

KAMILA MAJEWSKA

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

MONIKA KAMPER-KUBAŃSKA

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych we Włocławku

Rzeczywistość wirtualna w terapii zaburzeń przetwarzania sensorycznego

Virtual reality in the treatment for sensory processing disorder

Streszczenie. Rzeczywistość wirtualna coraz częściej stosowana jest w terapii zaburzeń przetwarzania sensorycznego. Odpowiednio dobrane oprogramowanie wraz goglami VR i dodatkowym oprzyrządowaniem rehabilitacyjnym sprzyjają pobudzaniu zmysłów oraz ich integracji, co w sposób wartościowy uwidacznia się w procesie terapeutycznym. Artykuł stanowi przegląd wyników badań lokujących się w tym obszarze. Pomaga zrozumieć przyczyny oraz korzyści wynikające z włączenia gogli VR do procesu terapii sensorycznej.

Słowa kluczowe: gogle VR, rzeczywistość wirtualna, integracja sensoryczna, terapia zaburzeń przetwarzania sensorycznego, muzykoterapia

Abstract. Virtual reality is increasingly used in the therapy for sensory processing disorders. VR goggles with selected software and additional rehabilitation equipment facilitates the stimulation of the senses and their integration, which is valuable in the therapeutic process. The article is a review of the results of research in this area. It helps to understand the reasons and benefits of including VR goggles in the sensory therapy process.

Keywords: VR goggles, Virtual Reality, sensory integration, sensory processing disorder therapy, music therapy

Integracja sensoryczna – wprowadzenie do zagadnienia

Integracja sensoryczna jest procesem neurologicznym, dzięki któremu mózg: przyjmuje, eliminuje, rozpoznaje, interpretuje dane płynące ze zmysłów¹. Rozwija się ona za sprawą bodźców wewnętrznych lub zewnętrznych docierających do odbiorcy podczas kontaktu z otoczeniem. Dodatkowo, jak zaznacza Zbigniew Przyrowski i Ewa Grzybowska w procesie tym dane napływające z zewnątrz łączone są ze wcześniejszymi doświadczeniami jednostki, co wywołuje reakcję adaptacyjną, adekwatną do napotkanych bodźców². W literaturze przedmiotu zaznacza się, że integracja sensoryczna obejmuje cztery poziomy:

- pierwszy – rozwój w obrębie systemu przedsionkowego, proprioceptywnego, dotykowego (odpowiada za tworzenie reakcji równoważnych),
- drugi – rozwój w obrębie motoryki dużej, planowania motorycznego, kinestezji (odpowiada za tworzenie się podstaw percepcji słuchowej i wzrokowej),
- trzeci – rozwój w obrębie precyzyjnych ruchów ręki, różnicowania części ciała, jego stron, schematu budowy, koordynacji wzrokowo-ruchowej,
- czwarty – doświadczenia zdobyte w zakresie wcześniejszych funkcji wykorzystywane są do tworzenia dalszych pojęć, nauki czytania, pisanie, czy liczenia³.

Zaznacza się, że w kontekście integracji sensorycznej niezbędny jest szereg różnego typu informacji i umiejętności. W modelu kanału senso-

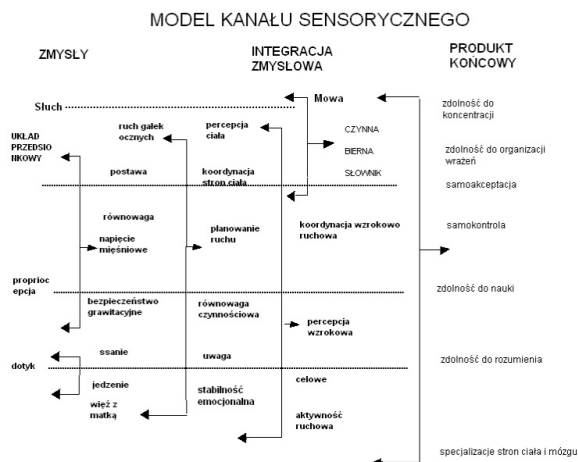
¹ A. Kałużna, *Zasady diagnostyki i terapii zaburzeń rozwoju integracji sensorycznej u dzieci*, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Wrocław 2004.

² Z. Przyrowski, E. Grzybowska, *Neurobiologiczne podstawy integracji sensorycznej. Polskie Stowarzyszenie Terapeutów Integracji Sensorycznej – SI*, Warszawa 2012.

³ Z. Przyrowski, *Dysfunkcje w zakresie integracji sensorycznej i deficyty fragmentaryczne w zespole mózgowego porażenia dziecięcego* [w:] E. Mazanek (red.), *Dziecko niepełnosprawne ruchowo. Wychowanie i nauczanie dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym*, WSiP, Warszawa 1998, s. 42.

rycznego (Wykres 1) Violet F. Maas wyróżniła: ruch gałek ocznych, postawę, równowagę, napięcie mięśniowe, bezpieczeństwo grawitacyjne, ssanie oraz jedzenie, więź z matką, percepcję ciała, koordynację stron ciała, planowanie ruchu, równowagę czynnościową, uwagę, stabilność emocjonalną, mowę (czynną, bierną, słownik), koordynację wzrokowo ruchową, percepcję wzrokową, aktywność ruchową. W efekcie kształtowania się integracji sensorycznej dziecko nabywa zdolność do: koncentracji, organizacji wrażeń, samoakceptacji, samokontroli, nauki, rozumienia. W okresie tym dochodzi również do specjalizacji stron ciała i mózgu.

Wykres 1. Model kanału sensorycznego



Źródło: V.F. Maas, *Uczenie się przez zmysły*, WSiP, Warszawa 1998, s. 26

W kontekście rozwoju dziecka najważniejszą i podstawową rolę odgrywają systemy: przedsionkowy, dotykowy i proprioceptywny. Zaburzenia w obrębie ich rozwoju pociągają za sobą niewłaściwe działanie systemu wzrokowego, czy też słuchowego. W efekcie mogą one przyczynić się do powstania problemów w zakresie interakcji społecznych, nieprawidłowych zachowań (np. nadpobudliwych, wycofanych, utożsamianych z przemocowymi lub agresywnymi), czy porozumiewania się. To również konsekwencje natury psychologicznej, wynikające z porażek odnoszonych w życiu codziennym, nieakceptowanych spo-

łącznie zachowań, licznych uwag ze strony opiekunów (wynikających np. z niewłaściwie rozwiniętej motoryki dużej lub małej).

Rozwój sensoryczny dziecka ma charakter spontaniczny, Carol S. Kranowitz podkreśla nawet, iż w *każdym dziecku jest apetyt na pokarm sensoryczny. Wewnętrzny popęd, czy też automotywacja zachęca je do aktywnego uczestniczenia w doświadczeniach, które sprzyjają przetwarzaniu sensorycznemu*⁴.

Dysfunkcja integracji sensorycznej

Zaburzenia przetwarzania sensorycznego dotyczą stanów, podczas których mózg jednostki nie jest w stanie zintegrować lub zorganizować (części) bodźców sensorycznych w taki sposób, aby zapewnić jednostce właściwe informacje o sobie lub otoczeniu. Zaburzenia mogą dotyczyć jednego lub większej ilości zmysłów⁵.

Nieprawidłowa interakcja sensoryczna obejmuje zaburzenia w odbiorze, przetwarzaniu, modulacji, czy też integracji bodźców w obrębie systemu czuciowego (dotykowego i proprioceptywnego), przedsionkowego, słuchowego, wzrokowego, węchowego i smakowego⁶. W efekcie dysfunkcje sensoryczne związane są z niepoprawną organizacją bodźców zmysłowych przez układ nerwowy. Stopnie zaburzeń oraz ich podtypy mogą występować w różnych kombinacjach i z różnymi objawami. Mogą pojawiać się one np. w postaci nadwrażliwości (obniżony próg pobudliwości) lub podwrażliwości (podwyższony próg pobudliwości)⁷. Analiza literatury przedmiotu uświadamia, że termin

⁴ C.S. Kranowitz, *Nie-zgrane dziecko Zaburzenia przetwarzania sensorycznego – diagnoza i postępowanie*, Harmonia Universalis, Gdańsk 2012, s. 77.

⁵ A.J. Ayres, J. Robbins, *Sensory integration and the child: Understanding hidden sensory challenges*, Western Psychological Services, 2005; L.J. Miller, D.A. Fuller, J. Roetenberg, *Sensational Kids Revised Edition: Hope and Help for Children with Sensory Processing Disorder (SPD)*, Penguin 2014.

⁶ M. Wiśniewska, *Metoda integracji sensorycznej* [w:] *Rehabilitacja dzieci z niepełnosprawnością intelektualną w wieku przedszkolnym*, J. Kobos (red.), Wydawnictwo Akademii Pedagogiki Specjalnej, Warszawa 2011, s. 107.

⁷ L. Biel, *Integracja sensoryczna. Skuteczne strategie w terapii dzieci i nastolatków*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2015, s. 41–61.

– dysfunkcja integracji sensorycznej był wielokrotnie rozwijany i redefiniowany. Przyjmuje się, że ujednolicenie obrazu zaburzeń integracji sensorycznej nastąpiło pod koniec dwudziestego wieku⁸. Klasyfikacja zaburzeń przetwarzania sensorycznego obejmuje obecnie trzy główne typy i kilka ich podtypów.

- Zaburzenia modulacji sensorycznej, związane są z nieprawidłowym reagowaniem na bodźce oraz występowaniem zachowań nieadekwatnych do sytuacji. W efekcie dziecko może nie reagować lub reagować w nadmierny sposób na dźwięki, światło, obrazy, dotyk, smak, zapach, temperaturę itp. Zaburzenia modulacji sensorycznej obejmują: nadwrażliwość, podwrażliwość oraz poszukiwanie wrażeń. Charakterystyczna dla dzieci nadwrażliwych sensorycznie jest szybkość reagowania, większa siła i dłuższy czas trwania reakcji na bodźce sensoryczne. W efekcie dzieci mogą działać impulsywnie, nerwowo lub unikać bodźców oraz kontaktów społecznych. Przeciwnym zaburzeniem do nadwrażliwości jest podwrażliwość, która wiąże się z obniżoną reakcją na bodźce, ich ignorowaniem lub brakiem rejestracji. To wiąże się z pasywnością, apatią, czy wycofaniem.

Określenie – poszukiwacz wrażeń – przypisuje się dzieciom odczuwającym potrzebę silnych wrażeń związanych z danym rodzajem bodźca. To sprawia, że maluchy charakteryzujące się powyższym zaburzeniem mogą: być nadmiernie ruchliwe, lubić zabawy w przepychanie, odczuwać potrzebę wężowania, czy lizania ludzi, przedmiotów.

- Zaburzenia ruchowe o bazie sensorycznej, związane są ze słabymi mechanizmami posturalnymi, czy też ograniczeniami w zakresie ruchów wolicjonalnych. W efekcie terapeuci wspominają między innymi o: oralno-motorycznych zaburzeniach związanych z niskim napięciem mięśniowym lub nadreaktywnością, problemach z planowaniem motorycznym, zaburzeniach w zakresie dużej, czy też małej motoryki, deficytach w artykulacji. Powyższy typ zaburzeń obejmuje zaburzenia posturalne oraz dyspraksję.

⁸ L. Miller, B. Hanft, S. Lane, *Sensory integration theory and practice: Observable behaviors: sensory integration dysfunction*, „American Journal Therapy Association”, 23(3), 2000.

Dzieci zmagające się z właściwą kontrolą posturalną mogą mieć problemy z precyzyjnymi ruchami głowy, oczu, języka czy kończyn. W przypadku dzieci z dyspraksją zauważalna jest między innymi niezdolność ruchowa, słaba koordynacja w dużej i małej motoryce oraz w funkcjach oralno-motorycznych.

- Zaburzenia różnicowania sensorycznego związane są z trudnościami w interpretacji cech i jakości bodźców sensorycznych. Dzieci z powyższym zaburzeniem mają problemy z różnicowaniem bodźców sensorycznych (np. wskazaniem podobieństw i różnic), wskazaniem źródła bodźca, opisaniem właściwości bodźca.

Powyższe zaburzenia mogą obejmować jeden lub więcej systemów sensorycznych.

Nawiązując do czterech poziomów rozwoju SI należy podkreślić, że problemy rozwojowe odnotowywane na poziomie niższym, przekładają się na niewłaściwy rozwój tych wyższych. Tym samym deficyt w zakresie pierwszych trzech szczebli w różnym stopniu uwidacznia się w rozwoju umiejętności szkolnych, co może być źródłem negatywnych następstw w procesie nauczania-uczenia się.

Zaburzenia sensoryczne u dzieci zostały niedawno dodane, jako oficjalna diagnoza psychiatryczna i szacuje się, że dotyczą one nawet 15% dzieci w USA⁹. Analizy zrealizowane przez Jewel E. Crasta, Emily Salzinger, Mei-Heng Lin, William J. Gavin, Patricia L. Davies potwierdzają te wyliczenia. Mniejsza liczba dzieci z powyższą dysfunkcją odnotowana została tymczasem w Finlandii – 8,3%. Oczywiście w przypadku części osób problem z zaburzeniami SI dotyczy jedynie tej dysfunkcji, u innych natomiast skorelowany jest z dodatkowymi diagnozami np. ADHD, czy ASD¹⁰. Praca terapeutyczna z dziećmi z ASD uświadamia, że

⁹ University of Utah, Healthy Kids Zone - Does My Child Have a Sensory Disorder? <https://healthcare.utah.edu/the-scope/kids-zone/all/2022/05/does-my-child-have-sensory-disorder> (dostęp: 29.05.2024)

¹⁰ J. E. Crasta, E. Salzinger, M. H. Lin, W. J. Gavin, P. L. Davies, *Sensory Processing and Attention Profiles Among Children With Sensory Processing Disorders and Autism Spectrum Disorders*, "Frontiers in integrative neuroscience" 14, 22, 2020, <https://doi.org/10.3389/fnint.2020.00022>; A. Ben-Sasson, L. Hen, R. Fluss, S.A. Cermak, B. Engel-Yeger, E. Gal, *A meta-analysis of sensory*

znaczna część tej grupy charakteryzuje się dodatkowo zaburzeniami SI. Carl H. Delacato podkreśla, że dzieci z ASD mają zaburzenia w zakresie: dotyku i czucia (ok. 95%), słuchu (ok. 85%), przetwarzania wrażeń słuchowych (ok. 65%), czy też węchu lub smaku (ok. 25%)¹¹. Należy być zatem świadomym, że dysfunkcje integracji sensorycznej mogą korelować, z innymi zaburzeniami.

Rzeczywistość wirtualna i jej zastosowanie w medycynie

Rzeczywistość wirtualna wykorzystywana jest w medycynie oraz w działaniach terapeutycznych od wielu lat. Badacze podkreślają, że wirtualna rzeczywistość jest niezwykle przydatna w procedurach związanych z minimalizowaniem bólu. Może być to wykorzystywane w gabinetach dentystycznych, na oddziałach chirurgii, czy onkologii¹². Odciągnięcie zainteresowania pacjenta od procedur medycznych i przekierowanie go na inne aktywności prezentowane za pomocą gogli VR sprawia, że poczucie bólu zmniejsza się o 20% w przypadku największego natężenia i o 26% w przypadku średniego natężenia. W toku

modulation symptoms in individuals with autism spectrum disorders, „Journal of Autism and Developmental Disorders” 39(1), 2008, s. 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10803-008-0593-3>.

¹¹ C.H. Delacato, *Dziwne, niepojęte. Autystyczne dziecko*, Fundacja Synapsis, Warszawa 1999.

¹² N.A. Aminabadi, L. Erfanparast, A. Sohrabi, S. G. Oskouei, A. Naghili, *The impact of virtual reality distraction on pain and anxiety during dental treatment in 4–6 year-old children: A randomized controlled clinical trial* „Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects” 6(4), 2012, s. 117–124; J. Gershon, E. Zimand, M. Pickering, B. Rothbaum, L. Hodges, *A pilot and feasibility study of virtual reality as a distraction for children with cancer*, „Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry” 43(10), 2004, s. 1243–1249, <http://dx.doi.org/10.1097/01.chi.0000135621.23145.05>; S. Shahrbanian, X. Ma, N. Aghaei, N. Korner-Bitensky, K. Moshiri, M. J. Simmonds, *Use of virtual reality (immersive vs. non immersive) for pain management in children and adults: A systematic review of evidence from randomized controlled trials*, „European Journal of Experimental Biology” 2(5), 2012, s. 1408–1422.

procedur badawczych odnotowano, że podczas korzystania z gogli VR czas spędzony na myśleniu o bólu redukuje się nawet o 37%¹³.

Wirtualną rzeczywistość wykorzystuje się również w *pracy z pacjentami po udarze mózgu, z chorobą Parkinsona, odczuwającymi przewlekły ból. Nowa technologia stosowana jest także w psychiatrii i psychoterapii, w przypadku osób z fobiami, zaburzeniami lękowymi, otępieniami, czy chociażby ze zdiagnozowanym zespołem stresu pourazowego*¹⁴. Uzasadnione wydaje się być także użycie wirtualnej rzeczywistości w terapii uzależnień¹⁵.

Warto wspomnieć również o możliwości włączenia gogli VR w proces edukacji studentów medycyny¹⁶.

Rzeczywistość wirtualna (VR) w terapii zaburzeń przetwarzania sensorycznego

Rehabilitanci zaznaczają, iż terapia z użyciem gogli VR zasadna jest głównie w *schorzeniach, gdzie nie mamy potrzeby jedynie poprawy siły mięśni konkretnej części ciała, a tak naprawdę musimy rehabilitować wszystkie obszary zanikającego lub źle funkcjonującego mózgu oraz stymulować wiele szlaków neuronalnych*¹⁷. Słusznie zauważa Łucja Cyranek, iż *z jednej strony VR w zastosowaniu klinicznym może być opi-*

¹³ S.R. Sharar, G. J. Carrougner, D. Nakamura, H.G. Hoffman, D.K. Blough, D.R. Patterson, *Factors Influencing the Efficacy of Virtual Reality Distraction Analgesia During Postburn Physical Therapy: Preliminary Results from 3 Ongoing Studies*, „Archives of Physical Medicine and Rehabilitation” 88(12), Supplement 2, 2007, s. S43–S49.

¹⁴ K. Majewska, *Nauczanie i uczenie się w przestrzeni mediów wirtualnych. Rzeczywistość wirtualna w edukacji wczesnoszkolnej*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2021, s. 342.

¹⁵ J.L. Maples-Keller, B.E. Bunnell, S.J. Kim, B.O. Rothbaum, *The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety and other psychiatric disorders*, „Harvard review of psychiatry” 25(3), 103, 2017.

¹⁶ A.B. Ustun, R. Yilmaz, F.G.K. Yilmaz, „Virtual reality in medical education” in *Mobile devices and smart gadgets in medical sciences*, 2020, s. 56–73.

¹⁷ M. Boczarska-Jedynak, *Terapia VR*, Instytut Zdrowia, <https://instytut-boczarska.pl/terapia-vr> (dostęp: 6.06.2021).

sane jako zaawansowana forma diagnozy, terapii i rehabilitacji, która pozwala użytkownikowi na interakcję i zanurzenie w komputerowo generowanym środowisku w naturalny sposób. Z drugiej strony, wirtualna rzeczywistość może być również uważana za zaawansowany system wyobrażeniowy, który jest tak samo lub nawet bardziej skuteczny niż realne oddziaływania terapeutyczne¹⁸.

Skuteczność wirtualnych prezentacji wynika z ich charakteru, który sprawia, że ciało człowieka skupionego na odbiorze cyfrowych technologii doświadcza podobnych doznań do tych, które mają miejsce w przypadku realnych zdarzeń¹⁹. Przekaz z użyciem gogli VR angażuje zarówno sferę fizyczną, jak i psychiczną użytkownika²⁰. Dzięki dodatkowemu oprzyrządowaniu, jak: rękawice, kamizeli, kombinezony, opaski na czoło, trakery na stopy, dłonie, czy platformy do gier VR²¹ możliwe jest oddziaływanie na zmysł dotyku, czy ruchu. Gogle VR mogą być stosowane na różnych poziomach terapii zaburzeń sensorycznych. Symulacje ruchu, w tym: zjeżdżalnie, karuzele, balansowanie na linie, wspinaczki itp. wykorzystuje się w celu stymulacji układu przedsionkowego, zapewniając niepowtarzalne i ciekawe aktywności dla osób w różnym wieku. W przypadku priopriocepcji dobrze sprawdzą się symulacje: jazdy na nartach, gry w tenisa, przeskakiwania z jednego elementu na drugi (np. z kamienia na kamień), tańczenia w balecie itp. Dodatkowo gogle VR wyposażone w odpowiednie oprogramowanie pobudzają zmysł słuchu oraz wzroku. Mogą być one wykorzystywane do ćwiczenia ruchu gałek ocznych, koncentracji uwagi, czy współdzielenia pola uwagi. Warto również zaznaczyć, iż właściwie wyselekcjonowane oprogramowanie wraz z czujnikami ruchu może być pomocne podczas

¹⁸ Ł. Cyranek, *Wykorzystanie technologii wirtualnej rzeczywistości w psychologii klinicznej*, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia de Cultura” 10(4), 2018, s. 28.

¹⁹ K. Majewska, *Nauczanie i uczenie się w przestrzeni mediów wirtualnych*, op. cit., s. 325.

²⁰ K. Majewska, *Young Adults in Virtual Reality (VR). Factors Contributing to, VR Games Addiction*, „International Journal of Pedagogy Innovation and New Technologies” 10(1), 2023, s. 23–32.

²¹ Cyfrowy świat dla każdego, X Reality, <https://pronetkrakow.com.pl/pl/> (dostęp: 15.04.2024).

ćwiczeń fizycznych, których celem jest: wypracowanie odpowiedniej postawy ciała, poprawa równowagi, wzmocnienie poczucia bezpieczeństwa grawitacyjnego, czy napięcia mięśniowego. Gogle VR mogą być również pomocne podczas pracy nad: percepcją ciała, poprawą koordynacji, równowagą czynnościową, planowaniem pojedynczych ruchów, jak również całych sekwencji ruchowych.

W kontekście fizycznego aspektu pracy z goglami VR ogromne znaczenie odgrywa *natychmiastowe sprzężenie zwrotne oraz wykreowane na bieżąco obrazy i bodźce, które de facto są odpowiedzią na ruch oraz działanie użytkownika*²². W efekcie jednostki ćwiczą wykonywanie konkretnych zadań, oraz aktywizują wybrane przez terapeutę partie ciała oraz mięśnie, co jest możliwe dzięki czujnikom reagującym na zmianę pozycji oraz pojedyncze ruchy²³. Dzięki bieżącemu śledzeniu efektów działania użytkownika, łatwiejsze staje się wypracowanie świadomości ciała, wydawanie zaleceń dostosowanych do aktualnych potrzeb oraz korekta niepoprawnie wykonywanych ruchów. *Kolejnym z czynników, który wzmacnia magię wirtualnej rzeczywistości jest multisensoryczny charakter przestrzeni VR. Badania wykazują, że narzędzia, które umożliwiają polisensoryczne pobudzanie zmysłów, gwarantują bogatsze i pełniejsze doznania aniżeli te, które stymulują zaledwie jedną modalność sensoryczną*²⁴.

W przypadku ćwiczeń związanych z percepcją wzrokową gogle VR sprawdzają się zdecydowanie lepiej, aniżeli tradycyjne urządzenia komputerowe. Dzieje się tak z tego względu, że narzędzie to odcina odbiorcę od świata zewnętrznego (co ułatwia mu między innymi koncentrację na problemie), przewyższając tym samym prezentacje wyświetlane na tradycyjnym ekranie²⁵.

Praktycy i współpracujący z nimi badacze akcentują, że gogle VR mogą być użyteczne w terapii lub w diagnozowaniu np.:

²² K. Majewska, *Nauczanie i uczenie się w przestrzeni mediów wirtualnych*, op. cit., s. 196.

²³ Ibidem.

²⁴ Ibidem, s. 198.

²⁵ B. Siemieniecki (red.), *Komputer w diagnostyce i terapii pedagogicznej*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 1996.

- zaburzeń przedsionkowych²⁶ – badania zrealizowane przez Anat V. Lubetzky, Erinn E. Kary, Helen Darmanin, Bryana Hujsaka, Kena Perlin wykazują, że za pomocą gogli VR można stymulować te obszary, które są szczególnie istotne dla pacjentów z dysfunkcją przedsionkową lub innymi deficytami sensorycznymi i związanymi z tym problemami z równowagą²⁷,
- zaburzeń prioprioceptywnych – praca w immersyjnym środowisku VR umożliwia niezbędną dla użytkownika sprzętu personalizację procesu rehabilitacji. Zapewnia to ciągłość i skuteczność terapii na różnych etapach rehabilitacji, przy jednoczesnym, znacznym zmniejszeniu obciążenia systemu opieki zdrowotnej (poprzez automatyzację procesu, obiektywną ocenę skuteczności, ułatwienie dostępu do świadczeń)²⁸,
- zaburzeń percepcji ciała – analiza dokonana przez Tonego Donega oraz Marię Sanchez-Vives wykazuje, że w rehabilitacji układu mięśniowo-szkieletowego rzeczywistość wirtualna daje obiecujące efekty w kontekście zwiększania motywacji do ćwiczeń, poprawy zakresu ruchów, jak też minimalizacji zjawiska kinezyfobii. Ćwiczenia z użyciem VR umożliwiają manipulację poszczególnymi częściami ciała. Ich potencjał terapeutyczny sprzyja poprawie funkcjonowania kończyn górnych oraz dolnych. Gogle VR umożliwiają pracę nad poprawą równowagi, czy też chodu²⁹.

²⁶ M. Bergeron, C.L. Lortie, M.J. Guitton, *Use of virtual reality tools for vestibular disorders rehabilitation: a comprehensive analysis*, „Advances in medicine” 2015.

²⁷ A.V. Lubetzky, E.E. Kary, H. Darmanin, B. Hujsak, K. Perlin, *An oculus platform to measure sensory integration for postural control in patients with vestibular dysfunction* [w:] *Virtual Rehabilitation (ICVR), 2017 International Conference on. IEEE*, 2017, s. 1; M. Bergeron, C.L. Lortie, M.J. Guitton, *Use of virtual reality tools...* op. cit.

²⁸ A. Vladimirovich Zakharov, A. Vladimirovich Kolsanov, E. Viktorovna Khivintseva, V. Fedorovich Pyatin, A. Vladimirovich Yashkov, *Proprioception in Immersive Virtual Reality* [w:] Vega J. A., Cobo J. (Eds.), *Proprioception*, 2021, IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.92928.

²⁹ T. Donegan, M.V. Sanchez-Vives, *Perception and control of a virtual body in immersive virtual reality for rehabilitation*, „Current Opinion in Neurology”, 2024, DOI: 10.1097/WCO.0000000000001321.

- zaburzeń ze spektrum autyzmu – Alessandro Frolli, Giulia Savarese, Francesca Di Carmine, Antonia Bosco, Emilio Saviano, Angelo Rega, Marco Carotenuto oraz Maria Carla Ricci podkreślają, że *rzeczywistość wirtualna (VR) jest użytecznym narzędziem interwencji w opiece zdrowotnej, a w szczególności umożliwia bezpieczne rozwijanie umiejętności społecznych u dzieci z ASD. (...) VR może być obiecującą, dynamiczną i skuteczną praktyką wspierającą podstawowe i złożone umiejętności społeczne*³⁰,
- zespołu nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi (ADHD) – Aikaterini Doulou oraz Athanasios Drigas podkreślają, że gogle VR wyposażone w odpowiednie oprogramowanie stanowią istotny przełom w diagnozowaniu ADHD, w szczególności dlatego, że umożliwiają porównanie grup kontrolnych i ADHD w realistycznym środowisku³¹, dzięki czemu łatwiej jest rejestrować objawy nieuwagi, rozproszenia uwagi i nadpobudliwości. Dodatkowo diagnostyka z użyciem wirtualnej rzeczywistości likwiduje zjawisko braku obiektywności osoby oceniającej, w tym opiekuna, czy terapeuty. W literaturze przedmiotu zaznacza się, że dla funkcji poznawczych osób z ADHD istotna okazuje się być pamięć robocza oraz uwaga³². Im wyższy poziom pamięci roboczej (której deficyty zauważa się u dzieci z ADHD), tym dłuższy jest okres koncentracji³³. Zastosowanie wirtualnej rzeczywistości (VR), niezwykle realnej i hipnotyzującej, jak

³⁰ A. Frolli, G. Savarese, F. Di Carmine, A. Bosco, E. Saviano, A. Rega, M. Carotenuto, M. C. Ricci, *Children on the Autism Spectrum and the Use of Virtual Reality for Supporting Social Skills*, „Children (Basel)” 2022 1, 9(2):181, doi: 10.3390/children9020181, s.1.

³¹ A. Doulou, A. Drigas, *Virtual Reality & Electronic Games for Assessment in ADHD*, „International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT” 10(02), 2022, s. 9, <https://doi.org/10.3991/ijes.v10i02.29735>.

³² I. Kulman, G. Stoner, L. Ruffolo, S. Marshall, J. Slater, A. Dyl, A. Cheng, *Teaching executive functions, self-management, and values through popular video-game play* [w:] *Designing games for ethics: Models, techniques and frameworks*, Schrier K., Gibson D. (red.), Hershey PA: IGI Global 2010.

³³ E. Angelopoulou, Z. Karabatzaki, A. Drigas, *Assessing working memory in general education students for ADHD detection*, „Research Society and Development” 10(10) 2021, DOI:10.33448/rsd-v10i.

również otaczającej zewsząd użytkownika, pomaga w pozyskaniu oraz utrzymaniu jego uwagi. Dodatkowo warto podkreślić, że środowiska VR przyspieszają i zwiększają dokładność reakcji uczestników, rozwijając dodatkowo szereg funkcji wykonawczych. Co ważne, wzmacniają regulację emocjonalną³⁴,

- zaburzeń mowy – zaznacza się, że jedną z głównych zalet wirtualnej rzeczywistości VR jest możliwość personalizacji działań terapeutycznych. Systemy VR wsparte dodatkowo działaniem sztucznej inteligencji mogą analizować wzorce mowy dziecka i dostarczać spersonalizowanych wskazówek i zaleceń do dalszej pracy. Może to znacznie zwiększyć skuteczność terapii poprzez dostosowanie jej do indywidualnych potrzeb dziecka³⁵. Warto nadmienić, że *integracja rzeczywistości wirtualnej z interfejsami mózg-komputer stwarza ekscytujące możliwości w przypadku poważnych zaburzeń mowy*³⁶.

Praca na integracją zmysłów, jak zaznacza Maas, przekłada się na produkt końcowy, czyli między innymi zdolność do nauki oraz ewentualnie pojawiające się problemy z czytaniem, pisanem, liczeniem³⁷. Przeprowadzone badania wskazują, że narzędzia technologii informacyjnej, w tym przestrzeń VR doskonale sprawdzają się w pracy terapeutycznej w tym obszarze³⁸. *Pomagają w przedstawieniu problemu*

³⁴ A. Drigas, E. Mitsea, C. Skianis, *The Role of Clinical Hypnosis & VR in Special Education*, „International Journal of Recent Contributions from Engineering Science & IT” 9(4), 2021, DOI:10.399.

³⁵ K. Kritanshu, *Speech Therapy with Virtual Reality: The Future of Treating Speech Disorders* <https://www.totalcommunication.com.sg/post/speech-therapy-with-virtual-reality-the-future-of-treating-speech-disorders> (dostęp: 29.03.2024); J. J. Błęszyński, D. Baczała (red.), *Wczesna interwencja w logopedii*, Grupa Wydawnicza Harmonia, Gdańsk 2015; D. Baczała, J. J. Błęszyński, *Komunikacja w logopedii: terapia, wspomaganie, wsparcie - trzy drogi, jeden cel*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2014.

³⁶ T. Donegan, M. V. Sanchez-Vives, Op. cit.

³⁷ D. Klus-Stańska, *Co mogą zrobić Rodzice, żeby zapewnić pomyślność rozwoju poznawczego dzieci?* „Division of Research on Childhood and School” 2015.

³⁸ A. Acar, B. Cavas, *The Effect of virtual reality enhanced learning environment on the 7th-grade students' reading and writing skills in English*,

w sposób ciekawy i wartościowy. Umożliwiają generowanie w szybkim czasie różnorodnych zadań na wybrany temat, z uwzględnieniem umiejętności oraz dysfunkcji ucznia³⁹.

Podsumowanie

Odpowiednio dobrane oprogramowanie wraz goglami VR i oprzyrządowaniem sprzyjają pobudzaniu zmysłów oraz ich integracji, co w sposób wartościowy uwidacznia się w procesie terapeutycznym. Badania przeprowadzone przez Tsung-Yen Chuang oraz Ming-Shiou Kuo wykazały, że zastosowanie gier komputerowych w procesie terapii zaburzeń przetwarzania sensorycznego jest korzystne w odniesieniu do zadań związanych z integracją dwustronną i sekwencjonowaniem. Poza tym wybrane odpowiednio ćwiczenia poprawiają koordynację ruchową oraz sprzyjają terapii zaburzeń posturalno-ocnych. Włączeni w działania z goglami VR uczestnicy, jak zaznaczają badacze, byli bardziej aktywni i chętniej angażowali się w ćwiczenia. To w sposób bezpośredni przełożyło się na większą liczbę powtórzeń oraz wzrost częstotliwości treningów⁴⁰. *Ponadto w wywiadach niektó-*

„Malaysian Online Journal of Educational Sciences” 8(4), 2020, s. 22–33. S. Rodríguez-Cano, V. Delgado-Benito, V. Ausín-Villaverde, *Development areas for intervention in dyslexia: a virtual reality propos al*, „Ocnos” 21(1), 2022; S. Rodríguez-Cano, V. Delgado-Benito, V. Ausín-Villaverde, L. Muñoz Martín, *Design of a Virtual Reality Software to Promote the Learning of Students with Dyslexia*, „Sustainability” 13, 2021, 8425. <https://doi.org/10.3390/su13158425>.

³⁹ D. Siemieniecka, K. Majewska, *VR in the treatment of dyslexia: examples of applications and their possibilities* [w:] *KNOW X(for) EDUCATE : disorder and pedagogical complexity*, Pellegrini S. (red.), 2023, Ancona, Editore Itard, s. 56. D. Siemieniecka, *Perspektywy przyszłości edukacji z nowymi technologiami* [w:] *Dydaktyka i pedagogika kognitywistyczna: zasady ogólne i implementacje w fizyce: praca zbiorowa*, Siemieniecka D., Karwasz G. (red.), Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2023, s. 249–256.

⁴⁰ T.-Y. Chuang, M.-S. Kuo, *A motion-sensing game-based therapy to foster the learning of children with sensory integration dysfunction*, „Journal of Educational Technology & Society” 19, 1, 2016.

rzy rodzice stwierdzili, że ich dzieci wykazywały ruchy ciała, których nigdy wcześniej nie demonstrowały⁴¹. Zaznacza się również, że korzystanie ze środowiska komputerowego pomaga: w zrozumieniu konieczności przestrzegania zasad gry (w efekcie sprzyja poprawie tego zachowania), w utrzymaniu towarzyskich zachowań, w zwiększeniu kontroli emocjonalnej (co wiąże się ze spadkiem poczucia frustracji), w podniesieniu pewności siebie, we wzroście liczby zachowań adaptacyjnych⁴².

Większe zaangażowane w ćwiczenia terapeutyczne z użyciem gogli VR potwierdził również zespół: Katarzyna Doleżych, Nikola Hehnel, Karolina Zaborska, Katarzyna Jochymczyk-Woźniak, Piotr Wodarski, Andrzej Bieniek. Działania podejmowane podczas pracy z użyciem gogli VR oraz tradycyjnych hamaków, czy też wałków rehabilitacyjnych wykazały, iż możliwa jest stymulacja poszczególnych partii ciała w interesującym dla użytkownika środowisku. *Dzięki zastosowaniu dźwięków, towarzyszących poszczególnym grom, zadania stają się bardziej realne i wprowadzają pacjenta w większym stopniu, w komputerowo stworzony świat. Poprzez oddziaływanie na kilka zmysłów jednocześnie (wzrok, słuch, propriocepcja, układ przedsionkowy i dotykowy), proponowane ćwiczenia wpisują się w zakres wymagań metod stosowanych w rehabilitacji osób doświadczających zaburzeń integracji sensorycznej*⁴³.

Sukces terapii sensorycznej wspartej VR nierzadko przypisuje się równoczesnej aktywizacji kilku kanałów, w tym wzrokowego, przedsionkowego, proprioceptywnego, słuchowego i dotykowego. Forma ta dostarcza szeregu odmiennych bodźców w sposób kontrolowany, co w tym przypadku odgrywa kluczową rolę. Powyższe, multisenso-

⁴¹ Ibidem, s. 12.

⁴² I.C. Lee, T.-Y. Chuang, *The Application of digital console game for the treatment of children with sensory integration dysfunction: Parental perspective*, „Medical and Health Science Journal” 14(4), 2013, s. 160–165, doi:10.15208/mhsj.2013.27.

⁴³ K. Doleżych, N. Hehnel, K. Zaborska, K. Jochymczyk-Woźniak, P. Wodarski, A. Bieniek, *Wirtualne technologie w terapii integracji sensorycznej*, „Aktualne Problemy Biomechaniki” 10/2016, s. 16.

ryczne działanie nie tylko uwodzi pacjenta⁴⁴, ale również pozwala na osiągnięcie zwiększonej koncentracji, czy też odprężenia⁴⁵.

Dzięki wirtualnej rzeczywistości możliwe jest również włączanie do treningu sensorycznego elementów muzykoterapii, która może być pomocna w diagnozowaniu problemów związanych z przetwarzaniem słuchowym. To z kolei wspiera rozwój mowy, rozwój społeczny, wpływa korzystnie na spostrzegawczość oraz koncentrację⁴⁶.

Warto także pokreślić, że na korzyść zastosowania gier w pracy terapeutycznej przemawia zjawisko grywalizacji, które motywuje użytkowników do podejmowania wysiłku związanego z koniecznością ćwiczenia nierozwiniętych prawidłowo obszarów.

Oczywiście w pracy z wirtualną rzeczywistością (podobnie jak z każdą inną technologią), należy zachować ostrożność. Faktem jest, że

⁴⁴ K. Majewska, Nauczanie i uczenie się w przestrzeni mediów wirtualnych, op. cit., s. 198–209.

⁴⁵ H. S. Rossi, S. M. dos Santos, R. O. Prates, R. A. Ferreira, *Imaginator: A virtual reality based game for the treatment of sensory processing disorders* [w:] 2018 IEEE 6th International Conference on Serious Games and Applications for Health, (SeGAH) 2018; T.-Y. Chuang, M.-S. Kuo, P.-L. Fan, Y.-W. Hsu, *A kinect-based motion-sensing game therapy to foster the learning of children with sensory integration dysfunction*, „Educational Technology Research and Development” 65, 3, 2017, s. 699–717; T.-Y. Chuang, M.-S. Kuo, *A motion-sensing game...*, op. cit.

⁴⁶ M. Kamper-Kubańska, E. Wieczór, *Słowo za słowem. O sprawności językowej i nabywaniu kompetencji komunikacyjnych przez dzieci. Implikacje językowo-muzyczne do pracy z dzieckiem*, Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej we Włocławku, Włocławek 2014, s. 41–84; M. Kamper-Kubańska, *Muzyka jako początek i koniec wszelkiej mowy – fonogesty w komunikacji i języku muzycznym* [w:] *Muzyka w logopedii. Terapia, wspomaganie, wsparcie. Trzy drogi, jeden cel*, D. Baczała, J. J. Błęszyński (red.), Toruń 2014; M. Kamper-Kubańska, *Muzyka między wzniosłością a codziennością. Wyzwania pedagogiczne i kulturowe*, Instytut Pedagogiki UMK, Radom–Toruń 2006. M. Kamper-Kubańska, *Wychowanie przez sztukę, czyli pedagogiczne, psychologiczne i terapeutyczne aspekty muzyki* [w:] *Dylematy edukacji artystycznej. Edukacja artystyczna a potencjał twórczy człowieka*, W. Limont, K. Nielek-Zawadzka (red.), Oficyna Wydawnicza Impuls, Kraków 2006, s. 520–523. D. Baczała, J. J. Błęszyński, *Muzyka w logopedii: terapia, wspomaganie, wsparcie - trzy drogi, jeden cel*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2014.

część osób, szczególnie w przypadku źle dobranego oprogramowania może odczuwać skutki choroby lokomocyjnej, bóle głowy, kręgosłupa, mdłości, rozkojarzenie itp.⁴⁷. David Michaliszyn, Andre Marchand, Stephane Bouchard, Marc-Olivier Martel oraz Joannie Poirier-Bisson w toku weryfikacji przydatności narzędzi VR w leczeniu arachnofobii zauważyli, że część uczestników nie reagowało na wizualizację pająków dokonywaną przy ich pomocy. W ich przypadku ekspozycja na wirtualne środowisko okazała się być niemożliwa do przeprowadzenia, ponieważ prezentowane w niej obrazy nie wywołały pożądanej reakcji emocjonalnej⁴⁸.

W konsekwencji należy wyraźnie zaznaczyć, iż praca w środowisku wirtualnym, z użyciem gogli VR może przynieść szereg korzyści. Powinna być ona jednak wsparta właściwym przygotowaniem terapeuty, odpowiednim i przemyślanym doбором oprogramowania i dodatkowych narzędzi wspierających ćwiczenia, wcześniejszym rozpoznaniem predyspozycji uczestnika, zaś w trakcie działań rehabilitacyjnych winien być obecny doświadczony personel nadzorujący poprawność wykonywanych ćwiczeń.

Bibliografia

Literatura:

- Acar A., Cavas B., *The Effect of virtual reality enhanced learning environment on the 7th-grade students' reading and writing skills in English*, „Malaysian Online Journal of Educational Sciences” 8(4), 2020.
- Aminabadi N. A., Erfanparast L., Sohrabi A., Oskouei S. G., Naghili A., *The impact of virtual reality distraction on pain and anxiety during dental treatment in 4–6 year-old children: A randomized controlled clinical trial* „Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects” 6(4), 2012.

⁴⁷ K. Majewska, *Nauczanie i uczenie się ...*, op. cit., s. 252–255.

⁴⁸ D. Michaliszyn, A. Marchand, S. Bouchard, M.O. Martel, J. Poirier-Bisson, *A randomized, controlled clinical trial of in virtuo and in vivo exposure for spider phobia*, „Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking” 13(6), 2010, s. 694.

- Angelopoulou E., Karabatzaki Z., Drigas A., *Assessing working memory in general education students for ADHD detection*, „Research Society and Development” 10(10) 2021, DOI:10.33448/rsd-v10i.
- Ayres A. J., Robbins J., *Sensory integration and the child: Understanding hidden sensory challenges*, Western Psychological Services, 2005.
- Baczała D., Błeszyński J. J., *Komunikacja w logopedii: terapia, wspomaganie, wsparcie - trzy drogi, jeden cel*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2014.
- Baczała D., Błeszyński J. J., *Muzyka w logopedii: terapia, wspomaganie, wsparcie - trzy drogi, jeden cel*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2014.
- Ben-Sasson A., Hen L., Fluss R., Cermak S. A., Engel-Yeger B., Gal E., *A meta-analysis of sensory modulation symptoms in individuals with autism spectrum disorders*, „Journal of Autism and Developmental Disorders” 39(1), 2008, s. 1–11.
- Bergeron M., Lortie C. L., Guitton M. J., *Use of virtual reality tools for vestibular disorders rehabilitation: a comprehensive analysis*, „Advances in medicine” 2015.
- Biel L., *Integracja sensoryczna. Skuteczne strategie w terapii dzieci i nastolatków*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2015.
- Błeszyński J. J., Baczała D. (red.), *Wczesna interwencja w logopedii*, Grupa Wydawnicza Harmonia, Gdańsk 2015.
- Chuang T.-Y., Kuo M.-S., *A motion-sensing game-based therapy to foster the learning of children with sensory integration dysfunction*, „Journal of Educational Technology & Society” 19, 1, 2016.
- Chuang T.-Y., Kuo M.-S., Fan P.-L., Hsu Y.-W., *A kinect-based motion-sensing game therapy to foster the learning of children with sensory integration dysfunction*, „Educational Technology Research and Development” 65, 3, 2017.
- Crasta J.E., Salzinger E., Lin M.H., Gavin W.J., Davies P.L., *Sensory Processing and Attention Profiles Among Children With Sensory Processing Disorders and Autism Spectrum Disorders*, „Frontiers in integrative neuroscience” 14, 22, 2020.
- Cyranek Ł., *Wykorzystanie technologii wirtualnej rzeczywistości w psychologii klinicznej*, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia de Cultura” 10(4), 2018.
- Delacato C.H., *Dziwne, niepojęte. Autystyczne dziecko*, Fundacja Synapsis, Warszawa 1999.
- Doleżych K., Hehnel N., Zaborska K., Jochymczyk-Woźniak K., Wodarski P., Biełniek A., *Wirtualne technologie w terapii integracji sensorycznej*, „Aktualne Problemy Biomechaniki” 10/2016.

- Doulou A., Drigas A., *Virtual Reality & Electronic Games for Assessment in ADHD*, „International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT” 10(02), 2022.
- Drigas A., Mitsea E., Skianis C., *The Role of Clinical Hypnosis & VR in Special Education*, „International Journal of Recent Contributions from Engineering Science & IT” 9(4), 2021, DOI:10.399.
- Frolli A., Savarese G., Di Carmine F., Bosco A., Saviano E., Rega A., Carotenuto M., Ricci M.C., *Children on the Autism Spectrum and the Use of Virtual Reality for Supporting Social Skills*, „Children (Basel)” 1, 9(2), 2022, doi: 10.3390/children9020181.
- Gershon J., Zimand E., Pickering M., Rothbaum B., Hodges L., *A pilot and feasibility study of virtual reality as a distraction for children with cancer*, „Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry” 43(10), 2004, <http://dx.doi.org/10.1097/01.chi.0000135621.23145.05>.
- Kamper-Kubańska M., Wieczór E., *Słowo za słowem. O sprawności językowej i nabywaniu kompetencji komunikacyjnych przez dzieci. Implikacje językowo-muzyczne do pracy z dzieckiem*, Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej we Włocławku, Włocławek 2014.
- Kamper-Kubańska M., *Muzyka jako początek i koniec wszelkiej mowy – fonogesty w komunikacji i języku muzycznym [w:] Muzyka w logopedii. Terapia, wspomaganie, wsparcie. Trzy drogi, jeden cel*, D. Baczała, J.J. Błęszyński (red.), Toruń 2014.
- Kamper-Kubańska M., *Muzyka między wzniosłością a codziennością. Wyzwania pedagogiczne i kulturowe*, Instytut Pedagogiki UMK, Radom–Toruń 2006.
- Kamper-Kubańska M., *Wychowanie przez sztukę, czyli pedagogiczne, psychologiczne i terapeutyczne aspekty muzyki [w:] Dylematy edukacji artystycznej. Edukacja artystyczna a potencjał twórczy człowieka*, W. Limont, K. Nielek-Zawadzka (red.), Oficyna Wydawnicza Impuls, Kraków 2006.
- Kałużna A., *Zasady diagnostyki i terapii zaburzeń rozwoju integracji sensorycznej u dzieci*, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, Wrocław 2004.
- Klus-Stańska D., *Co mogą zrobić Rodzice, żeby zapewnić pomyślność rozwoju poznawczego dzieci?*, „Division of Research on Childhood and School” 2015.
- Kranowitz C. S., *Nie-zgrane dziecko Zaburzenia przetwarzania sensorycznego – diagnoza i postępowanie*, Harmonia Universalis, Gdańsk 2012.
- Kulman I., Stoner G., Ruffolo L., Marshall S., Slater J., Dyl A., Cheng A., *Teaching executive functions, self-management, and values through popular video-game play [w:] Designing games for ethics: Models, techniques and frameworks*, Schrier K., Gibson D. (red.), Hershey PA: IGI Global 2010.
- Lee I.C., Chuang, T. Y., *The Application of digital console game for the treatment of children with sensory integration dysfunction: Parental perspective*, „Me-

- dical and Health Science Journal" 14(4), 2013, s. 160-165, doi:10.15208/mhsj.2013.27.
- Lubetzky A.V., Kary E.E., Darmanin H., Hujsak B., Perlin K., *An oculus platform to measure sensory integration for postural control in patients with vestibular dysfunction* [w:] *Virtual Rehabilitation (ICVR), 2017 International Conference on. IEEE*, 2017.
- Majewska K., *Nauczanie i uczenie się w przestrzeni mediów wirtualnych. Rzeczywistość wirtualna w edukacji wczesnoszkolnej*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2021.
- Majewska K., *Young Adults in Virtual Reality (VR). Factors Contributing to, VR Games Addiction*, „International Journal of Pedagogy Innovation and New Technologies” 10(1), 2023.
- Maples-Keller J.L., Bunnell B.E., Kim S.J., Rothbaum B.O., *The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety and other psychiatric disorders*, „Harvard review of psychiatry” 25(3), 103, 2017.
- Michaliszyn D., Marchand A., Bouchard S., Martel M.O., Poirier-Bisson J., *A randomized, controlled clinical trial of in virtuo and in vivo exposure for spider phobia*, „Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking” 13(6), 2010.
- Miller L.J., Fuller D.A., Roetenberg J., *Sensational Kids Revised Edition: Hope and Help for Children with Sensory Processing Disorder (SPD)*, Penguin 2014.
- Miller L., Hanft B., Lane S., *Sensory integration theory and practice: Observable behaviors: sensory integration dysfunction*, „American Journal Therapy Association” 23(3), 2000.
- Przyrowski Z., *Dysfunkcje w zakresie integracji sensorycznej i deficyty fragmentaryczne w zespole mózgowego porażenia dziecięcego* [w:] *Dziecko niepełnosprawne ruchowo. Wychowanie i nauczanie dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym*, E. Mazanek (red.), WSiP, Warszawa 1998.
- Przyrowski Z., Grzybowska E., *Neurobiologiczne podstawy integracji sensorycznej. Polskie Stowarzyszenie Terapeutów Integracji Sensorycznej – SI*, Warszawa 2012.
- Rodríguez-Cano S., Delgado-Benito V., Ausín-Villaverde V., Muñoz Martín L., *Design of a Virtual Reality Software to Promote the Learning of Students with Dyslexia*, „Sustainability” 13, 2021.
- Rodríguez-Cano S., Delgado-Benito V., Ausín-Villaverde V., *Development areas for intervention in dyslexia: a virtual reality proposal*, „Ocnos” 21(1), 2022.
- Rossi H.S., dos Santos S.M., Prates R.O., Ferreira R.A., *Imaginator: A virtual reality based game for the treatment of sensory processing disorders* [w:] *2018 IEEE 6th International Conference on Serious Games and Applications for Health, (SeGAH)* 2018.

- Shahrbanian S., Ma X., Aghaei N., Korner-Bitensky N., Moshiri K., Simmonds M.J., *Use of virtual reality (immersive vs. non immersive) for pain management in children and adults: A systematic review of evidence from randomized controlled trials*, „European Journal of Experimental Biology” 2(5), 2012.
- Sharar S.R., Carrougner G.J., Nakamura D., Hoffman H.G., Blough D.K., Patterson D.R., *Factors Influencing the Efficacy of Virtual Reality Distraction Analgesia During Postburn Physical Therapy: Preliminary Results from 3 Ongoing Studies*, „Archives of Physical Medicine and Rehabilitation” 88(12), Supplement 2, 2007.
- Siemieniecka D., *Perspektywy przyszłości edukacji z nowymi technologiami [w:] Dydaktyka i pedagogika kognitywistyczna: zasady ogólne i implementacje w fizyce: praca zbiorowa*, Siemieniecka D., Karwasz G. (red.), Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2023.
- Siemieniecka D., Majewska K., *VR in the treatment of dyslexia : examples of applications and their possibilities [w:] KNOW X(for) EDUCATE : disorder and pedagogical complexity*, Pellegrini S. (red.), 2023, Ancona, Editore Itard.
- Siemieniecki B. (red.), *Komputer w diagnostyce i terapii pedagogicznej*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 1996.
- Ustun A.B., Yilmaz R., Yilmaz F.G.K., „*Virtual reality in medical education” in Mobile devices and smart gadgets in medical sciences*, 2020.
- Vladimirovich Zakharov A., Vladimirovich Kolsanov A., Viktorovna Khivintseva E., Fedorovich Pyatin V., Vladimirovich Yashkov A., *Proprioception in Immersive Virtual Reality [w:] Proprioception*, Vega J.A., Cobo J. (red.), IntechOpen 2021. doi:10.5772/intechopen.92928.
- Wiśniewska M., *Metoda integracji sensorycznej [w:] Rehabilitacja dzieci z niepełnosprawnościami intelektualną w wieku przedszkolnym*, J. Kobos (red.), Wydawnictwo Akademii Pedagogiki Specjalnej, Warszawa 2011.

Źródła internetowe:

- Boczarska-Jedynak M., *Terapia VR*, Instytut Zdrowia, <https://instytut-boczarska.pl/terapia-vr> (dostęp: 6.06.2021).
- Cyfrowy świat dla każdego, X Reality, <https://pronetkrakow.com.pl/pl/> (dostęp: 15.04.2024).
- Kritanshu K., *Speech Therapy with Virtual Reality: The Future of Treating Speech Disorders* <https://www.totalcommunication.com.sg/post/speech-therapy-with-virtual-reality-the-future-of-treating-speech-disorders> (dostęp: 29.03.2024).

University of Utah, Healthy Kids Zone – Does My Child Have a Sensory Disorder? <https://healthcare.utah.edu/the-scope/kids-zone/all/2022/05/does-my-child-have-sensory-disorder> (dostęp: 29.05.2024).