показники точності у класифікації дітей з РАС та типовим розвитком. Точність класифікації дітей з РАС склала 86,4%, що було значно вище, ніж у інших моделей. Отже, дослідження підтвердило можливість використання даних відстеження очей під час особистих розмов для класифікації дітей з аутизмом та типовим розвитком за допомогою моделей машинного навчання [6].

Використання ВР в реабілітації РАС

З моменту першого застосування технологій віртуальної реальності для людей з аутизмом у 1990-х роках, за останні десятиліття значно зросла кількість досліджень, в яких робилися подібні спроби [7]. У літературі спостерігається все більше визнання переваг і потенціалу ВР для полегшення навчання, особливо в соціальному середовищі для людей з аутизмом. Однак у цій галузі досліджень ще багато роботи попереду. Майбутні зусилля можуть бути спрямовані на розширення і вдосконалення застосування, вдосконалення технології, а також на дослідження мозку і розробку теоретичних моделей. Внесок цих фундаментальних і прикладних досліджень буде щонайменше потрійним: користь для людей з аутизмом, зменшення навантаження на терапевтів і сприяння розвитку технології ВР, а також теоретичного моделювання додатків віртуальної реальності з корисними соціальними і культурними наслідками [19; 20].

Соціальне функціонування

Проблеми у соціальному функціонуванні, такі як безробіття, порушення соціальних навичок, низька соціальна мотивація, висока соціальна тривожність та уникнення спілкування, є поширеними серед людей

з РАС. В останні роки з'явилися клінічні докази того, що системи на основі ВР можуть позитивно впливати на соціальне функціонування цієї групи людей [21].

Кандалафт та його колеги зосередилися на розробці втручання з тренування соціального пізнання у віртуальній реальності (VR-SCT), спрямованого на покращення соціального функціонування та соціальних навичок молодих дорослих з РАС. Це напівструктуроване, ручне втручання, яке надає практику в значущих соціальних сценаріях на основі віртуальної реальності. У рамках VR-SCT були створені сценарії в різних соціальних контекстах, щоб імітувати поширені ситуації у реальному житті, такі як знайомства з новими людьми, узгодження фінансових або соціальних рішень, вирішення конфліктів та співбесіди на роботу. Дослідження ефективності VR-SCT включало вісім молодих людей з РАС та 30 дітей і підлітків з РАС у віці від 7 до 16 років. Після 10 сеансів VR-SCT учасники спостерігали значне підвищення соціального та професійного функціонування у реальному житті, а також покращення соціального пізнання. Ці результати свідчать про позитивний вплив програми навчання соціальних навичок з використанням ВР на широкий спектр соціальних здібностей людей з РАС різного віку. Додатково, дослідження нейронних механізмів відповіді на втручання учасників з РАС, які використовували VR-SCT, підтвердило ефективність такого підходу не лише для покращення соціального пізнання та соціальних навичок, а й для зміцнення базових мереж мозку, що підтримують їхню соціальну здатність до функціонування [8].

Розпізнавання емоцій

Тренування розпізнавання емоцій у віртуальній реальності може дійсно виявитися ефективним методом для подолання емоційних бар'єрів та перешкод для дітей з РАС. Оскільки ці діти часто мають труднощі у розпізнаванні та розумінні емоційних виразів обличчя, програми тренувань у віртуальній реальності можуть надати контрольоване та індивідуалізоване середовище для покращення цих навичок [17].

Дослідження Шварце та інших авторів [9] підтвердило, що використання ВР є мотиваційним та корисним для людей з РАС у навчанні розпізнаванню емоцій. Особливо це стосується ситуацій, коли традиційні методи навчання були адаптовані та перенесені у віртуальний контекст, наприклад, за допомогою віртуальних карток емоцій. Дослідження також виявило, що високий рівень занурення технологій віртуальної реальності (VR-HMD), які надають охоплююче, тривимірне та 360-градусне середовище для навчання розпізнаванню емоцій, може сприяти тому, що діти з РАС починають вести себе більш екстравертовано у своїй взаємодії та навчальних діяльностях. Це свідчить про потенційні переваги використання віртуальної реальності для навчання дітей з РАС розпізнаванню емоцій.

Дослідження Бекела та інших авторів [10] зосереджувалося на розробці та дослідженні мультимодальної адаптивної соціальної взаємодії у віртуальному

середовищі (MASI-VR) для дітей з РАС. Основною метою дослідження було створення віртуального середовища, яке б допомагало дітям з РАС навчатися та вдосконалювати соціальні навички. Це включало в себе розробку програми MASI-VR, яка забезпечувала інтерактивність та адаптивність у взаємодії з кожним конкретним користувачем. Дослідження використовувало різноманітні техніки, включаючи аудіо- та відеофідбек, голосове взаємодії, візуалізацію соціальних ситуацій та інші мультимодальні підходи для створення іммерсивного та реалістичного віртуального середовища. Результати дослідження свідчили про те, що програма MASI-VR була ефективним інструментом для навчання соціальних навичок дітей з РАС. Вона дозволила дітям відчувати себе більш комфортно в соціальних ситуаціях та розвивати вміння взаємодії з іншими [10].

Мовна підготовка

Дійсно, затримка або порушення мовлення та мовних здібностей є поширеним явищем у популяції дітей з РАС. Це створює додаткові виклики для їх комунікації та взаємодії з оточуючим світом. Використання VR для логопедії та мовної терапії може бути корисним підходом, але дослідження та практика в цій області ще потребують подальшого розвитку та удосконалення.

Деякі існуючі дослідження та практики дійсно зосереджені на навчанні окремих компонентів мови, таких як лексика, граматику, семантику та вимову, за допомогою VR. Однак, існують обмеження, пов'язані з неіммерсивними VR, такими як настільна VR та доповнена реальність (ДР), які можуть обмежувати ефективність та практичність таких підходів [11].

Дослідження проведене Ченом, Ваном, Пенгом, Яном та Паном стосувалося розробки та оцінки 3D віртуального репетитора вимови для дітей з РАС [12; 25].

Головною метою дослідження було створення та оцінка віртуального репетитора, який би допоміг дітям з РАС покращити навички вимови. Дослідження базувалося на використанні технології віртуальної реальності для створення іммерсивного середовища, яке було призначене для інтерактивного навчання та практики вимови звуків та слів.

У роботі використовувалися 3D-моделі ротової порожнини та аудіофайли для надання дітям візуального та аудіального зворотного зв'язку під час вправ. Результати показали покращення у навичках вимови після використання віртуального репетитора [12; 25].

Перспективи наукового дослідження. Для подальшого розвитку в цій області можуть бути корисними такі напрями досліджень та практики:

Розвиток інтерактивних та іммерсивних VR-середовищ: Створення більш іммерсивних VR-середовищ, які дозволяють дітям з РАС взаємодіяти з мовою та мовними концепціями у більш природний спосіб.

Комплексні платформи для мовної терапії: Розробка платформ, які охоплюють різні аспекти мовлення, включаючи вимову, граматику, лексику та розуміння мови.

Адаптивні підходи: Використання адаптивних методів для навчання, які враховують індивідуальні потреби та можливості кожної дитини з РАС.

Використання технології для моніторингу та оцінки прогресу: Розробка інструментів, які дозволяють вчителям та терапевтам моніторити та оцінювати прогрес у мовленнєвому розвитку дітей з РАС у реальному часі.

Висновки

У даному аналітичному огляді наведено короткий аналіз використання передових технологій віртуальної реальності, як засобів освіти та реабілітації для людей з розладом аутистичного спектра.

Підтверджена практика показує, що впровадження VR у терапевтичні або навчальні програми ефективно сприяє покращенню соціальних аспектів функціонування осіб з РАС. Учасники досліджень демонструють значні покращення у соціальному функціонуванні, розпізнаванні емоцій, мовленні та мові після втручання, базованого на VR.

Проте, для майбутніх досліджень у цій сфері необхідно вирішити обмеження, пов'язані з технологією та дизайном, а також серйозно поставитися до суперечливих питань, таких як безпека та етичні аспекти.

Крім того, важливо враховувати міжкультурні та лінгвістичні різниці при розробці систем VR, оскільки більшість досліджень спрямовані на користувачів нетональних мов і недостатньо враховують культурні особливості.

Ці аспекти залишаються відкритими для подальших наукових досліджень та розвитку, спрямованих на вирішення комплексних проблем, пов'язаних із діагностикою та корекцією розладів аутистичного спектра.

Література

1. Jiang M, Francis SM, Srishyla D, Conelea C, Zhao Q, Jacob S. Classifying Individuals with ASD through Facial Emotion Recognition and Eye-Tracking. B: Proceedings of the 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Berlin, Germany, 23–27 July 2019; c. 6063–68.
2. Jiang M, Francis SM, Tseng A, Srishyla D, DuBois M, Beard K, Conelea C, Zhao Q, Jacob S. Predicting Core Characteristics of ASD Through Facial Emotion Recognition and Eye Tracking in Youth. B: Proceedings of the 2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), Montreal, QC, Canada, 20–24 July 2020; c. 871–75.
3. Bruni TP. Test Review: Social Responsiveness Scale—Second Edition (SRS-2). J Psychoeduc Assess. 2014;32:365–69.
4. Dechsling A, Orm S, Kalandadze T, Sütterlin S, Öien RA, Shic F, Nordahl-Hansen A. Virtual and augmented reality in social skills interventions for individuals with autism spectrum disorder: A scoping review. J Autism Dev Disord. 2021.
5. Lin Y, Gu Y, Xu Y, Hou S, Ding R, Ni S. Autistic Spectrum Traits Detection and Early Screening: A Machine Learning Based Eye Movement Study. J Child Adolesc Psychiatr Nurs. 2021.

6. Zhao Z, Tang H, Zhang X, Qu X, Hu X, Lu J. Classification of Children with Autism and Typical Development Using Eye-Tracking Data From Face-to-Face Conversations: Machine Learning Model Development and Performance Evaluation. *J Med Internet Res.* 2021.
7. Yaneva V, Eraslan S, Yesilada Y, Mitkov R. Detecting High-Functioning Autism in Adults Using Eye Tracking and Machine Learning. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2020;28:1254–61.
8. Yang YJD, Allen T, Abdullahi SM, Pelphrey KA, Volkmar FR, Chapman SB. Neural mechanisms of behavioral change in young adults with high-functioning autism receiving virtual reality social cognition training: A pilot study. *Autism Res.* 2018;11:713–25.
9. Schwarze A, Freude H, Niehaves B. Advantages and Propositions of Learning Emotion Recognition in Virtual Reality for People with Autism. B: Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS), Stockholm & Uppsala, Sweden, 8–14 June 2019.
10. Zhang L, Weitlauf AS, Amat AZ, Swanson A, Warren ZE, Sarkar N. Assessing social communication and collaboration in autism spectrum disorder using intelligent collaborative virtual environments. *J Autism Dev Disord.* 2020;50:199–11.
11. Drimalla H, Scheffer T, Landwehr N, Baskow I, Roepke S, Behnia B, Dziobek I. Towards the Automatic Detection of Social Biomarkers in Autism Spectrum Disorder: Introducing the Simulated Interaction Task (SIT). *NPJ Digit Med.* 2020;3:25.
12. Chen F, Wang L, Peng G, Yan N, Pan X. Development and evaluation of a 3-D virtual pronunciation tutor for children with autism spectrum disorders. *PLoS ONE.* 2019;14.
13. Nag A, Haber N, Voss C, Tamura S, Daniels J, Ma J, Chiang B, Ramachandran S, Schwartz J, Winograd T. Toward Continuous Social Phenotyping: Analyzing Gaze Patterns in an Emotion Recognition Task for Children with Autism through Wearable Smart Glasses. *J Med Internet Res.* 2020;22.
14. Барбера Мері Лінч. Дитячий аутизм та вербально-поведінковий підхід (The Verbal Behavior Approach): Навчання дітей з аутизмом та пов'язаними розладами. Київ: Видавничий дім «СВАРОГ», 2023. 268.
15. Шрамм Р. Дитячий аутизм і АВА терапія, що ґрунтується на методах прикладного аналізу поведінки. Київ: Центр учбової літератури, 2021. 140.
16. Martsenkovska IA, Martsenkovska II. Розлади аутистичного спектра: фактори ризику, особливості діагностики й терапії. *International Neurological Journal.* 2018;(4.98):75-3.
17. Завацька Л, Бартків О. Фреймовий підхід при вивченні теми Соціально-педагогічна робота з дітьми з розладами аутистичного спектра. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології.* 2019;(2):204-15.
18. Породько М.І. Фізична реабілітація і аутизм [навчальний посібник]. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 63.
19. Гончаровська Г., Беднарчук Л. Інноваційні технології сучасної освіти для сенсомоторного розвитку дошкільників з особливими освітніми потребами. У: Аксіопсихологічні вектори розвитку сучасної освіти : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції; 19–20 жовтня. 2023;Тернопіль. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка; 2023. с. 32–37. Доступно на : <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/31056>
20. Шевчук К.М. До питання розвитку комунікативної сфери дітей з розладами аутистичного спектра. У: Світ наукових досліджень. Випуск 11: матеріали Міжнародної мультидисциплінарної наукової інтернет-конференції; 22-23 липня. 2022; Тернопіль. Україна - Переворськ, Польща. ГО Наукова спільнота; 2022. с. 48–52.
21. Лавренюк А. Особливості організації фізичної реабілітації в корекційній роботі для дітей з розладами аутистичного спектра. Сучасні світові тенденції розвитку науки та інформаційних технологій. 2022; (С. 58).
22. Гальчин К.С. Мультидисциплінарний підхід у дитячій психіатрії щодо надання допомоги дітям з розладами аутистичного спектру. Збірник наукових праць співробітників НМАПО ім. ПЛ Шупика. 2015;(24(4)):86-7.
23. Бурлачук Л.Ф., Лисенко І.П., Завязкіна Н.В. Методологічні підходи визначення розладів аутистичного спектру в історичному контексті та на сучасному етапі. *Дніпровський науковий часопис публічного управління, психології, права.* 2021;(6):76-1.
24. Слезанська Г. І. Включення дітей з розладами аутистичного спектру в інклюзивне освітнє середовище закладу дошкільної освіти. У: Соціальна робота: виклики сьогодення : збірник наукових праць за матеріалами X Міжнародної науково-практичної конференції; 13–14 травня. 2021. Тернопіль. Тернопіль : ТНПУ імені В. Гнатюка; 2021. с. 368–372.
25. Діда Г. Потенціал інформаційних технологій в інклюзивній освіті. У: Соціальна робота: виклики сьогодення : збірник наукових праць за матеріалами X Міжнародної науково-практичної конференції; 13–14 травня. 2021. Тернопіль. Тернопіль : ТНПУ імені В. Гнатюка, 2021. с. 346–348.

References

1. Jiang M, Francis SM, Srishyla D, Conelea C, Zhao Q, Jacob S. Classifying Individuals with ASD through Facial Emotion Recognition and Eye-Tracking. B: Proceedings of the 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Berlin, Germany, 23–27 July 2019; с. 6063–68.
2. Jiang M, Francis SM, Tseng A, Srishyla D, DuBois M, Beard K, Conelea C, Zhao Q, Jacob S. Predicting Core Characteristics of ASD Through Facial Emotion Recognition and Eye Tracking in Youth. B: Proceedings of the 2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), Montreal, QC, Canada, 20–24 July 2020; с. 871–75.
3. Bruni TP. Test Review: Social Responsiveness Scale–Second Edition (SRS-2). *J Psychoeduc Assess.* 2014;32:365–69.
4. Dechsling A, Orm S, Kalandadze T, Sütterlin S, Øien RA, Shic F, Nordahl-Hansen A. Virtual and augmented reality in social skills interventions for individuals with autism spectrum disorder: A scoping review. *J Autism Dev Disord.* 2021.
5. Lin Y, Gu Y, Xu Y, Hou S, Ding R, Ni S. Autistic Spectrum Traits Detection and Early Screening: A Machine Learning Based Eye Movement Study. *J Child Adolesc Psychiatr Nurs.* 2021.

6. Zhao Z, Tang H, Zhang X, Qu X, Hu X, Lu J. Classification of Children with Autism and Typical Development Using Eye-Tracking Data From Face-to-Face Conversations: Machine Learning Model Development and Performance Evaluation. *J Med Internet Res*. 2021;23.
7. Yaneva V, Eraslan S, Yesilada Y, Mitkov R. Detecting High-Functioning Autism in Adults Using Eye Tracking and Machine Learning. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2020;28:1254–61.
8. Yang YJD, Allen T, Abdullahi SM, Pelphrey KA, Volkmar FR, Chapman SB. Neural mechanisms of behavioral change in young adults with high-functioning autism receiving virtual reality social cognition training: A pilot study. *Autism Res*. 2018;11:713–25.
9. Schwarze A, Freude H, Niehaves B. Advantages and Propositions of Learning Emotion Recognition in Virtual Reality for People with Autism. B: Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS), Stockholm & Uppsala, Sweden, 8–14 June 2019.
10. Zhang L, Weitlauf AS, Amat AZ, Swanson A, Warren ZE, Sarkar N. Assessing social communication and collaboration in autism spectrum disorder using intelligent collaborative virtual environments. *J Autism Dev Disord*. 2020;50:199–11.
11. Drimalla H, Scheffer T, Landwehr N, Baskow I, Roepke S, Behnia B, Dziobek I. Towards the Automatic Detection of Social Biomarkers in Autism Spectrum Disorder: Introducing the Simulated Interaction Task (SIT). *NPJ Digit Med*. 2020;3:25.
12. Chen F, Wang L, Peng G, Yan N, Pan X. Development and evaluation of a 3-D virtual pronunciation tutor for children with autism spectrum disorders. *PLoS ONE*. 2019;14.
13. Nag A, Haber N, Voss C, Tamura S, Daniels J, Ma J, Chiang B, Ramachandran S, Schwartz J, Winograd T. Toward Continuous Social Phenotyping: Analyzing Gaze Patterns in an Emotion Recognition Task for Children with Autism through Wearable Smart Glasses. *J Med Internet Res*. 2020;22.
14. Barbera ML. *Childhood Autism and the Verbal Behavior Approach: Teaching Children with Autism and Related Disorders*. Kyiv: Svarog Publishing House; 2023.
15. Shramm R. *Childhood Autism and Applied Behavior Analysis Therapy*. Kyiv: Center for Educational Literature; 2021.
16. Martsenkovsky IA, Martsenkovska II. Autism Spectrum Disorders: Risk Factors, Diagnostic Features, and Therapy. *Int Neurological J*. 2018;(4.98):75-3.
17. Zavatska L, Bartkiv O. Framing Approach in the Study of Social-Pedagogical Work with Children with Autism Spectrum Disorders. *Pedagogical Sciences: Theory, History, Innovative Technologies*. 2019;(2):204-15.
18. Porodko M.I. *Physical rehabilitation and autism [textbook]*. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv Publishing Center, 2018. 63.
19. Goncharovskaya G., Bednarchuk L. Innovative technologies of modern education for sensorimotor development of pre-schoolers with special educational needs. Y: Axiopsychological vectors of development of modern education: collection of materials of the International Scientific and Practical Conference; October 19–20. 2023; Ternopil. Ternopil: TNPU named after V. Hnatiuk; 2023. pp. 32–37.
20. Available at: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/31056>
21. Shevchuk K.M. On the development of the communicative sphere of children with autism spectrum disorders. Y: The world of scientific research. Issue 11: materials of the International multidisciplinary scientific Internet conference; July 22–23. 2022; Ternopil, Ukraine - Przeworsk, Poland. NGO Scientific community; 2022. pp.48-52.
22. Lavrenyuk A. Features of Physical Rehabilitation Organization in Correctional Work for Children with Autism Spectrum Disorders. *Modern Global Trends in Science and Information Technologies Development*. 2022; (p. 58).
23. Halchyn K.S. Multidisciplinary Approach in Child Psychiatry to Providing Assistance to Children with Autism Spectrum Disorders. *Collection of Scientific Works of NMAPO named after PL Shupyk Employees*. 2015;(24(4)):86-7.
24. Burlachuk L.F., Lysenko I.P., Zavyazkina N.V. Methodological Approaches to Determining Autism Spectrum Disorders in Historical Context and at the Present Stage. *Dnipro Scientific Journal of Public Administration, Psychology, Law*. 2021;(6):76-1.
25. Slozanskaya G. I. Inclusion of children with autism spectrum disorders in the inclusive educational environment of preschool education. Y: Social work: challenges of today: a collection of scientific papers based on the materials of the X International Scientific and Practical Conference; May 13-14. 2021. Ternopil. Ternopil: TNPU named after V. Hnatiuk; 2021. pp. 368–372.
26. Dida G. The potential of information technology in inclusive education. Y: Social work: challenges of the present: a collection of scientific papers based on the materials of the X International Scientific and Practical Conference; May 13–14. 2021. Ternopil. Ternopil : TNPU named after V. Hnatiuk, 2021. pp. 346–348.

Мета цього наукового дослідження є систематичний огляд новітніх технологій у діагностиці та реабілітації розладів спектру аутизму.

Методи і матеріали дослідження. Стратегія пошуку наукової інформації в даній дослідницькій роботі включала наступні етапи: визначення баз даних, встановлення періоду пошуку, формулювання ключових слів, здійснювався відбір літератури згідно з певними критеріями включення та виключення, статистичний аналіз даних із використанням стандартних статистичних методів.

Результати. Отримані дані свідчать про загальну підтримку практичного використання технології, зокрема в контексті ранньої діагностики та індивідуальної реабілітації дітей з РАС. Переважна більшість клінічних спеціалістів висловили занепокоєння щодо необхідності підвищення рівня освіти фахівців у цій галузі та необхідності розробки спеціалізованих програм і методик, які враховують індивідуальні потреби та здібності кожної дитини з РАС. Внесок цих фундаментальних і прикладних досліджень буде щонайменше потрійним: користь для людей з аутизмом, зменшення навантаження на терапевтів і сприяння розвитку технології ВР, а також теоретичного моделювання додатків ВР з корисними соціальними і культурними наслідками.

Висновки. Непередбачуваність у спілкуванні, обмежений спектр інтересів, і складнощі у сприйнятті соціальних ситуацій – всі ці фактори можуть ускладнювати життя дитини з РАС. У боротьбі з цими викликами, батькам доводиться звертатися

до різних фахівців і проводити безліч розвивальних сесій. Однак, не слід забувати, що найбільше часу дитина проводить удома з родиною. Тут важливу роль відіграє атмосфера вдома, затишок і підтримка батьків. Поведінка батьків може суттєво впливати на те, як дитина з РАС розвивається та адаптується до світу. Тому, створення сприятливого середовища вдома та надання дитині необхідної підтримки можуть значно полегшити процес її розвитку та соціалізації.

Ключові слова: розлади аутистичного спектру, діагностика, реабілітація, віртуальна реальність.

The purpose of this research is to systematically review the latest technologies in the diagnosis and rehabilitation of autism spectrum disorders.

Methods and materials. The strategy of searching for scientific information in this research work included the following stages: identifying databases, setting the search period, formulating keywords, selecting literature according to certain inclusion and exclusion criteria, and statistical analysis of data using standard statistical methods.

Results. The data obtained indicate general support for the practical use of technology, in particular in the context of early diagnosis and individualized rehabilitation of children with ASD. The vast majority of clinical specialists expressed concern about the need to improve the level of education of specialists in this field and the need to develop specialized programs and techniques that take into account the individual needs and abilities of each child with ASD. The contribution of this basic and applied research will be at least threefold: benefit to people with autism, reducing the burden on therapists and contributing to the development of BP technology, and theoretical modeling of BP applications with beneficial social and cultural implications.

Conclusions. Predictability in communication, a limited range of interests, and difficulties in perceiving social situations can make life difficult for a child with ASD. To combat these challenges, parents have to turn to various specialists and conduct many developmental sessions. However, it should not be forgotten that the child spends most of his time at home with his family. The atmosphere at home, the comfort and support of parents play an important role here. Parental behavior can have a significant impact on how a child with ASD develops and adapts to the world. Therefore, creating a favorable environment at home and providing the child with the necessary support can greatly facilitate the process of development and socialization.

Key words: autism spectrum disorders, diagnosis, rehabilitation, virtual reality.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflict of interest: absent.

Відомості про авторів

Шепель Анастасія Ігорівна – студентка кафедри фізичної терапії і ерготерапії Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»; вул. Соборності, 33, м. Полтава, Україна, 36000. anastasiashapel77@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-3760-1059.

Горошко Вікторія Іванівна – кандидат медичних наук, доцент, завідувач кафедри фізичної терапії та ерготерапії факультету фізичної культури та спорту Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»; вул. Соборності, 33, м. Полтава, Україна, 36000. talgardat@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-5244-5648.

Стаття надійшла до редакції 25.03.2024

Дата першого рішення 01.04.2024

Стаття подана до друку 20.05.2024