

Wykorzystanie gier wideo w terapii niedowidzenia – przegląd literatury



Foto: archiwum Autorki

Mgr DOROTA MACIASZEK
Katedra Chorób Oczu i Optometrii
Zakład Optometrii, Uniwersytet im.
Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
Optometrystka (NO15131)



Foto: archiwum Autorki

Mgr MONIKA WOJTCZAK-KWAŚNIEWSKA
Pracownia Fizyki Widzenia i Optometrii, Wydział Fizyki, Uniwersytet im. Adama
Mickiewicza w Poznaniu, Laboratorium Fizyki Widzenia i Neuronauki, Centrum
NanoBioMedyczne, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Optometrystka (NO14219)

Streszczenie

Niedowidzenie jest zaburzeniem dotyczącym najczęściej jednego oka, w którym dochodzi do obniżenia ostrości wzroku. Wśród metod mających na celu wyprawdzenie niedowidzenia, wyróżnić możemy terapie jednooczne oraz terapie dwuoczne. Najnowsze badania skupiają się na ocenie możliwości wykorzystania gier wideo w terapii niedowidzenia. Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie wyników badań dotyczących efektywności rozwiązań gamingowych używanych w terapii niedowidzenia u dzieci i dorosłych.

Niedowidzenie

Niedowidzenie (łac. *amblyopia*) jest zaburzeniem o podłożu czynnościowym, charakteryzującym się obniżeniem ostrości wzroku, występującym najczęściej w jednym oku. Stan ten pojawia się w wyniku zaburzenia widzenia w krytycznym okresie jego rozwoju i dotyka około 2,4% populacji. Niedowidzenie jest drugą, po nieskorygowanych wadach refrakcji, przyczyną obniżonej ostrości wzroku u dzieci i młodych dorosłych [1]. Uniemożliwia ono rozwinięcie prawidłowego widzenia obuocznego, z uwagi na różnice w jakości obrazów pochodzących z oka prawego i lewego. Wśród najczęstszych przyczyn niedowidzenia wyróżnia się: różnowzroczność, zez oraz zaćmę wrodzoną [2]. Jednooczna osłabiona ostrość wzroku, wynikająca z niedowidzenia, jest czynnikiem ryzyka ślepoty, która wystąpić może w wyniku choroby bądź urazu oka dominującego. Dlatego też bardzo istotne jest jak najszybsze wprowadzenie odpowiedniego postępowania w przypadku wykrycia niedowidzenia. Jego celem jest uzyskanie możliwie najlepszej ostrości wzroku oka niedowidzącego, przynajmniej takiej, która umożliwi normalne funkcjonowanie w przypadku utraty widzenia w oku dominującym.

Choć z definicji niedowidzenie jest obniżeniem ostrości wzroku, u osób z tym zaburzeniem obserwuje się także obniżenie wrażliwości na kontrast w oku niedowidzącym, zaburzenia akomodacji, zaburzenia ruchów oczu i zaburzenia motoryczne.

Abstract

Amblyopia is a decrease in visual acuity, which usually affects one eye. Monocular and dichoptic approaches are used to treat amblyopia. Recent studies try to use a video games as a possible treatment for amblyopia. Present article will review the effectiveness of gaming solutions used in the treatment of amblyopia in children and adults based on the latest research.

Wśród tradycyjnych metod postępowania w przypadku wykrycia niedowidzenia wyróżnić można: (1) okluzję (zastanianie) oka dominującego, (2) penalizację farmakologiczną z wykorzystaniem atropiny, której celem jest zamazanie obrazu w oku dominującym, które wymusza obserwację okiem niedominującym oraz (3) penalizację optyczną, polegającą na zastosowaniu zwiększonej korekcji na oku dominującym (nadkorekcji), która podobnie jak w przypadku penalizacji farmakologicznej ma za zadanie obniżyć ostrość wzroku oka prowadzącego.

Chociaż powszechnie uważa się, że niedowidzenie jest możliwe do wyprawdzenia jedynie do 7 r. ż. [3], badania na osobach dorosłych, u których doszło do utraty widzenia w oku prowadzącym wykazały, że poprawa widzenia w oku niedowidzącym jest możliwa również po tym krytycznym okresie [4]. Tym samym, coraz częściej mówi się o tym, że graniczny 7 r. ż. jest jedynie okresem życia charakteryzującym się największą neurologiczną plastycznością.

Czas postawienia diagnozy i rzetelne stosowanie się do zaleceń specjalisty powinny iść w parze z poprawą ostrości wzroku oka niedowidzącego oraz rozwojem widzenia obuocznego (w przypadku niedowidzenia różnowzrocznego). Wprowadzanie tradycyjnych metod terapii niedowidzenia jest jednak trudne i długotrwałe. Badania Stewart i wsp. (2007) [5] wykazały, że poprawa ostrości wzroku u dziecka czteroletniego o dwa rzędy wiąże się ze 170-godzinną okluzją oka dominujące-

go, w przypadku dziecka sześciolatniego taki efekt osiągnięto po 236 godzinach obturacji, a u dzieci powyżej 7 r. ż. uzyskanie takiej poprawy możliwe jest przy ponad 400-godzinym zastonięciu oka dominującego. Pacjent, któremu zalecona jest okluzja, musi pogodzić się z ograniczeniami widzenia oka niedowidzącego. Stanowi to duże wyzwanie zarówno dla dziecka, jak i rodziców małego pacjenta. Okluzję prowadzi się według schematu określonego przez specjalistę, uwzględniającego częstotliwość i czas trwania okluzji. Badania pokazują [6], że nawet przy wydłużonym czasie okluzji, większość dzieci nie osiąga normy ostrości wzroku w oku niedowidzącym, a u 25% tych, które osiągnęły normę wzrokową, w ciągu pierwszego roku od zakończenia terapii zaobserwowano regres ostrości wzroku.

Dynamiczny rozwój branży gier komputerowych przejawia się powstaniem coraz to nowych gałęzi tego przemysłu rozrywkowego. Od ponad dwóch dekad tworzone są także rozwiązania, które mogłyby wspierać rozwój i rehabilitację zaburzeń wzrokowych. Największe zainteresowanie wzbudza terapia niedowidzenia. Wyróżnia się trzy sposoby gamifikacji (czyli wykorzystania mechaniki znanej z gier fabularnych i komputerowych do modyfikowania zachowań ludzi w celu zwiększenia ich zaangażowania) ćwiczeń wzrokowych: (1) używanie gier wideo w trakcie okluzji oka dominującego, (2) stymulacja dwuoczną (ang. *dichoptic stimulation*) z tłem (sceną) widoczną dla obu oczu i obiektem uwagi widzianym tylko przez oko niedowidzące, lub przy użyciu gier anaglificznych przy jednoczesnym nałożeniu filtra ograniczającego na oko dominujące (obniżenie kontrastu), (3) gry zaprojektowane do stymulacji stereopsji [7].

Terapia jednooczna

Na rysunku 1 przedstawiono zestawienie postępowań jednoocznych w terapii niedowidzenia. Jak wspomniano powyżej, konwencjonalne podejście do terapii niedowidzenia zakłada jedynie okluzję oka prowadzącego. Ten rodzaj postępowania jest rzadko stosowany u starszych dzieci oraz dorosłych, a konieczność dłuższej okluzji z uwagi na wiek pacjenta niesie za sobą ryzyko obniżenia zdolności obuocznych. Zminimalizowanie czasu okluzji przy jednoczesnym zachowaniu jej efektywności może być osiągnięte poprzez wprowadzenie metody uczenia percepcyjnego (ang. *perceptual learning*), które jest definiowane jako

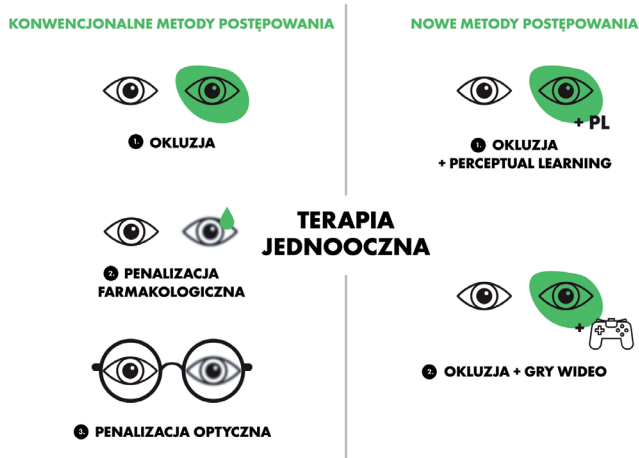
stała zmiana w postrzeganiu bodźców, wynikająca z wcześniejszej ekspozycji na te bodźce. W kontekście niedowidzenia uczenie percepcyjne opiera się na przekonaniu, że wykonywanie zadań wzrokowych prowadzi do długotrwałej poprawy w ich wykonywaniu, ale także prowadzi do zmian w neuronalnym przetwarzaniu informacji wzrokowej (prawdopodobnie w obszarze pierwszorzędowej kory wzrokowej). W terapii niedowidzenia wykorzystywane są m.in. bodźce do oceny ostrości Verniera, wzór Gabora, bodźce służące do oceny czułości na kontrast [8].

Wykorzystanie gier wideo w terapii niedowidzenia swoje początki zawdzięcza badaniom pokazującym, że taki sposób spędzania czasu wpływa znacząco na poprawę wielu parametrów funkcji wzrokowych grających. Wśród nich wyróżnić można: wrażliwość na światło, wrażliwość na kontrast, uwagę wzrokową oraz postrzeganie w warunkach stłoczenia wzrokowego [9]. Badania Gambacorta i wsp. [10] pokazały, że 20-godzinny jednooczny trening wzrokowy z wykorzystaniem gier wideo skutkuje w 15% poprawie ostrości widzenia oka niedowidzącego oraz widzenia stereoskopowego. Co ciekawe, to podejście okazało się również skuteczne w poprawie jakości widzenia u osób w wieku 15–61 lat [9]. Po 40-godzinym treningu (dwie godziny dziennie) poprawie uległa zarówno ostrość wzroku oka niedowidzącego (33%), jak i stereopsja (54%). W grupie kontrolnej, w której początkowo zastosowano jedynie codzienną dwugodziną okluzję oka dominującego, nie odnotowano zmian w parametrach wzrokowych. Natomiast wprowadzenie w kolejnym etapie gier wideo w schemacie, który zastosowano w grupie badawczej, poskutkowało poprawą parametrów wzrokowych. Wyniki te jednoznacznie pokazują, że pozytywny wpływ terapii nie wynikał z zastosowania okluzji, ale z wykonywanej w tym czasie aktywności. Co ciekawe, badania pokazują, że rodzaj zastosowanej gry (gra akcji – Medal of Honor vs. gra symulacyjna – SimCity) nie wpływa na uzyskane wyniki [9]. Podobny, pozytywny wpływ gier wideo na parametry wzrokowe wykazano na grupie osób z niedowidzeniem obuocznym, powstałym w wyniku zaćmy wrodzonej [11]. Uważa się, że jednooczne granie w gry wideo pozwala osiągnąć rezultaty podobne do uzyskanych metodą uczenia percepcyjnego [9].

Terapia dwuoczną

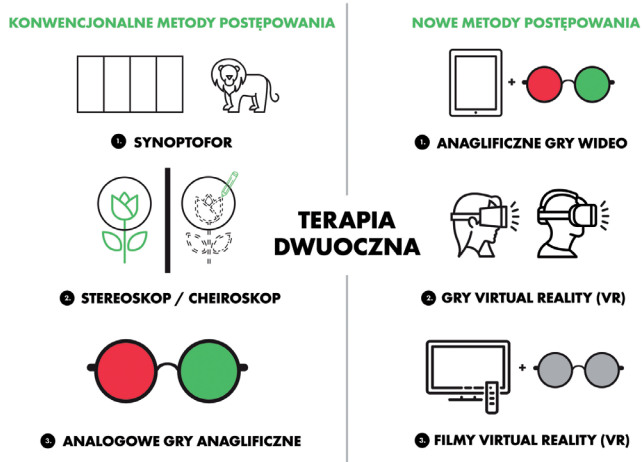
Terapia dwuoczną polega na prezentowaniu różnych bodźców każdemu z oczu. Pełni ona rolę terapii antysupresyjnej przy jednoczesnej większej stymulacji oka niedowidzącego. Supresja jest zaburzeniem towarzyszącym niedowidzeniu, ograniczającym efektywność terapii przy użyciu okluzji. Zaleca się prowadzenie terapii antysupresyjnej jako koniecznego elementu terapii niedowidzenia, zwłaszcza u pacjentów, u których okluzja nie przynosi efektów. Badania wykazały, że prowadzenie terapii antysupresyjnej w pierwszej kolejności i terapii jednoocznej w drugiej, istotnie zwiększa efektywność terapii niedowidzenia [12].

Narzędzia do terapii antysupresyjnej w postaci analogowej znajdziemy w wielu gabinetach terapii widzenia. Najstarszym i najlepiej poznanym jest synoptofor. Próba umieszczenia lwa w klatce jest zadaniem najlepiej zapamiętanym przez dorosłych ćwiczących widzenie obuoczne w dzieciństwie. Problematyczność tej metody polega na słabym zaangażowaniu pacjentów. Ćwiczenia w tej formie są dla nich mało atrakcyjne.



Rys. 1. Zestawienie postępowań jednoocznych w terapii niedowidzenia

Ogromne zaangażowanie, z jakim dzieci i dorośli korzystają z konsoli i tabletów, nasunęło pytanie, czy narzędzia te mogą pełnić funkcję terapeutyczną, uwzględniając odpowiednie zaprojektowanie gier i utrzymanie dwuoczných warunków w trakcie gry. W badaniach zaprezentowanych w niniejszej publikacji, efekt widzenia dwuocznego był wywołany poprzez zastosowanie techniki anaglifowej bądź przy wykorzystaniu systemu wirtualnej rzeczywistości. Technika anaglifowa bazuje na zastosowaniu filtrów, umieszczanych przed oczami pacjenta, które powodują, że poszczególne elementy gry są widoczne tylko jednym okiem, zatem granie jest możliwe tylko przy odłtłumieniu oka niedowidzącego. Z kolei system wirtualnej rzeczywistości bazuje na dwóch technologicznych rozwiązaniach. W pierwszym rozwiązaniu użytkownik zostaje umieszczony w wirtualnej przestrzeni za pośrednictwem urządzenia HMD (*head-mounted display*) w postaci gogli, które zapewnią trójwymiarowe pole widzenia, a systemy śledzące odwzorowują ruchy głowy (*Vivid Vision*). W drugim rozwiązaniu stymulacja środowiska trójwymiarowego odbywa się bez użycia gogli, z wykorzystaniem monitora lub kilku monitorów, okularów i joysticka (system I-BiT – *Interactive Binocular Treatment*). Przegląd dwuocznego postępowania w niedowidzeniu został zaprezentowany na rysunku 2, a szczegółowy opis badań nad skutecznością dwuocznego leczenia z zastosowaniem gier wideo i uzyskanych wyników został przedstawiony w tabeli 1.



Rys. 2. Zestawienie postępowania dwuocznego w terapii niedowidzenia

W ostatnich 10 latach przeprowadzono wiele badań pilotażowych z wykorzystaniem gier dwuoczných, w których pozytywnie określono ich skuteczność w terapii niedowidzenia. Jednym z częściej badanych rozwiązań, z uwagi na możliwość łatwego zaprojektowania gry, jest to wykorzystujące technikę anaglificzną. Badania wykonane przez Birch i wsp. [13], w których badano efektywność terapii niedowidzenia przy zastosowaniu gier anaglificznych prezentowanych na iPadzie (cztery godziny / tydzień, przez cztery tygodnie) wykazały poprawę ostrości wzroku oka niedowidzącego. Jednocześnie porównano poprawę ostrości wzroku u dzieci, które grały w grę dwuoczną >8 godzin dziennie i nie stosowały okluzji, z tymi, u których zastosowano podobny wymiar czasu gry i jednocześnie okluzję w wymiarze dwie godziny / dzień. Nie odnotowano znaczących różnic w poprawie ostrości wzroku pomiędzy tymi grupami, co jednoznacznie wskazuje na wysoką skuteczność innowacyjnego postępowania.

Niemniej jednak, randomizowane, wieloośrodkowe kliniczne badanie Pediatric Eye Disease Investigator Group (PEDIG) [14] ostudziło entuzjazm, wykazując większą skuteczność okluzji w wymiarze dwie godziny dziennie w porównaniu do terapii dwuocznego z wykorzystaniem techniki anaglificznej w wymiarze jednej godziny na dzień w połączeniu z jedną godziną na dzień okluzji. Autorzy badania przyznają jednak, że duży wpływ na wyniki miał brak zaangażowania i niestosowanie się do zaleconego czasu ćwiczeń (jedynie 22% grupy stosującej grę dwuoczną ćwiczyło dłużej niż 75% zaleconego czasu). Podobne wyniki uzyskano w drugim randomizowanym badaniu, wykonanym przez zespół BRAVO [15], w którym dwie grupy badanych grały w grę anaglificzną (gra dwuoczną vs. gra placebo). Badanie wykazało brak istotnych różnic w poprawie ostrości wzroku między grupami. Autorzy badania sugerują, że nieatrakcyjność gry, pociągająca za sobą brak zaangażowania grających, mogła przetożyć się na niestosowanie się do zaleceń. Co ciekawe, w badaniu Kelly i wsp. [16] zastosowanie anaglificznej gry przygodowej poskutkowało większym zaangażowaniem i uzyskaniem poprawy ostrości wzroku w oku niedowidzącym. Zachęciło to grupę naukowców z grupy PEDIG do powtórzenia badania z 2016 roku z użyciem bardziej angażującej, ciekawej gry przygodowej. Publikacja wyników planowana jest na koniec 2018 roku.

Najciekawsze, z punktu widzenia technologii i idących za nią możliwości rozwoju, wydają się badania nad skutecznością dwuocznego leczenia w warunkach wirtualnej rzeczywistości. Badania pilotażowe wykonane przez Waddingham i wsp. [17] (system komputerowy I-BiT) na sześciorgu dzieciach w wieku 5–7 lat wykazały poprawę ostrości wzroku oka niedowidzącego o 42%. Dodatkowo, u trzech z sześciorga badanych dzieci stosowana w przeszłości okluzja oka prowadzącego nie przyniosła oczekiwanych skutków. W drugim badaniu wykonanym przez Herbisona i wsp. (2013) [18] środowisko trójwymiarowe osiągnięto przy zastosowaniu systemu komputerowego. Osoby badane (dziewięcioro dzieci w wieku 4–8 lat) wzięły udział w sześciotygodniowej terapii, składającej się z codziennych 30-minutowych sesji treningowych (20 minut materiałów filmowych + 10 minut gra w wirtualnej rzeczywistości). W efekcie wprowadzonego postępowania uzyskano poprawę ostrości wzroku o 0.18 logMAR. Po czterech tygodniach po zaprzestaniu terapii czterech pacjentów zachowało wypracowaną ostrość wzroku, u pięciu zanotowano nieznaczne pogorszenie. Wpływ wirtualnej rzeczywistości na niedowidzenie został również zbadany w randomizowanym badaniu Herbisona i wsp. (2016) [19]. Wzięto w nim udział 75 dzieci w wieku 4–8 lat. Podobnie jak we wcześniejszym, pilotażowym badaniu, uczestników poddano 30-minutowym codziennym sesjom terapii trwającej sześć tygodni. Dzieci zostały przydzielone do jednej z trzech grup badawczych. Dzieci z pierwszej grupy grały w wirtualnej rzeczywistości, z drugiej oglądały materiały filmowe w wirtualnej rzeczywistości, natomiast dzieci z trzeciej grupy grały w grę, w której prezentowano te same bodźce dla OP i OL (grupa kontrolna). Wyniki wykazały nieznaczną poprawę ostrości wzroku w obu grupach badawczych oraz kontrolnej, a także brak różnic w ostrości wzroku pomiędzy grupą grającą dwuoczną a grupą kontrolną. Uzyskana podobna poprawa we wszystkich gru-

pach mogła wynikać z zastosowania okularów migawkowych, które naprzemiennie prezentują obraz tylko jednemu oku (brak stymulacji obuocznej), a bardzo szybka prezentacja obrazów dla OP i OL skutkuje powstaniem wrażenia równoczesnej prezentacji obrazów obu oczom. Drugą możliwą przyczyną braku znaczącego wpływu wprowadzonego postępowania jest czas trwania terapii, który wyniósł średnio trzy godziny. W porównaniu ze wspomnianymi powyżej zaleceniami dotyczącymi okluzji oraz badaniami wykorzystującymi terapię dwuoczną, które przyniosły pozytywny wpływ na uzyskaną ostrość wzroku, czas ten wydaje się zdecydowanie zbyt krótkim postępowaniem.

Jedne z nowszych, pilotażowych badań, wykorzystujące gogle HMD, rozwiązanie firmy Vivid Vision [20], wykazały, że zastosowanie wirtualnej rzeczywistości nie tylko może mieć znaczący wpływ na ostrość wzroku oka niedowidzącego, ale także na zdolności stereoskopowe. Co więcej, swoje badania wykonali oni na grupie osób dorosłych (17–69 lat), u których, z uwagi na mniejszą neuroplastyczność, wyprowadzenie niedowidzenia jest zdecydowanie trudniejsze w porównaniu z dziećmi. Wyniki te jednoznacznie sugerują konieczność dalszych badań nad wykorzystaniem nowych technologii w terapii niedowidzenia.

Badanie	Uczestnicy	Wiek	Czas trwania	Zadanie	Wyniki badań
Gra anaglificzna					
Brich i wsp. (2015) [13]	50 dzieci, dwie grupy badawcze	3–7 lat	Cztery tygodnie, cztery godziny w tygodniu	Terapia dwuoczną. Gry dwuoczną na iPada. Dwie grupy badawcze: (1) pozorna gra anaglificzna (2) gra anaglificzna	Brak zmian ostrości wzroku i stereopsji w grupie kontrolnej. Poprawa ostrości wzroku w grupie grającej w grę dwuoczną o 0.09logMAR. Brak znaczącej poprawy stereopsji.
Kelly i wsp. (2016) [16]	28 dzieci, dwie grupy badawcze	4–10 lat	Dwa tygodnie. Kolejne dwa tygodnie: obie grupy – gra dwuoczną	Terapia dwuoczną i terapia jednooczną. Gry dwuoczną na iPada (DigRush). Dwie grupy badawcze: (1) gra anaglificzna (2) okluzja oka dominującego	Większa poprawa ostrości wzroku w grupie badawczej w porównaniu z grupą kontrolną (0.15logMAR vs. 0.07logMAR). Brak różnic w poprawie ostrości wzroku pomiędzy grupami (0.17logMAR vs. 0.16logMAR).
Holmes i wsp. (2016) (badanie PEDIG) [14]	385 dzieci, dwie grupy badawcze	5– <13 lat	16 tygodni	Terapia dwuoczną. Dwie grupy badawcze: (1) gra anaglificzna (2) okluzja oka dominującego	Poprawa ostrości wzroku w oku niedowidzącym o 1.05 linijki w grupie graczy oraz o 1.35 linijki w grupie, w której zastosowano okluzję. Brak przewagi wykorzystania gier dwuocznych w terapii niedowidzenia.
Gao i wsp. (2018) (badanie BRAVO) [15]	115 osób, dwie grupy badawcze	7–55 lat	Sześć tygodni	Terapia dwuoczną. Dwie grupy badawcze: (1) gra anaglificzna (2) gra placebo – bez rozdzielania obrazów na OP i OL	Brak różnic w poprawie ostrości wzroku pomiędzy grupami (0.06logMAR vs. 0.07logMAR). Brak różnic w poprawie widzenia stereoskopowego pomiędzy grupami (0.23log(sek. ką.) vs. 0.25log(sek. ką.)).
Gra dwuoczną z zastosowaniem stereoskopu zwierciadlanego					
Gambacorta i wsp. (2018) [10]	20 dzieci, dwie grupy badawcze	7–17 lat	6–10 tygodni	Terapia dwuoczną z zastosowaniem stereoskopu zwierciadlanego. Dwie grupy badawcze: (1) gra jednooczną (2) gra dwuoczną	Poprawa ostrości wzroku w grupie grającej jednooczną o 0.06logMAR, w grupie grającej obuoczną 0.14logMAR. Poprawa widzenia stereoskopowego o 0.06log(sek. ką.) w grupie grającej jednooczną, 0.07log(sek. ką.) w grupie grającej obuoczną.
Gra w wirtualnej rzeczywistości					
Waddingham i wsp. (2006) [17]	6 dzieci	5–7 lat	1–2 sesji / tydzień (20 min.); (7–12 sesji)	Terapia dwuoczną wykorzystująca VR – I-BiT. Jedna grupa badawcza: oglądanie klipów wideo, gra w wirtualnej rzeczywistości	Poprawa ostrości wzroku o średnio 10 liter (~42%).
Herbison i wsp. (2013) [18]	9 dzieci	4–8 lat	Sześć tygodni, 30 min. / tydzień	Terapia dwuoczną wykorzystująca VR – I-BiT. Jedna grupa badawcza: 20 min. materiałów filmowych, 10 min. gra w wirtualnej rzeczywistości	Poprawa ostrości wzroku o 0.18logMAR. Po czterech tygodniach po zaprzestaniu terapii czterech pacjentów zachowało wypracowaną ostrość wzroku, u pięciu zanotowano nieznaczne pogorszenie.
Herbison i wsp. (2016) [19]	75 dzieci	4–8 lat	Sześć tygodni, 30 min. / tydzień	Terapia dwuoczną wykorzystująca VR z okularami migawkowymi – I-BiT. Trzy grupy badawcze: (1) gra w wirtualnej rzeczywistości (2) materiały filmowe w wirtualnej rzeczywistości (3) gra, w której prezentowano te same bodźce dla OP i OL (grupa kontrolna)	Nieznaczna poprawa ostrości wzroku w obu grupach badawczych oraz kontrolnej. Brak różnic w ostrości wzroku pomiędzy grupą grającą dwuoczną a grupą kontrolną. Brak różnic w stereoskopowej ostrości wzroku między grupami.
Žiak i wsp. (2017) [20]	17 osób, dwie grupy badawcze	17–69 lat	Cztery tygodnie, osiem sesji po 40 min.	Terapia dwuoczną wykorzystująca VR – Vivid Vision. Jedna grupa badawcza: gra w wirtualnej rzeczywistości	Poprawa ostrości wzroku o 0.15 logMAR (poprawa o średnio 30%). Poprawa widzenia stereoskopowego o 0.87log(sek.kąt.).

Podsumowanie

Zastosowanie gier wideo w terapii niedowidzenia wydaje się konkurencyjnym podejściem w stosunku do powszechnie stosowanej okluzji oka dominującego. Niemniej jednak podejście to wymaga dalszych badań z uwagi na często wykluczające się dotychczasowe wyniki oraz mankamenty, które widoczne były w każdym z tych badań. Warto nadmienić, iż do większości zaprezentowanych badań zakwalifikowano osoby zarówno z niedowidzeniem zezowym, różnowzrocznym bądź niedowidzeniem wynikającym z połączenia obu zaburzeń. Każde z nich może w odmienny sposób reagować na zastosowane postępowanie, co mogło wpłynąć na ostatecznie uzyskane rezultaty. W badaniu wykonanym przez Žiak i wsp. [20], pozytywny wpływ zastosowanego postępowania mógł wynikać z homogeniczności grupy pod względem zaburzenia (niedowidzenie osób biorących udział w terapii było pochodzenia różnowzrocznego), mógł być wynikiem zastosowanej terapii (gogle HMD), odpowiedniego dopasowania bodźców (w grze zastosowano bodźce, które były widoczne osobno każdym okiem, co skutkowało tym, że gra wymuszała obuoczną obserwację) lub wynikać z połączenia tych aspektów.

Zastosowanie gier wideo w terapii niedowidzenia z wykorzystaniem terapii dwuocnej wydaje się być rozwiązaniem, które w szczególny sposób powinno dotyczyć niedowidzenia różnowzrocznego, z uwagi na to, że bazuje na poprawieniu funkcji jednoocznych przy jednoczesnej percepcji, czyli odtłumieniu oka niedowidzącego. Bardzo obiecujące są badania, w których poza zastosowaniem dwuocnej obserwacji, zwraca się uwagę również na modulowanie kontrastem obrazu obserwowanego przez oko dominujące przy zachowaniu pełnego kontrastu obrazu prezentowanego oku niedowidzącemu [21]. Zapewnia to uzyskanie jednoczesnej percepcji.

Warto dodać, że przypadku niedowidzenia zezowego, terapia bazująca na odtłumieniu oka niedowidzącego powinna w dalszych etapach pociągać za sobą terapię, której celem byłoby uzyskanie prawidłowego ustawienia oczu. Brak podjęcia kolejnych kroków skutkować może wywołaniem podwójnego widzenia. Wcześniejsze badania wspominają o dwóch przypadkach, u których w efekcie terapii pojawiła się diplopia [19].

Co więcej, należałoby zwrócić uwagę na atrakcyjność proponowanych gier, która przekłada się na wyższą efektywność terapii ze względu na lepsze stosowanie się do zaleceń. Wielu autorów powyżej wspomnianych prac tłumaczy różnice w wynikach uzyskanych w poszczególnych badaniach brakiem bądź większą atrakcyjnością zastosowanych gier. Najatrakcyjniejsze z perspektywy użytkownika gry terapeutyczne znaj-

dujemy w wirtualnym środowisku i w grach anaglificznych o charakterze przygodowym.

Obserwacje te jednoznacznie sugerują, że konieczne są dalsze badania, których celem byłoby ustalenie protokołu postępowania wyznaczającego częstotliwość, czas trwania pojedynczej sesji oraz całej terapii. Staranne zaprojektowanie kolejnych badań pozwoliłoby uniknąć uzyskania wyników podważalnych i/lub trudnych w interpretacji. Szczególną uwagę należałoby zwrócić na wpływ wykorzystania wirtualnej rzeczywistości z zastosowaniem gogli HMD, z uwagi na obiecujące wyniki uzyskane w badaniu pilotażowym Žiak i wsp. [20]. Perspektywa i możliwości, jakie może nieść za sobą wdrażanie terapii widzenia w VR, wydaje się równie ekscytująca jak jeszcze pięć lat temu używanie jedynie tabletu. Mijmy nadzieję, że najnowsze rozwiązania technologiczne będą sprzyjać możliwościom rozwoju najwyższych funkcji wzrokowych.

Piśmiennictwo

1. A.L. Webber. The functional impact of amblyopia. *Clinical and Experimental Optometry* 2018, 1–8
2. J.M. Holmes, M.P. Clarke. Amblyopia. *Lancet* 2006, 1343–1351
3. J.M. Holmes, E.L. Lazar, B.M. Melia, W.F. Astle, L.R. Dagi, S.P. Donahue i wsp. Effect of age on response to amblyopia treatment in children. *Archives of Ophthalmology* 2011, 1451–1457
4. J.S. Rahi, S. Logan, M. Cortina-Borja, C. Timms, I. Russel-Eggitt, D. Taylor. Prediction of improved vision in the amblyopic eye after visual loss in the non-amblyopic eye. *Lancet* 2002, 621–622
5. C.E. Stewart, D.A. Stephens, A.R. Fielder, M.J. Moseley, R. Cooperative. Objectively monitored patching regimens for treatment of amblyopia: Randomised trial. *BMJ* 2007
6. J.M. Holmes, R.W. Beck, R.T. Kraker, W.F. Astle, E.E. Birch, S.R. Cole i wsp. (Pediatric Eye Disease Investigator Group). Risk of amblyopia recurrence after cessation of treatment. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2004, 420–428
7. A.J.E. Foss. Use of video games for the treatment of amblyopia. *Current Opinion in Ophthalmology* 2017, 276–281
8. D.M. Levi, R.W. Li. Perceptual Learning as a potential treatment for amblyopia: a mini-review. *Vision Research* 2009, 2535–2549
9. R.W. Li, Ch. Ngo, J. Nguyen, D.M. Levi. Video-Game Play Induces Plasticity in the Visual System of Adults with Amblyopia. *PLOS Biology* 2011
10. Ch. Gambacorta, M. Nahum, I. Vedamurthy, J. Bayliss, J. Jordan, D. Bavelier, D.M. Levi. An action video game for the treatment of amblyopia in children: A feasibility study. *Vision Research* 2018, 1–14
11. S.T. Jeon, D. Maurer, T.L. Lewis. The effect of video game training on the vision of adults with bilateral deprivation amblyopia. *Seeing Perceiving* 2012, 493–520
12. M.K. Sorenson, M.H. Han. The Role Of Suppression in Amblyopia: A literature review. *Vision Development & Rehabilitation* 2016, 55–68
13. E.E. Blich, S.L. Li, R.M. Jost, S.E. Morale, A. De La Cruz, D. Stager Jr i wsp. Binocular iPad treatment for amblyopia in preschool children. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2015, 6–11
14. J.M. Holmes, V.M. Manh, E.L. Lazar, R.W. Beck, E.E. Birch, R.T. Kraker, E.R. Crouch i wsp. (Pediatric Eye Disease Investigator Group). Effect of a Binocular iPad Game vs Part-time Patching in Children Aged 5 to 12 Years With Amblyopia: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmology* 2016, 1391–1400
15. T.Y. Gao, C.X. Guo, R.J. Babu, J.M. Black, W.R. Bobier, A. Chakraborty i wsp. (BRAVO Study). Effectiveness of a Binocular Video Games vs Placebo Video Games for improving visual functions in older children, teenager, and adults with amblyopia. A randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmology* 2018, 172–181
16. K.R. Kelly, R.M. Jost, L. Dao, C.L. Beauchamp, J.N. Leffler, E.E. Birch. Binocular iPad Game vs Patching for Treatment of Amblyopia in Children. A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmology* 2016, 1402–1408
17. P.E. Waddingham, T.K.H. Butler, S. Cobb, A.D.R. Moody, I.F. Comaish, S.M. Haworth i wsp. Preliminary results from the use of novel Interactive Binocular Treatment (I-BiT™) system, in the treatment of strabismic and anisometropic amblyopia. *Eye* 2006, 375–378
18. N. Herbyson, S. Cobb, R. Gregson, I. Ash, R. Eastgate, J. Purdy i wsp. Interactive binocular treatment (I-BiT) for amblyopia: result of a pilot study of 3D shutter glasses system. *Eye* 2013, 1077–1083
19. N. Herbyson, D. MacKeith, A. Vivian, J. Purdy, A. Fakis, I.M. Ash i wsp. Randomised controlled trial of video clips and interactive games to improve vision in children with amblyopia using the I-BiT system. *The British Journal of Ophthalmology* 2016, 1511–1516
20. P. Žiak, A. Holm, J. Halička, P. Mojžiš, D. Piňero. Amblyopia treatment of adults with dichoptic training using the virtual reality Oculus Rift head mounted display: preliminary results. *BCM Ophthalmology* 2017
21. J.M. Black, R.F. Hess, J.R. Cooperstock, L. To, B. Thompson. The measurement and treatment of suppression in amblyopia. *Journal of Visualized Experiments* 2012

Dział „Optyka – nauka”: zapraszamy do współpracy!

Redakcja „Optyki”, realizując postulaty środowisk akademickich oraz organizacji reprezentujących środowiska optyków i optometrystów (KRIO, PTOO, ŚKA00i0), prowadzi dział „Optyka – nauka”. Przedsięwzięcie to ma na celu umożliwienie publikacji oryginalnych wyników badań naukowych przede wszystkim studentom, doktorantom oraz młodym pracownikom nauki. „Optyka” znalazła się na liście punktowanych czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. **Za publikację w naszym czasopiśmie przyznawane są 2 punkty naukowe!** Nad merytorycznym poziomem nadsyłanych do druku prac czuwa Rada Naukowa dodatku „Optyka – nauka” w składzie:

Prof. dr hab. **RYSZARD NASKRĘCKI** (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu)

Dr hab. inż. **D. ROBERT ISKANDER** (Politechnika Wrocławska)

Prof. dr hab. **HENRYK KASPRZAK** (Politechnika Wrocławska)

Prof. dr hab. **ANDRZEJ KOWALCZYK** (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu)

Dr hab. **MAREK KOWALCZYK-HERNÁNDEZ** (Uniwersytet Warszawski)

Prof. dr hab. **BOGDAN MIŚKOWIAK** (Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu)

Rada korzysta także z pomocy zewnętrznych recenzentów.

Wszelkie informacje na temat wymogów przygotowywania manuskryptów znajdują się na naszej stronie internetowej: www.gazeta-optyka.pl.