

Приложение на виртуалната реалност в логопедичната практика: Литературно-информационен обзор

Екип по реализация на проучването:

Проф. д-р Г. Димитров, Доц. д.н. И. Тренчев, Доц. д-р К. Рашева-Йорданова,

Гл. ас. д-р И. Костадинова

Университет по библиотекознание и информационни технологии (УниБИТ)

1. Обща информация

Настоящото проучване има за цел да дефинира мястото на виртуалната реалност (VR) в здравеопазването (в т.ч. обучение и рехабилитация) и да идентифицира регистрираните в научната литература случаи, свързани с приложението на виртуалната реалност в логопедичната практика. Търсенето ни обхваща използването на VR в областта на комуникационните увреждания в говорно-езиковата патология, включително всяко използване на VR за оценка на речта, езика или комуникацията.

За откриване на релевантни източници е осъществено проучване на литературата в мултидисциплинарни бази данни: Web of Science, IEEE Xplore, PubMed и ScienceDirect, Google Scholar.

Ключовите думи и фразите за търсене бяха както следва: „VR“ ИЛИ „HMD“ И „autism“ ИЛИ „ASD“ И „children“ ИЛИ „students“. Търсенето беше ограничено до рецензирана литература и доклади от конференции на английски език, публикувани в периода от 2002 г. до 2022 г. (общо 81 публикации). Към анализиранияте източници са добавени като изключение 4 публикации, които оценяваме като пионери в областта. Те са публикувани в периода между 1996 г. и 1998 г.

** Изследването не претендира за пълнота и изчерпателност.*

2. Информация за предишни литературни обзори по темата

Идентифицирани са три съществуващи прегледа, специфични за използването на VR като интервенция за хора с ASD. Това са (Carnett, 2022), (Mesa-Gresa P, 2018) и (Lorenzo G. L.-V., 2019).

3. Резултати от проучването

Резултатите от проучването на литературата, свързана с приложенията на VR за логопедични цели бяха разпределени в следните групи:

- Резултати във връзка с ролята, мястото и значението на VR в логопедията;
- Резултати във връзка с ползите от терапия, реализирана чрез VR;
- Резултати във връзка с вредите, резервите и бариерите по линия на прилагането на VR в рехабилитацията и терапията на деца;
- Резултати във връзка със спецификите на VR приложенията;
- Преглед на някои от успешните практики.

Всяка от групите ще бъде представена по-долу.

3.1. Във връзка с мястото на VR в логопедията

- Немалък брой са изследванията, свързани с възможностите на **компютърно базираните интервенции** (Bateman DR, 2017) за обучение на лица с Autism Spectrum Disorder (ASD). Част от тях демонстрират по-високи резултати в сравнение с интервенциите, медириани от хора (Hume K, 2009) (Zarr, 2016).
- Виртуалната реалност (VR), като завладяващ интерактивен инструмент, **подобрява ефективността на учене на деца с ASD** (S. Kuriakose, 2013) (Parés N, 2005) (Kandalaft MR, 2013) (Wang, 2014) и им помага да поддържат концентрацията си, минимизирайки намесата на външни фактори да осигурят ефективно и иновативно клинично лечение за лица с ASD (Goodwin, 2008) (Allison L. Wainer, 2010) (Shahab M. , 2017).
- VR има **ползотворно въздействие и при интервенции със заекващи хора** (Brundage SB, 2006) (Walkom, 2016) (Shelley B. Brundage, 2016), за които най-големият проблем е преминаването на бариерата между клиничната и реалната среда. Терапията с виртуална реалност е безопасна за пациентите, но същевременно дава възможност за реално представяне на ситуацията и предизвиква всички емоции и усещания, които човек изпитва в реалния живот. Изследванията показват, че при терапии, осъществени чрез VR технологии пациентите показват намаляване на нивото на тревожност, подобрения в говора, намаляване на телесната температура (Walkom, 2016).
- VR се използва успешно за терапии в областта на психологията и може да бъде ефективна при преодоляване на други разстройства (Gershon, 2002) (напр. **тревожността** - един от най-често наблюдаваните психологически феномени при хора, които заекват (Lisa Iverach, 2014) (Walkom, 2016). Това се дължи на факта, че пациентът има контрол над ситуацията, избягва се публичното засрамване на пациента и не се нарушава доверието му (Max M. North, 1998).

- VR технологията осигурява **безопасна и манипулируема среда**, в която интервенцията може да се извърши по персонализиран и поетапен начин под контрола на терапевти (Joseph P. McCleery, 2020) (Natalia Stewart Rosenfield, 2019).
- **Сложността на VR е контролируема**. Чрез нея може да се преподават правила и концепции без използването на език или символни системи. Осъществява се директно взаимодействие, което улеснява разбирането на концепциите чрез практика, без абстрактно мислене или комбиниране (Lányi, 2004).

3.2. Във връзка с ползите от терапия, подкрепена чрез VR

- VR средата предоставя **положително терапевтично изживяване** за участниците, които съобщават за удоволствие от ангажирането с други лица във виртуалния свят (включително помощните работници) (Julia Galliers, 2017) (Amaya A, 2018).
- VR чрез използването на техники за игрова терапия е все по-често срещан метод за **намаляване на поведенческите проблеми**, свързани с ASD. Този тип лечение включва фокусиране върху интересите на детето (Pouretamad, 2011). Следователно системите, базирани на VR, могат да се окажат ефективни като среда за обучение на деца с ASD или с други думи **контролирани интерактивни среди**.
- Явно предимство на VR интервенции за лица с ASD е способността да подражават на обстановка от реалния свят и да предлагат преживявания, които не могат да бъдат уловени по друг начин чрез типични методи на обучение чрез текстови инструкции или видеоклипове (Carnett, 2022).
- Усещането за „потаяне“, постигано с помощта на VR, може да насърчи прилагането на усвоените по време на клиничната рехабилитация **умения в ситуация в реалния свят** (Bryant L, 2020) (Stendal K B. S., 2015) (Jingying Chen, 2022) (Zhang, Ding, Naumceska, & Zhang, 2022). Пълното потаяне във VR и придружаващото го „усещане за присъствие“ могат допълнително да насърчат пренасянето на комуникационните умения към ситуации от реалния свят (M. B. Jones, 2004).
- VR позволява многократно практикуване на умения, които може да са трудни или опасни за изпълнение в реалния живот (напр. умения за безопасност; (Karami, 2021)).
- Чрез виртуално симулирани среди се улеснява практикуване на **функционални комуникационни умения** (Irish, 2013) (Kandaloft MR, 2013) (Manivannan S, 2019), както и **преподаване на социални умения** (Dechsling, 2021) (Parsons S, 2002), особено подходящи за групата на хората с аутизъм (Kandaloft MR, 2013) (Stendal K B. S., 2015) (Stendal K B. S.-D., 2010).
- VR-базираните интервенции са чудесен инструмент за преподаване на **функционално и адаптивно поведение** (Didehbani, Allen, Kandaloft, Krawczyk, & Chapman, 2016) (Karami, 2021).
- VR е полезен инструмент за **оценка на когнитивните способности**, включително вниманието, паметта и изпълнителните функции (Ventura S, 2019). Систематичното обучение в подходящи VR настройки може да помогне на децата с ASD с техните когнитивни умения, а различни разширени контексти могат да им помогнат с техните **междупличностни умения** (S. Vidhusha, 2019).
- Виртуалната учебна среда позволява контекстуално обучение, което е от съществено значение за придобиване на **лингвистични знания** (Othman, 2022) (Ventura S, 2019).
- Лечението посредством VR платформи е **по-малко стресиращо и е по-малко вероятно да увеличи тревожността или стреса** (Krijn M, 2004) (Lahiri, 2020), чието проблемно управление е често срещано при деца и юноши с ASD (Ghaziuddin, 2002).

- Природата на VR средите е такава, че те поддържат способността да **предизвикват контролирани стимули** (вербални или невербални) и също така **улесняват наблюдението на поведението** на детето във виртуалната среда (U. Lahiri, 2011).
- Виртуалната среда е гъвкава и може да бъде проектирана и настройвана според конкретните нужди на пациента (McComas J P. J., 1998). Това позволява **индивидуализация**, тъй като внедрителят може да адаптира опита на потребителя (напр. външен вид на показаната VR среда, сложност на задачата), за да отговори на техните специфични нужди (Carnett, 2022) (Bailenson, 2008)
- **Обратната връзка в реално време** дава възможност за програмиране на специфични непредвидени обстоятелства и графици, за да се улесни ученето (Clay, 2021) (Karami, 2021).
- VR дава **възможност за проследяване на движенията на потребителя** (Bailenson, 2008), който предоставя ценна информация за това къде потребителят отговаря, интерпретира и взаимодейства със света (Lorenzo G. L., 2016), което е от полза за вземане на решения, базирани на данни.

3.3. Във връзка с вредите, резервите и бариерите, свързани с прилагане на VR

- VR технологията **не е подходяща за интервенция на деца в много ранна възраст** (Jingying Chen, 2022). От една страна малките деца с ASD няма да могат да разберат точните процеси и правила на VR системата, което би повлияло на ефективното ѝ използване. От друга страна носенето на VR устройство за дълго време или престоят във виртуалния свят твърде дълго може да причини **киберболест** (Pot-Kolder R, 2018), която може да причини умора, неразположение и замаяност или дори да предизвика поредица от симптоми, като напрежение на очите, гадене и телесна дезориентация и световъртеж (Stanney, 1997) (Spiegel, 2018) с различна интензивност и продължителност (Rebenitsch L, 2016). В допълнение към възможния физически дискомфорт, някои изследователи посочиха потенциалните рискове за психологическата безопасност, подобно на проблемите, документираните при хора, прекомерно употребяващи видеоигри. Те считат, че продължителното използване на VR може да бъде свързано с известно психическо безпокойство (M. Madary, 2016).
- Отчетени са и някои **проблеми, свързани с интервенциите чрез VR**. Първо – наблюдава се хетерогенност при децата с разстройства, която може да доведе до това, че едно конкретно лечение или интервенция не е най-доброто за всички деца (Stahmer AC, 2011). Това от своя страна води до различни предпочитания и подходи (Jingying Chen, 2022) в прилаганата рехабилитация.
- На свой ред сложността на технологичните познания, необходими за ангажиране с непотапяща VR, може да бъде бариера за хората с интелектуални увреждания (Stendal K B. S.-D., 2010).

3.4. Специфики на VR приложенията в логопедичната практика

- Приложенията на VR в логопедичната практика могат да бъдат поделени в две групи: **симулации и игри**. Те могат да бъдат представени като вид клиничен инструмент, позволяващ на пациентите да учат и практикуват комуникационни умения в реалистична, индивидуализирана, но безопасна за тях среда (P. Marušić, 2022), развиваща ранни комуникационни умения (Maicher K, 2017).
- В литературата се откриват изследвания, фокусирани върху **VR-геймплея**, включително базирани на жестове видео игри (N. Uzuegbunam, 2018), игри с виртуални герои (Ke F. &, 2016), игри с асистирани работи (Shahab M. , 2017) (Shahab M. T., 2022) и съвместни игри (P. R. K. Babu, 2019) (Ke F. M., 2020) (Zhao, 2018).
- Забелязва се тенденция, симулираните ситуации да **имитират различни събития от реалния свят** (Jingying Chen, 2022). Такива могат да бъдат сцена в класната стая (Cheng, 2015) (Halabi, 2017) (Ke F. M., 2020) (Maskey M, 2014) (Tsai, 2021) (S. Vidhusha, 2019), сцена на автобусна спирка (Cheng, 2015) (Maskey M, 2014), сцена на пешеходно пресичане (McComas J M. M., 2002) (A. Tzanavari, 2015) (S. Vidhusha, 2019) сцена на пътуване със самолет (Miller IT, 2019) и др.
- Възможните **социални сценарии**, реализирани чрез VR са неограничени и могат да включват (Wallace S, 2010): социални контакти, започване на разговор, среща с непознати/приятели, разговор с продавач, интервюта за работа, работа с колеги и пр. (Doniger GM, 2018) (Reed, 2011) (Scassellati B, 2012) (Natalia Stewart Rosenfield, 2019).
- **Взаимодействието във VR** се осъществява по три начина: (1) взаимодействие на участниците с множество играчи (P. R. K. Babu, 2019), (2) взаимодействие на участниците с виртуални аватари или работи (M. Abdelmohsen and Y. Arafa, 2021) (Halabi, 2017) (Tsai, 2021), взаимодействие на участниците с родители или учители, които ги напътстват по време на играта (M. Abdelmohsen and Y. Arafa, 2021). По този начин VR работи като **сложна социална платформа**, която генерира осезаемо социално и физическо присъствие за потребителите (Stendal K B. S., 2015).
- Средите за обучение, базирани на VR, могат лесно да бъдат програмирани да **предлагат индивидуално обучение за насърчаване на оптимално усвояване на умения**. (Lahiri, 2020)
- Програмите за интервенция, използващи VR техники предоставя подобрени изживявания, които са **напълно контролирани** (Zhang, Ding, Naumceska, & Zhang, 2022)], позволяват **повтаряща се практика** (Kandaloft MR, 2013) (Didehbani, Allen, Kandaloft, Krawczyk, & Chapman, 2016) (Zhang, Ding, Naumceska, & Zhang, 2022) и помагат на участниците да **учат чрез преживяване, без това да предизвиква умора** у тях (Newbutt, Sung, Kuo, & Leahy, 2016).

3.5. Успешни практики за прилагане на VR интервенции в логопедията

- Strickland et al. (Strickland D, 1996) – пионерът в областта, изследва дали децата, диагностицирани с ASD, могат да понасят базирана на HMD VR и дали могат да имат смислено взаимодействие с виртуална среда. Две деца,

диагностицирани с ASD, получават задачата да забелязват коли във виртуалната среда и да произнасят на глас цвета на колата. Резултатите показват, че децата приемат положително технологията и са способни да изпълнят поставените задачи в нея.

- Adjorlu et al. (A. Adjorlu, 2017) поставя акцент върху формирането на умения у деца с ASD за пазаруване. Те създават виртуален магазин с виртуални рафтове, запълени със сканирани продукти от реалния живот. Задачата на децата е да навигират във виртуалния супермаркет, да намерят артикулите във виртуален списък за пазаруване, да ги вземат и поставят в кошницата. Виртуалният супермаркет, неговите рафтове и продуктите на рафтовете са проектирани да изглеждат като супермаркет от реалния свят, за да се увеличи способността за прехвърляне на уменията, обучени във VR, в реалния супермаркет.
- Thomsen и Adjorlu (Adjorlu, 2021) правят изследване на деца с ASD, в което прилагат VR интервенция, предназначена да научи юношите, участващи в експеримента на комбинация от умения за пазаруване, включващи и работа с парични средства. Основната задача на ученика във виртуалния супермаркет е закупуване на набор от артикули, изброени във виртуален списък за пазаруване. Тази основна задача е разделена на поредица от подзадачи: четене на списъка; откриване на артикулите по рафтовете; носене на пазарска кошница, в която се поставят артикулите; използване на везна за измерване на точното количество плодове и зеленчуци от списъка; заплащане на закупените артикули с помощта на виртуални пари. Юношите са предварително запознати с набора от виртуални монети и сметки, след което са помолени да поставят определена сума пари на виртуалната маса. Авторите споделят положителни резултати от експеримента. Резултатите показват, че тази ролева игра, съчетана с разнообразни инструкции на учителя по време на сесията, е успешен метод за преподаване на парични умения на деца, диагностицирани с ASD. В допълнение – юношите изпълняват прости упражнения като съпоставяне на истински монети и банкноти с различни числа, за да придобият разбиране за разликата в стойностите на монетите и банкнотите.
- N. Josman et al. (Josman, 2008) проектираха виртуален път (улица) за деца с ASD, за да тестват способността им безопасно да го пресичат. Техните открития показват значителен напредък в способността на децата да пресичат виртуалната улица по време на проучването.
- Matsentidou and Poullis (Matsentidou S, 2014) предлага потапяща виртуална реалност, за да научи деца с аутизъм на изкуството да се ориентират в трафика, докато пресичат натоварен път. Когато потребителят се движи, информацията се съобщава на системата, която от своя страна променя своята проектирана сцена пред участника. Благодарение на 3D очилата, потребителят може да стане свидетел на 3D изглед на света, представен пред него. С приложението участниците придобиват знания за правилата за движение и използват тези знания за пресичане на улицата.

- M. Shahab et al. (Shahab M. , 2017) представят нова концепция в образованието/ лечението на деца с аутизъм чрез комбиниране на три елемента: виртуална реалност, социални роботи и музикално обучение. Те проектират среда за виртуална реалност за обучение по музика и рехабилитация на деца с аутизъм, състояща се от стая, в която човек може да практикува свирене на ксилофон и барабан. Крайната цел при проектирането на такива базирани на музика сценарии е да се подобрят съвместното внимание, (фината) имитация и социалните умения на ASD. Приложението използва визуалното проследяване на вниманието на участниците към различни обекти, както и анализ на точността/ловкостта на имитацията по време на сесиите за оценка на поведението на децата.
- Smith, et al. (Smith MJ, 2014) разработват VR обучение за хора с невропсихиатрични разстройства с цел улесняване на формирането на умения за явяване на интервю за работа. Програмата предоставя VR-симулирани повтарящи се интервюта за работа, основани на йерархично обучение, при които обучаващите се взаимодействат с виртуален представител на човешките ресурси. Предлага им се незабавна обратна връзка за подобряване на техните отговори, връща им се оценка на ключови измерения на представянето и им се позволява преглед на отговорите на интервюто.
- Halabi et al. (Halabi, 2017) проучват използването на потапяща VR, предлагайки обучение на умения за социална комуникация на деца с аутизъм. Представят се различни социални умения, свързани с комуникацията в класната стая. Участниците са част от ролева игра. Всяко дете преминава през различни стъпки в комуникационен процес, сред които влизане в училищна сграда, влизане в класна стая и среща с учител (аватар), който поздравява учениците (аватар). След като представи такъв сценарий на обучение на детето, учителят (аватар) поздравява детето, като извиква името му и изчака детето да отговори.
- Rosenfield et al. (Natalia Stewart Rosenfield, 2019) представят продукта си Bob's Fish Shop - завладяващо изживяване във виртуална реалност, предназначено да помогне на децата с ASD да практикуват типични социални взаимодействия и умения за разговор. Целта на Bob's Fish Shop е да развие социален и разговорен етикет, докато децата се ангажират в безопасна и подкрепяща среда. Видео демонстрации на системата са достъпни в мрежата тук: <https://github.com/mlat/vrpaper> . Играта съчетава няколко технологии: VR, гласово разпознаване (за да ангажира потребителя и виртуалния магазинер), и базиран на правила изкуствен интелект за насочване на преходите през цялата игра. Потребителят започва играта в своя виртуален дом, който веднага след това напуска, за да влезе във виртуалния рибен магазин. След като потребителят влезе в магазина, той разглежда съдържанието на рафтовете и придобива представа за артикулите, които би искал да закупи. Следва ангажиране на магазинера, Боб (чрез насочване на погледа си, играчът сигнализира, че е готов за

социално взаимодействие). Боб маха, след това се представя и предлага помощта си на клиента в магазина. След това Боб и потребителят водят разговор относно артикулите и тяхната покупка.

- Finkelstein et al. (S. L. Finkelstein, 2010) изграждат проекта Astrojumper - стерео скопична игра за виртуална реалност, която е проектирана да отговаря на нуждите на деца с аутизъм. Целта ѝ е повишаване на мотивация за физическа активност и спорт. По време на играта обекти с виртуална космическа тематика летят напред към потребителя, който трябва да използва собствените си физически движения, за да избегне сблъсък. Предварителното тестване на играта на Astrojumper върху деца с аутизъм дава положителни резултати.

** Примерите не претендират за изчерпателност.*

Библиография

1. A. Adjorlu, E. R. (2017). Daily Living Skills Training in Virtual Reality to Help Children with Autism Spectrum Disorder in a Real Shopping Scenario. *2017 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct), Nantes, France, 2017, pp. 294-302.* doi:doi: 10.1109/ISMAR-Adjunct.2017.93.
2. A. Tzanavari, N. C.-D. (2015). Effectiveness of an Immersive Virtual Environment (CAVE) for Teaching Pedestrian Crossing to Children with PDD-NOS. *2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies, Hualien, Taiwan, 2015, pp. 423-427.* doi:doi: 10.1109/ICALT.2015.85
3. Adjorlu, L. A. (2021). A Collaborative Virtual Reality Supermarket Training Application to Teach Shopping Skills to Young Individuals with Autism Spectrum Disorder. *2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), Lisbon, Portugal, 2021, pp. 50-55.* doi:doi: 10.1109/VRW52623.2021.00015.
4. Allison L. Wainer, B. R. (2010). The use of innovative computer technology for teaching social communication to individuals with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders, , Volume 5, Issue 1, January–March 2011, Pages 96-107.* doi:https://doi.org/10.1016/j.rasd.2010.08.002
5. Amaya A, W. C. (2018). Receiving aphasia intervention in a virtual environment: the participants' perspective. *Aphasiology.* doi:https://doi.org/10.1080/02687038.2018.1431831
6. Bailenson, J. N. (2008). The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context. *The Journal of the Learning Sciences, 17(1), 102–141.* doi:https://doi.org/10.1080/10508400701793141
7. Bateman DR, S. B. (2017). Categorizing Health Outcomes and Efficacy of mHealth Apps for Persons With Cognitive Impairment: A Systematic Review. *J Med Internet Res.* doi:doi: 10.2196/jmir.7814. PMID: 28855146; PMCID: PMC5597798.
8. Brundage SB, G. K. (2006). Frequency of stuttering during challenging and supportive virtual reality job interviews. *J Fluency Disord. 2006;31(4):325-39.*, doi: 10.1016/j.jfludis.2006.08.003. Epub 2006 Sep 26. PMID: 16999990.
9. Bryant L, B. M. (2020). A review of virtual reality technologies in the field of communication disability: implications for practice and research. *Disabil Rehabil Assist Technol. 2020 May;15(4):365-372.* doi:doi: 10.1080/17483107.2018.1549276. Epub 2019 Jan 13. PMID: 30638092.
10. Carnett, A. N. (2022). Systematic Review of Virtual Reality in Behavioral Interventions for Individuals with Autism. *Adv Neurodev Disord.* doi:https://doi.org/10.1007/s41252-022-00287-1
11. Cheng, Y. H.-L.-S. (2015). Using a 3D Immersive Virtual Environment System to Enhance Social Understanding and Social Skills for Children With Autism Spectrum Disorders. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 30(4), 222–236.* doi:https://doi.org/10.1177/1088357615583473
12. Clay, C. J. (2021). Feasibility of virtual reality behavior skills training for preservice clinicians. *Journal of Applied Behavior Analysis, 54(2), 547–565.* doi:https://doi.org/10.1002/jaba.809

13. Dechsling, A. S.-H. (2021). Virtual reality and naturalistic developmental behavioral interventions for children with autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities, 111*, 103885. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2021.103885>
14. Didehbani, N., Allen, T., Kandalaf, M., Krawczyk, D., & Chapman, S. (2016). Virtual Reality Social Cognition Training for children with high functioning autism. *Computers in Human Behavior*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.04.033>
15. Doniger GM, B. M.-F.-G. (2018). Virtual reality-based cognitive-motor training for middle-aged adults at high Alzheimer's disease risk: A randomized controlled trial. *Alzheimers Dement (N Y)*. 2018 Mar 27;4:118-129. doi:doi: 10.1016/j.trci.2018.02.005. PMID: 29955655; PMCID: PMC6021455.
16. Gershon, J. A. (2002). Virtual Reality Exposure Therapy in the Treatment of Anxiety Disorders. . *The Scientific Review of Mental Health Practice: Objective Investigations of Controversial and Unorthodox Claims in Clinical Psychology, Psychiatry, and Social Work*.
17. Ghaziuddin, M. (2002). Asperger syndrome: Associated psychiatric and medical conditions. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 17(3)*, 138–144. doi:<https://doi.org/10.1177/10883576020170030301>
18. Goodwin, M. S. (2008). Enhancing and accelerating the pace of autism research and treatment: The promise of developing innovative technology. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 23(2)*, 125–128. doi:<https://doi.org/10.1177/1088357608316678>
19. Halabi, O. E.-S.-H. (2017). Immersive Virtual Reality in Improving Communication Skills in Children with Autism. *International Journal of Interactive Mobile Technologies* . 2017, Vol. 11 Issue 2, p146-158. 13p. doi:<https://doi.org/10.3991/ijim.v11i2.6555>
20. Hoque, M., Courgeon, M., Martin, J., Mutlu, B., & Picard, R. (2013). MACH: My Automated Conversation coach. *Proceedings of the 2013 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*.
21. Hume K, L. R. (2009). Increasing independence in autism spectrum disorders: a review of three focused interventions. *J Autism Dev Disord*. doi:doi: 10.1007/s10803-009-0751-2. Epub 2009 May 9. PMID: 19430897.
22. Irish, J. (2013). Can I sit here? A review of the literature supporting the use of single-user virtual environments to help adolescents with autism learn appropriate social communication skills. *Computers in Human Behavior*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.12.031>.
23. Jingying Chen, J. H. (2022). Virtual reality enhances the social skills of children with autism spectrum disorder: a review. *Interactive Learning Environments*. doi:DOI: 10.1080/10494820.2022.2146139
24. Joseph P. McCleery, A. Z.-M. (2020). Safety and Feasibility of an Immersive Virtual Reality Intervention Program for Teaching Police Interaction Skills to Adolescents and Adults with Autism. *Autism Res*. doi: <https://doi.org/10.1002/aur.2352>
25. Josman, N. B.-C. (2008). Effectiveness of virtual reality for teaching street-crossing skills to children and adolescents with autism. *International Journal on Disability and Human Development, 7(1)*, 49–56. doi:<https://doi.org/10.1515/IJDHD.2008.7.1.49>

26. Julia Galliers, S. W. (2017). Experiencing EVA Park, a Multi-User Virtual World for People with Aphasia. *ACM Transactions on Accessible Computing*. doi:<https://doi.org/10.1145/3134227>
27. Kandalaf D. N. (2013). Virtual reality social cognition training for young adults with high-functioning autism. *J Autism Dev Disord*. 2013 Jan;43(1):34-44. doi:[10.1007/s10803-012-1544-6](https://doi.org/10.1007/s10803-012-1544-6). PMID: 22570145; PMCID: PMC3536992.
28. Karami, B. K. (2021). Effectiveness of virtual/augmented reality-based therapeutic interventions on individuals with autism spectrum disorder: A comprehensive meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 665326. doi:<https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.665326>
29. Ke, F. &. (2016). Virtual reality based collaborative design by children with high-functioning autism: design-based flexibility, identity, and norm construction. *Interactive Learning Environments*. doi:<https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1040421>
30. Ke, F. M. (2020). Virtual Reality-Based Social Skills Training for Children With Autism Spectrum Disorder. *Journal of Special Education Technology*. doi:<https://doi.org/10.1177/0162643420945603>
31. Krijn M, E. P. (2004). Virtual reality exposure therapy of anxiety disorders: a review. *Clin Psychol Rev*. 2004 Jul;24(3):259-81. doi:[10.1016/j.cpr.2004.04.001](https://doi.org/10.1016/j.cpr.2004.04.001). PMID: 15245832.
32. Lahiri, U. (2020). Scope of Virtual Reality to Autism Intervention. *От A Computational View of Autism*. Springer International Publishing.
33. Lányi, C. T. (2004). *Multimedia and Virtual Reality in the Rehabilitation of Autistic Children*. Miesenberger, K., Klaus, J., Zagler, W.L., Burger, D. (eds) Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2004. Lecture Notes in Computer Science, vol 3118. Springer, Berlin, Heidelberg. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-540-27817-7_4
34. Lisa Iverach, R. M. (2014). Social anxiety disorder and stuttering: Current status and future directions. *Journal of Fluency Disorders*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfludis.2013.08.003>
35. Lorenzo, G. L. (2016). Design and application of an immersive virtual reality system to enhance emotional skills for children with autism spectrum disorders. *Computers & Education*, 98, 192–205. doi:[10.1016/j.compe.2016.08.003](https://doi.org/10.1016/j.compe.2016.08.003)
36. Lorenzo, G. L.-V. (2019). The application of immersive virtual reality for students with ASD: A review between 1990–2017. *Educ Inf Technol* 24, 127–151 (2019). doi:<https://doi.org/10.1007/s10639-018-9766-7>
37. M. Abdelmohsen and Y. Arafa. (2021). Training Social Skills of Children with ASD Through Social Virtual Robot. *2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), Lisbon, Portugal, 2021, pp. 314-319*. doi:[10.1109/VRW52623.2021.00063](https://doi.org/10.1109/VRW52623.2021.00063).
38. M. B. Jones, R. S. (2004). Toward Systematic Control of Cybersickness. *Presence*, vol. 13, no. 5, pp. 589-600, Oct. 2004. doi:[10.1162/1054746042545247](https://doi.org/10.1162/1054746042545247)
39. M. Madary, T. M. (2016). Recommendations for Good Scientific Practice and the Consumers of VR-Technology. *Frontiers in Robotics and AI* 3(Suppl. 3). doi:[10.3389/frobt.2016.00003](https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00003)

40. Maicher K, D. D. (2017). Developing a Conversational Virtual Standardized Patient to Enable Students to Practice History-Taking Skills. *Simul Healthc.* 2017 Apr;12(2):124-131. doi:doi: 10.1097/SIH.000000000000195. PMID: 28704290.
41. Manivannan S, A.-A. M. (2019). The Effectiveness of Virtual Reality Interventions for Improvement of Neurocognitive Performance After Traumatic Brain Injury: A Systematic Review. *J Head Trauma Rehabil.* 2019 Mar/Apr;34(2):E52-E65. doi:doi: 10.1097/HTR.0000000000000412. PMID: 30045223.
42. Maskey M, L. J. (2014). Reducing specific phobia/fear in young people with autism spectrum disorders (ASDs) through a virtual reality environment intervention. *PLoS One.* 2014 Jul 2;9(7):e100374. doi:doi: 10.1371/journal.pone.0100374. PMID: 24987957; PMCID: PMC4079659.
43. Matsentidou S, P. C. (2014). Immersive visualizations in a VR Cave environment for the. *International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP), Lisbon, 2014.*
44. Max M. North, S. M. (1998). Virtual Reality Therapy: an Effective Treatment for the Fear of Public Speaking. *International Journal of Virtual Reality*, Vol. 3 No. 3 (1998) 1-6. doi:https://doi.org/10.20870/IJVR.1998.3.3.2625
45. McComas J, M. M. (2002). *Effectiveness of virtual reality for teaching pedestrian.* *Cyberpsychol Behav* 5(3):185–190.
46. McComas J, P. J. (1998). *Current uses of virtual reality for children with disabilities.* *Stud Health Technol Inform.* 1998;58:161-9. PMID: 10350916.
47. Mesa-Gresa P, G.-G. H.-Q.-A.-G.-A. (2018). Effectiveness of Virtual Reality for Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: An Evidence-Based Systematic Review. *Sensors.* 2018; 18(8):2486. doi:https://doi.org/10.3390/s18082486
48. Miller IT, W. B. (2019). Virtual Reality Air Travel Training with Children on the Autism Spectrum: A Preliminary Report. *Cyberpsychol Behav Soc Netw.* 2020 Jan;23(1):10-15. doi:doi: 10.1089/cyber.2019.0093. Epub 2019 Jul 29. PMID: 31355673.
49. N. Uzuegbunam, W. H.-C. (2018). MEBook: Multimedia Social Greetings Intervention for Children with Autism Spectrum Disorders. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 11, no. 4, pp. 520-535, 1 Oct.-Dec. 2018. doi:doi: 10.1109/TLT.2017.2772255.
50. Natalia Stewart Rosenfield, K. L. (2019). A Virtual Reality System for Practicing Conversation Skills for Children with Autism. *Multimodal Technol. Interact.* 2019, 3(2), 28. doi:https://doi.org/10.3390/mti3020028
51. Newbutt, N., Sung, C., Kuo, H.-J., & Leahy, M. (2016). The potential of virtual reality technologies to support people with an autism condition: A case study of acceptance, presence and negative effects. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*, 14, 149-154.
52. Othman, O. E. (2022). Virtual reality for educating Sign Language using signing avatar: The future of creative learning for deaf students. *2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Tunis, Tunisia, 2022, pp. 1269-1274.*. doi:doi: 10.1109/EDUCON52537.2022.9766692

53. P. Marušić, A. L. (2022). Virtual reality as a therapy for stuttering. *Croatian review of rehabilitation research, Vol. 58 No. 1, 2022*. doi:<https://doi.org/10.31299/hrri.58.1.6>
54. P. R. K. Babu, S. S. (2019). Virtual Reality Based Collaborative Multiplayer Task Platform for Children with Autism. *2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT), Kanpur, India, 2019, pp. 1-7*. doi:[10.1109/ICCCNT45670.2019.8944889](https://doi.org/10.1109/ICCCNT45670.2019.8944889)
55. Parés N, M. P. (2005). Achieving dialogue with children with severe autism in an adaptive multisensory interaction: the "MEDIAtе" project. *IEEE Trans Vis Comput Graph. 2005 Nov-Dec;11(6):734-43*. doi:[10.1109/TVCG.2005.88](https://doi.org/10.1109/TVCG.2005.88). PMID: 16270865.
56. Parsons S, M. P. (2002). The potential of virtual reality in social skills training for people with autistic spectrum disorders. *J Intellect Disabil Res. 2002 Jun;46(Pt 5):430-43*. doi:[10.1046/j.1365-2788.2002.00425.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2788.2002.00425.x). PMID: 12031025.
57. Pot-Kolder R, V. W. (2018). Anxiety partially mediates. *Cyberpsychol Behav Soc.*
58. Pouretamad, H. (2011). Diagnosis and treatment of joint attention in autistic children, (in Persian), Tehran, Iran: Arjmand Book. *Robots for Use in Autism Research, Annual Review of Biomedical Engineering, 14, pp. 275-294*.
59. Rebenitsch L, O. C. (2016). Review on cybersickness in applications and visual displays. *Virtual Reality 20(2):101-125*.
60. Reed, F. D. (2011). Applications of technology to teach social skills to children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.01.022>
61. S. Kuriakose, S. K. (2013). A step towards virtual reality based social communication for children with Autism. *International Conference on Control, Automation, Robotics and Embedded Systems (CARE), Jabalpur, India, 2013, (стр. 1-6)*. doi:[10.1109/CARE.2013.6733744](https://doi.org/10.1109/CARE.2013.6733744).
62. S. L. Finkelstein, A. N. (2010). Astrojumper: Designing a virtual reality exergame to motivate children with autism to exercise. *2010 IEEE Virtual Reality Conference (VR), Boston, MA, USA, 2010, pp. 267-268*. doi:[10.1109/VR.2010.5444770](https://doi.org/10.1109/VR.2010.5444770).
63. S. Vidhusha, B. D. (2019). Cognitive Attention in Autism using Virtual Reality Learning Tool. *2019 IEEE 18th International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI*CC), Milan, Italy, 2019, pp. 159-165*. doi:[10.1109/ICCI*CC.2019.9146086](https://doi.org/10.1109/ICCI*CC.2019.9146086)
64. Scassellati B, A. H. (2012). Robots for use in autism research. *Annu Rev Biomed Eng. 2012;14:275-94*. doi:[10.1146/annurev-bioeng-071811-150036](https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071811-150036). Epub 2012 May 9. PMID: 22577778.
65. Shahab, M. (2017). Social Virtual Reality Robot (V2R): A Novel Concept for Education and Rehabilitation of Children with Autism. *5th RSI International Conference on Robotics and Mechatronics (ICRoM), Tehran, Iran, 2017,, (стр. 82-87)*. doi:[10.1109/ICRoM.2017.8466148](https://doi.org/10.1109/ICRoM.2017.8466148).
66. Shahab, M. T. (2022). Utilizing social virtual reality robot (V2R) for music education to children with high-functioning autism. *Educ Inf Technol 27, 819-843 (2022)*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10639-020-10392-0>

67. Shelley B. Brundage, J. M. (2016). Utility of virtual reality environments to examine physiological reactivity and subjective distress in adults who stutter. *Journal of Fluency Disorders*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfludis.2016.10.001>
68. Smith MJ, G. E. (2014). Virtual reality job interview training for individuals with psychiatric disabilities. *J Nerv Ment Dis*. 2014 Sep;202(9):659-67. doi:doi: 10.1097/NMD.000000000000187. PMID: 25099298; PMCID: PMC4149584.
69. Spiegel, J. (2018). The Ethics of Virtual Reality Technology: Social Hazards and Public Policy Recommendations. *Sci Eng Ethics* 24, 1537–1550 (2018). doi:<https://doi.org/10.1007/s11948-017-9979-y>
70. Stahmer AC, S. L. (2011). *Toward a technology of treatment individualization*. Brain Res 1380:229–239.
71. Stanney, K. M. (1997). Cybersickness is Not Simulator Sickness. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 41(2), 1138–1142. doi:<https://doi.org/10.1177/107118139704100292>
72. Stendal K, B. S. (2015). Virtual worlds for people with autism spectrum disorder: a case study in Second Life. *Disabil Rehabil*. 2015;37(17):1591-8. doi:doi: 10.3109/09638288.2015.1052577. Epub 2015 May 29. PMID: 26023707.
73. Stendal K, B. S.-D. (2010). Virtual worlds: A new opportunity for people with lifelong disability? *Journal of Intellectual & Developmental Disability*. doi:<https://doi.org/10.3109/13668250.2011.526597>
74. Strickland D, M. L. (1996). Brief report: two case studies using virtual reality as a learning tool for autistic children. *J Autism Dev Disord*. 1996 Dec;26(6):651-9. doi:doi: 10.1007/BF02172354. PMID: 8986851.
75. Tsai, W.-T. L.-H. (2021). Inclusion of third-person perspective in CAVE-like immersive 3D virtual reality role-playing games for social reciprocity training of children with an autism spectrum disorder. *Universal Access in the Information Society volume 20, pages375–389 (2021)*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10209-020-00724-9>
76. U. Lahiri, K. C. (2011). Understanding psychophysiological response to a Virtual Reality-based social communication system for children with ASD. *2011 International Conference on Virtual Rehabilitation, Zurich, Switzerland, 2011, pp. 1-2*. doi:doi: 10.1109/ICVR.2011.5971841
77. Ventura S, B. E. (2019). Immersive Versus Non-immersive Experience: Exploring the Feasibility of Memory Assessment Through 360° Technology. *Front Psychol*. 2019;10:2509. Published 2019 Nov 14. doi:doi:10.3389/fpsyg.2019.02509
78. Walkom, G. (2016). Virtual Reality Exposure Therapy: To Benefit Those Who Stutter and Treat Social Anxiety. *International Conference on Interactive Technologies and Games (ITAG), Nottingham, UK, 2016, pp. 36-41*. doi:doi: 10.1109/iTAG.2016.13.
79. Wallace S, P. S. (2010). Sense of presence and atypical social judgments in immersive virtual environments. *Responses of adolescents with Autism Spectrum Disorders*. *Autism*. 2010 May;14(3):199-213. doi:doi: 10.1177/1362361310363283. Epub 2010 May 18. PMID: 20484000.

80. Wang, M. A. (2014). Virtual Reality as Treatment Tool for Children with Autism. *In: Patel, V., Preedy, V., Martin, C. (eds) Comprehensive Guide to Autism. Springer, New York, NY.*
doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4788-7_130
81. Witmer, B. &. (2005). The Factor Structure of the Presence Questionnaire. *Presence Teleoperators & Virtual Environments 14(3):298-312.* doi:DOI:
10.1162/105474605323384654
82. Zarr, M. (2016). Computer-aided psychotherapy: Machine helping therapist. *Psychiatric Annals, 24(1), 42–46.* doi:<https://doi.org/10.3928/0048-5713-19940101-13>
83. Zhang, M., Ding, H., Naumceska, M., & Zhang, Y. (2022). Virtual Reality Technology as an Educational and Intervention Tool for Children with Autism Spectrum Disorder: Current Perspectives and Future Directions. *Behav. Sci. 2022, 12(5), 138.*
doi:<https://doi.org/10.3390/bs12050138>
84. Zhao, H. S. (2018). Hand-in-Hand: A Communication-Enhancement Collaborative Virtual Reality System for Promoting Social Interaction in Children with Autism Spectrum Disorders. *IEEE Trans Hum Mach Syst. 2018 Apr;48(2):136-148.* doi:doi: 10.1109/THMS.2018.2791562. Epub 2018 Jan 23. PMID: 30345182; PMCID: PMC6193496.