

Ocena zastosowania wirtualnej rzeczywistości jako metody fizjoterapii w uszkodzeniu obwodowym narządu przedsionkowego

Evaluation of Virtual Reality training in the treatment of peripheral vestibular system impairment

MAGDALENA JÓZEFOWICZ-KORCZYŃSKA^{1/}, JAROSŁAW WALAK^{2/}, MARCIN SZCZEPANIK^{2/},
WERONIKA LUKAS GRZELCZYK^{1/}, OSKAR ROSIAK^{3/}

^{1/} Zakład Układu Równowagi, I Katedra Otolaryngologii UM w Łodzi

^{2/} Zakład Rehabilitacji USK nr 1 im N. Barlickiego w Łodzi

^{3/} Studenckie Koło Naukowe UM w Łodzi

Wprowadzenie. Urządzenia wykorzystujące wirtualną rzeczywistość (WR) generują obrazy i zdarzenia, do których dostosowuje się użytkownik dzięki ruchom ciała.

Cel pracy. Ocena skuteczności treningu opartego na WR i konwencjonalnego treningu na platformie posturograficznej u pacjentów z zawrotami głowy i zaburzeniami równowagi.

Materiał i metody. Randomizowane badania przeprowadzono u 40 osób z uszkodzeniem błędnika. U 20 pacjentów przeprowadzono trening na platformie posturograficznej, a u 20 – z wykorzystaniem WR. Pacjentów oceniano: w dniu włączenia do badań i po 2 tygodniach terapii. Porównano pomiędzy grupami wyniki ankiety skali zawrotów głowy i wizualnej skali analogowej nasilenia zawrotów oraz pomiarów stabilności postawy na posturografie.

Wyniki. W obu grupach nastąpiło zmniejszenie intensywności zawrotów głowy w ocenie subiektywnej po treningu. Pole powierzchni rozwiniętej oraz długość wychylenia środka ciężkości stabilogramu w różnych wariantach pobudzeń uległy zmniejszeniu w obu metodach po treningu. Jedynie w badaniu przy oczach zamkniętych stwierdzono istotnie większe zmiany parametrów po treningu posturograficznym w porównaniu z treningiem WR.

Wnioski. WR jest skuteczną metodą terapii zaburzeń równowagi pacjentów z dysfunkcją błędnika, choć nie wykazano jej przewagi nad treningiem na posturografie.

Słowa kluczowe: wirtualna rzeczywistość, fizjoterapia, zawroty głowy, uszkodzenie obwodowe błędnika

Introduction. Virtual reality (VR) systems generate interactive scenarios and situations making the patients respond with body movement.

Aim. The aim of the study was to compare the effectiveness of VR conventional posturographic training in patients with vertigo and balance disorders.

Materials and Methods. Forty patients with vertigo and balance disorders were enrolled into the study. Vestibular dysfunction was confirmed in videnystagmography. Twenty patients received posturography biofeedback training on the platform, and 20 patients underwent VR-based training. Patients were assessed twice, at baseline and after 2 weeks of therapy. We compared the results of Vertigo Syndrom Scale, Vertigo Visual Analog Scale and posturographic parameters between groups.

Results. Subjective self-perceived assessment in both groups demonstrated decrease in the intensity of vertigo after training. Posturographic parameters improved in both groups after therapy, although the decrease was not statistically significant, except for a significant difference in the results of the tasks performed with the eyes closed in the posturography vs. VR training.

Conclusions. VR training is an effective and feasible method of treatment for patients with peripheral vestibular impairment, although it has not been shown to be superior to conventional posturography training.

Key words: virtual reality, vertigo, peripheral vestibular impairment

WSTĘP

Wirtualna rzeczywistość (WR) to tworzenie obrazów sztucznej rzeczywistości poprzez komputerowe kreowanie elementów świata realnego lub fikcyjnego przy wykorzystaniu technologii informatycznej, jak to ma miejsce w grach komputerowych. Urządzenia wykorzystujące WR generują poprzez różne oprogramowania obrazy, zdarzenia i umożliwiają interakcję z symulowanym otoczeniem, do których użytkownik dostosowuje się dzięki ruchom ciała. Obecnie tworzone komputerowo wizje przedmiotów, przestrzeni i zdarzeń uzupełniane są wielokanałowym dźwiękiem, poczuciem przyspieszenia, przeniesieniem ruchów, interakcją ze światem. Istnieje kilka systemów, które cały czas ulegają modernizacji oraz miniaturyzacji; są dokładniejsze, zdolne do generowania bardziej „rzeczywistych” obrazów. WR początkowo znalazła zastosowanie jako domowa rozrywka. Wraz ze spadkiem kosztów produkcji zauważono potencjalne korzyści wynikające z zastosowania tej technologii w różnych dziedzinach nauki. WR wykorzystywana jest do rekonstrukcji historycznych budynków i przestrzeni, w architekturze i projektowaniu wnętrz. W edukacji WR stosowana jest w nauczaniu studentów medycyny między innymi: anatomii, postępowania w pierwszej pomocy, wkluc dożylnych oraz podnoszeniu kwalifikacji lekarzy w wykonywaniu operacji, głównie endoskopowych [1,2]. W psychiatrii i psychologii może być elementem terapii fobii, lęku i niepokoju [3], w schizofrenii – ćwiczeń zapamiętywania, rozpoznawania osób, oceny różnych, niespodziewanych sytuacji [4], W rehabilitacji WR stosowana jest głównie u pacjentów po urazach ortopedycznych, amputacjach, u osób z obecnością przykurczów, po udarach [5-9], w obwodowej neuropatii cukrzycowej [10], w zaburzeniach równowagi u osób starszych [11], w chorobie Ménière’a [12] oraz u dzieci z porażeniem mózgowym [13].

Obwodowe uszkodzenie układu przedsionkowego jest powodem zawrotów głowy, nudności, wymiotów, zaburzeń równowagi i niestabilności chodu. Dolegliwości te budzą niepokój chorego, powodują lęk i są przyczyną obniżenia jakości życia oraz absencji w pracy. W leczeniu obok farmakoterapii, bardzo skuteczna jest fizjoterapia, której celem jest pobudzenie mechanizmów wyrównawczych w centralnej części układu nerwowego [14-18]. Najczęściej stosowane są treningi habituacyjne, polegające na powtarzaniu ruchów prowokujących dolegliwości w różnych wariantach ułożenia głowy i ciała ze stabilizacją spojrzenia. Jest to metoda bezpieczna, skuteczna i nieinwazyjna. Początkowo ćwiczenia wykonuje się na siedząco, a następnie w ruchu po to, by poprawić wydolność motorycz-

ną i zdolność do interakcji ze zmieniającymi się warunkami otoczenia. Wprowadzane są również, na określonym etapie terapii, ćwiczenia stymulujące konflikt wielosensoryczny, tj. ruchome podłoże i otoczenie. Coraz częściej wykorzystywane są w tym celu techniki rzeczywistości wirtualnej (WR) [19,20]. Przydatność fizjoterapii i tworzenie nowych programów terapeutycznych, których celem jest przyspieszenie kompensacji ośrodkowej, wymaga opracowania, udokumentowania i potwierdzenia w badaniach obiektywnych u pacjentów. Zastosowanie technik WR ma dużą wartość aplikacyjną. W dostępnym piśmiennictwie polskim nie ma prac omawiających ten problem u pacjentów z obwodowym uszkodzeniem układu przedsionkowego, a w światowym znaleziono tylko pojedyncze opracowania [21].

Celem pracy była ocena skuteczności dwóch sposobów fizjoterapii: treningu z zastosowaniem wirtualnej rzeczywistości oraz ćwiczeń na platformie posturograficznej u pacjentów z zawrotami głowy i zaburzeniami równowagi wywołanymi obwodowym uszkodzeniem układu przedsionkowego potwierdzonym w badaniu wideonystagmograficznym.

MATERIAŁ I METODY

Prospektywnym, randomizowanym badaniem poddano 40 pacjentów z zawrotami głowy i zaburzeniami równowagi diagnozowanych w Zakładzie Układu Równowagi, I Katedry Otolaryngologii UM w Łodzi. W omawianej grupie było 25 kobiet i 15 mężczyzn w wieku $46,4 \pm 14,2$ lat. U wszystkich chorych przeprowadzono badanie otoneurologiczne.

Kryterium włączenia były nieukładowe zawroty głowy i niepewność chodu u pacjentów z rozpoznaniem obwodowym uszkodzeniem układu przedsionkowego, potwierdzonym badaniem videonystagmograficznym (Ulmer VNG, wersja 5.5 SYNOPSIS, Marseille, France). U wszystkich stwierdzono brak samoistnej dynamicznej kompensacji po 3 miesiącach od uszkodzenia błędnika. Fizjoterapia polegała na systematycznym ekspozowaniu pacjenta na konflikty sensoryczne, zmierzającym do poprawienia relacji między narządami wzroku, przedsionkowym i proprioceptorami, dla lepszego koordynowania równowagi i zmniejszenia dolegliwości. Zastosowano komputerowy trening motoryki i stabilizacji spojrzenia na platformie posturograficznej oraz trening balansowania ciałem z wykorzystaniem gry WR. Trening WR miał na celu poprawienie zdolności szybszej weryfikacji istotnych informacji nadchodzących ze zmieniającego się środowiska zewnętrznego. Obie metody bazowały na zjawisku biologicznego sprzężenia zwrotnego.

Kryterium wyłączenia był: stan zdrowia uniemożliwiający prowadzenie ćwiczeń, przebyta operacja w obrębie narządu ruchu, brak zgody lub możliwości na uczestnictwo w pełnym cyklu proponowanego leczenia. Na przeprowadzone badanie uzyskano zgodę Komisji Bioetyki przy Uniwersytecie Medycznym w Łodzi (nr RNN/40/14/KE).

Grupę pierwszą stanowiło 20 chorych, w tym 13 kobiet i 7 mężczyzn, w wieku od 27 do 73 lat (średnia wieku $47,9 \pm 16,8$ lat), którzy trenowali z wykorzystaniem WR (Microsoft Xbox360 Kinect Adventures – Rwaca Rzeka). Płynąc na tratwie rwącą rzeką chorzy musieli dostosowywać położenie ciała do sytuacji tak, aby jak najzwinniej pokonywać napotkane przeszkody i zdobyć jak największą ilość punktów reprezentowanych jako unoszące się nad wodą monety. Urządzenie to jest dodatkiem do domowej konsoli do gier wideo Microsoft XBox360. Kinect to dwie kamery i promiennik podczerwieni w jednym urządzeniu, które należy umieścić nad ekranem. Jedna z kamer służy do rejestracji obrazu pomieszczenia, sylwetki użytkownika oraz rozpoznawania twarzy; druga kamera działająca w spektrum podczerwonym i odczytuje położenie „chmury” punktów emitowanych przez promiennik podczerwieni. Pozwala to uzyskać informację o głębi obrazu, gestykulacji i ruchach wykonywanych przez użytkownika w odległości do 6-5 m od sensora. Rejestrowane ruchy odwzorowywane są przez postać użytkownika w grze (ryc. 1).

Grupę drugą stanowiło 20 chorych, w tym 12 kobiet i 8 mężczyzn w wieku od 19 do 62 lat (średnia wieku $45,8 \pm 13,5$ lat), którzy trenowali na platformie posturograficznej ze stymulacją układu równowagi (platforma Euroclinic SSS ED 8000 z oprogramowaniem komputerowym).

Wszyscy chorzy zostali poinformowani o celu fizjoterapii i mechanizmach wyrównawczych wyzwalanych tą terapią. U pacjentów przeprowadzono dwie pięciodniowe serie ćwiczeń. Dla obu grup fizjoterapeuci przeprowadzili instruktaż poprawnego wykonywania ćwiczeń Cawthorna-Cookseya, które równocześnie pacjenci wykonywali samodzielnie w warunkach domowych, trzy razy dziennie po około 10 minut, w sumie około 30 minut. Dla celów obecnej pracy pacjenci oceniani byli dwukrotnie: w dniu włączenia do badań i po 2 tygodniach terapii.

Pacjenci wypełniali ankietę skali zawrotów głowy (ang. *Vertigo Syndrom Scale*, VSS), wzorowaną na skali opracowanej przez Yardley w 1992 r. [22], która obejmuje 15 pytań dotyczących sfery odczuć fizycznych i emocjonalnych. Chorzy odpowiadają klasyfikując intensywność dolegliwości w punktach od 0 (to znaczy – nigdy), do 4 (czyli bardzo często tj.



Ryc. 1. Pacjentka stoi przed ekranem, na którym znajduje się jej postać płynąca rzeką. Aby ominąć pojawiające się przeszkody balansuje ciałem co przekłada się na ruch pontonu

większość dni). Wynik końcowy skali stanowi suma punktów. Ponadto, chorzy oceniali subiektywnie nasilenie zawrotów głowy przy pomocy wizualnej skali analogowej (ang. *Visual Analog Scale*, VAS), gdzie 0 oznacza brak, a 10 – najsilniejsze natężenie objawów.

Obiektywna ocena układu równowagi została przeprowadzona na podstawie czterech testów rejestrujących wychylenia ciała na platformie posturograficznej: przy oczach otwartych i zamkniętych, na obu nogach oraz na jednej nodze lewej i prawej przy oczach otwartych. Do analizy wyników w obecnej pracy wybrano dwa parametry: długość całkowita stabilogramu [mm] oraz pole powierzchni rozwiniętej stabilogramu [mm²]. Długość całkowita stabilogramu to wartość bezwzględna drogi jaką przebywa środek nacisku stóp na podłoże (ang. *Centre of foot pressure*, COP) w czasie 30 sekund. Pole powierzchni rozwiniętej stabilogramu obliczane jest jako powierzchnia wieloboku określonego przez COP na płaszczyźnie.

Analizę statystyczną wykonano programem STATISTICA 10.0. Obliczono wartości średnie, wraz z odchyleniami standardowymi oraz mediany. Normalność rozkładu sprawdzono testem Kołmogorowa-Smirnoffa oraz testem Shapiro-Wilka. Porównania zmiennych niezależnych, których rozkłady nie różniły się w sposób istotny od rozkładu normalnego przy przyjętym poziomie istotności $\alpha=0,05$, wykonano testem t Studenta dla prób niezależnych, a w przypadku odrzucenia hipotezy o normalności rozkładów lub parametrów w skali rangowej stosowano test U Manna Whitney’a. Dla parametrów wyrażonych w skali nominalnej zbadano strukturę i częstości występowania danych klas.

WYNIKI

U pacjentów obu grup, tj. biorących udział w fizjoterapii z zastosowaniem WR i trenujących na posturografie, w subiektywnej ocenie dolegliwości z zastosowaniem ankiety skali zawrotów głowy, zarówno w podskali dotyczącej odczuć fizycznych jak i emocjonalnych, stwierdzono poprawę tj. spadek średniej ilości punktów po terapii, różnice te nie były jednak istotne statystycznie (tab. I).

W wizualnej skali analogowej oceniającej intensywność zawrotów głowy w obu grupach pacjentów stwierdzono spadek punktacji i redukcję dolegliwości po terapii, różnice te były statystycznie istotne ($p < 0,01$) (tab. II).

W obiektywnej ocenie stabilności postawy po przeprowadzeniu obu metod treningu stwierdzono zmniejszenie zarówno pola powierzchni rozwiniętej stabilogramu jak i długości całkowitej stabilogramu. Jedynie w badaniu przy oczach zamkniętych stwierdzono statystycznie istotne zmniejszenie wartości niemal wszystkich parametrów w obu grupach pacjentów (tab. III).

Porównując obie metody fizjoterapii po zakończeniu treningów porównano zmiany długości całkowitej stabilogramu (tab. IV) i pola powierzchni rozwiniętej stabilogramu (tab. V). Stwierdzono sta-

Tabela I. Wyniki oceny ankiety skali zawrotów głowy (w punktach) dla odczuć fizycznych i emocjonalnych, przed i po fizjoterapii, z zastosowaniem technik wirtualnej rzeczywistości oraz treningu na posturografie u pacjentów z obwodowym uszkodzeniem układu przedsionkowego

| Skala zawrotów głowy – odczucia fizyczne (w punktach) | | | | |
|---|-----------------|---------------|------------|----|
| Trening | Liczba badanych | Przed terapią | Po terapii | p |
| Posturografia | 20 | 17,3±2,2 | 14,9±2,1 | ns |
| WR | 20 | 16,1±1,9 | 15,2±2,0 | ns |

| Skala zawrotów głowy – odczucia emocjonalne (w punktach) | | | | |
|--|-----------------|---------------|------------|----|
| Trening | Liczba badanych | Przed terapią | Po terapii | p |
| Posturograf | 20 | 13,1±1,7 | 11,2±2,2 | ns |
| WR | 20 | 12,6±1,4 | 11,7±1,8 | ns |

Objaśnienia: WR – Wirtualna Rzeczywistość, p – poziom istotności, ns – różnice nieistotne statystycznie

Tabela II. Wyniki wizualnej oceny nasilenia zawrotów głowy (w punktach), przed i po fizjoterapii z zastosowaniem technik wirtualnej rzeczywistości oraz treningu na posturografie u pacjentów z obwodowym uszkodzeniem układu przedsionkowego

| Wizualna skala analogowa (punkty 0-10) | | | | |
|--|-----------------|---------------|------------|------------|
| Trening | Liczba badanych | Przed terapią | Po terapii | p |
| Posturografia | 20 | 6,2±1,4 | 4,2±1,8 | $p < 0,01$ |
| WR | 20 | 5,8±1,7 | 4,6±1,5 | $p < 0,01$ |

Objaśnienia: WR – Wirtualna Rzeczywistość, p – poziom istotności

tystycznie istotnie większe zmiany tych parametrów przy oczach zamkniętych po treningu posturograficznym w porównaniu z treningiem WR.

Tabela III. Charakterystyka parametrów: pola powierzchni rozwiniętej [mm²] i całkowitej długości stabilogramu [mm], przed i po fizjoterapii z zastosowaniem technik wirtualnej rzeczywistości i treningu na posturografie u pacjentów z obwodowym uszkodzeniem układu przedsionkowego

| Oczy otwarte | | | | |
|---------------------------------------|----------|---------------|---------------|----------|
| Trening | Parametr | Przed terapią | Po terapii | p |
| WR | Pole | 448,1±427,0 | 423,3±332,8 | ns |
| | Długość | 267,4±190,7 | 235,2±134,0 | ns |
| Posturografia | Pole | 595,7±345,2 | 525,4±226,9 | ns |
| | Długość | 450,5±133,3 | 403,7±132,5 | ns |
| Oczy zamknięte | | | | |
| Trening | Parametr | Przed terapią | Po terapii | p |
| WR | Pole | 570,3±299,5 | 492,6±291,4 | ns |
| | Długość | 401,6±217,2 | 355,7±204,1 | $< 0,05$ |
| Posturografia | Pole | 1251,0±620,1 | 890,8±347,6 | $< 0,05$ |
| | Długość | 870,2±377,9 | 738,9±323,3 | $< 0,05$ |
| Oczy otwarte – stanie na prawej nodze | | | | |
| Trening | Parametr | Przed terapią | Po terapii | p |
| WR | Pole | 1420,6±1851,4 | 1064,5±851,7 | ns |
| | Długość | 678,9±283,3 | 705,5±366,0 | ns |
| Posturografia | Pole | 2031,3±2129,2 | 1300,8±2233,2 | ns |
| | Długość | 859,4±489,5 | 727,2±502,4 | ns |
| Oczy otwarte – stanie na lewej nodze | | | | |
| Trening | Parametr | Przed terapią | Po terapii | p |
| WR | Pole | 2302,4±2605,7 | 1818,2±2166,6 | $< 0,05$ |
| | Długość | 965,1±609,8 | 823,6±598,8 | ns |
| Posturografia | Pole | 1997,5±1874,8 | 1341,8±1073,1 | ns |
| | Długość | 826,4±428,9 | 692,0±303,9 | ns |

Objaśnienia: WR – Wirtualna Rzeczywistość, Pole – pole powierzchni rozwiniętej stabilogramu, Długość – długość całkowita stabilogramu, p – poziom istotności, ns – różnice nieistotne statystycznie

Tabela IV. Porównanie zmian długości całkowitej stabilogramu po fizjoterapii między techniką z zastosowaniem wirtualnej rzeczywistości a treningiem na posturografie u pacjentów z obwodowym uszkodzeniem układu przedsionkowego

| Test | Zmiana długości całkowitej (mm ± średnia) | | p |
|--------------------------------------|---|---------------|-------------|
| | WR | Posturografia | |
| Oczy otwarte | 32,2±74 | 46,8±132,5 | ns |
| Oczy zamknięte | 45,9±86,3 | 131,2±209,3 | $p = 0,041$ |
| Oczy otwarte, stanie na prawej nodze | 126,6±217,1 | 132,2±311,7 | ns |
| Oczy otwarte, stanie na lewej nodze | 141,5±297,7 | 134,4±353,0 | ns |

Objaśnienia: WR – Wirtualna Rzeczywistość, p – poziom istotności, ns – różnice nieistotne statystycznie

Tabela V. Porównanie zmian pola powierzchni rozwiniętej stabilogramu po fizjoterapii między techniką z zastosowaniem wirtualnej rzeczywistości (WR) a treningiem na posturografie u pacjentów z obwodowym uszkodzeniem układu przedsionkowego

| Test | Zmiana pola powierzchni rozwiniętej (mm ² ± średnia) | | P |
|-------------------------------------|---|---------------|---------|
| | WR | Posturografia | |
| Oczy otwarte | 24,8±131,9 | 70,3±370,1 | ns |
| Oczy zamknięte | 77,7±273,0 | 360,2±495,0 | p=0,043 |
| Oczy otwarte stanie na prawej nodze | 356,0±1119,3 | 730,5±2636,6 | ns |
| Oczy otwarte stanie na lewej nodze | 484,2±915,7 | 655,7±1886,9 | ns |

Objaśnienia: WR – Wirtualna Rzeczywistość, p – poziom istotności, ns – różnice nieistotne statystycznie

DYSKUSJA

Testy samooceny pacjenta stanowią istotną część metodologii [23,24]. Topuz i wsp. badali efekty rehabilitacji stosując między innymi analogową skalę oceny zawrotów głowy u pacjentów z zawrotami i niestabilnością w przewlekłym uszkodzeniu błędnika [23]. W naszych badaniach, u pacjentów z zawrotami głowy i zaburzeniami równowagi wywołanymi obwodowym uszkodzeniem narządu przedsionkowego, leczonych treningiem z zastosowaniem wirtualnej rzeczywistości i na platformie posturograficznej nastąpiło zmniejszenie intensywności zawrotów głowy w ocenie subiektywnej chorych. Wyniki analogowej skali wizualnej nasilenia zawrotów głowy były statystycznie istotnie niższe w obu grupach po treningu, co świadczy o skuteczności leczenia oraz zredukowaniu nieprzyjemnych dolegliwości wywołanych przez chorobę. Mimo, że trening z WR był bardziej urozmaicony, subiektywna poprawa była większa u pacjentów ćwiczących na platformie być może dlatego, że chory w tej grupie mieli większe wyjściowe wartości punktowe w skalach subiektywnego nasilenia objawów tj. „gorsze wyniki” przed terapią. W obecnie zaprojektowanym badaniu pacjenci byli włączani do badań w sposób randomizowany. Przed terapią grupy różniły się zarówno w ocenie subiektywnej jak i obiektywnych pomiarach posturograficznych, dlatego porównywaliśmy stopień poprawy przed i po terapii w obu metodach.

Topuz i wsp., podobnie jak w naszej pracy, stwierdzili redukcję dolegliwości po zastosowanym treningu pod nadzorem fizjoterapeuty. Autorzy analizowali pacjentów z przewlekłym uszkodzeniem błędnika po przeszło 6 miesiącach od chwili wystąpienia uszkodzenia. Stwierdzili ponadto, że 10 nadzorowanych sesji treningowych wystarcza do uzyskania zadowalających efektów. Wzorcując się na tych wynikach podobny schemat wdrożliśmy w naszym badaniu.

Dla porównania metod analizowaliśmy zmiany wartości parametrów badania posturograficznego, które w obu grupach chorych uległy zmniejszeniu, co świadczy o poprawie stabilności postawy pacjentów po treningach. Pomiedzy omawianymi grupami nie było jednak różnic statystycznie istotnych w wynikach tych badań. Wyjątkiem były pomiary przy oczach zamkniętych, gdzie większą poprawę uzyskali pacjenci ćwiczący na platformie posturograficznej. Można to tłumaczyć tym, że osoby włączone do treningu na posturografie okazała się znacznie mniej stabilne, zarówno przy oczach otwartych jak i zamkniętych w badaniu wstępnym. Poprawa mogła też wynikać z tego, że trening na posturografie w większym stopniu angażuje bodźce wzrokowe i ten rodzaj terapii okazał się dla tych chorych dobrze dobrany.

W naszych badaniach nie stwierdziliśmy zdecydowanej przewagi jednej metody nad drugą, podobnie jak w pracy Meldrum i wsp. [21]. Autorzy porównali efekty konwencjonalnej rehabilitacji przedsionkowej prowadzonej u pacjentów z uszkodzeniem błędnika, ćwiczących na piankowej macie z treningiem wykorzystującym gry Nintendo Wii Fit Plus, które wypożyczano pacjentom do domu. Oceniali efekty terapii mierząc prędkość chodu trójwymiarowym zastawem analizy (3DGA, Vicon 250, Vicon Motion Systems Ltd.) w różnych wariantach, między innymi przy oczach otwartych i zamkniętych. Stwierdzili, że zastosowanie treningów z WR poza porównywalnymi z konwencjonalną rehabilitacją efektami terapii dostarcza dodatkowej rozrywki wzbogaconej o czuciowe doznania wynikające ze zmian otoczenia. Poza przytoczoną powyżej pracą w dostępnym piśmiennictwie światowym omawiane są głównie wyniki zastosowania techniki WR w udarach [5-9]. Laver i wsp. przedstawili analizę opartą na bazie Cochrane, dotyczącą 19 randomizowanych badań kontrolnych, w których wzięło udział 565 uczestników [8]. Stwierdzili, że u pacjentów po udarze WR jest bardziej efektywna niż konwencjonalna terapia w usprawnianiu funkcji kończyny górnej. Autorzy ci uważają, że WR jest obiecującą metodą, podkreślając jednak konieczność przeprowadzenia dalszych badań w tej dziedzinie.

U pacjentów z zaburzeniami równowagi wywołanymi dysfunkcją błędnika, oceniane są często wyniki rehabilitacji prowadzonej z zastosowaniem komputerowej posturografii dynamicznej [26] lub treningu optokinetycznego [25]. W 2004 r. bardzo ciekawą pracę przedstawili Pavlou i wsp., którzy zastosowali cztery rodzaje pobudzeń optokinetycznych (ang. *simulator-based rehabilitation*) w rehabilitacji pacjentów z zawrotami głowy o różnej etiologii [20]. Celem treningu była poprawa stabilności postawy

ciała w warunkach zmieniającego się, ruchomego otoczenia. Porównywali efekty leczenia pacjentów ćwiczących samodzielnie w domu (indywidualnie dobrany program) z grupą, która dodatkowo uczestniczyła w treningu optokinetycznym. Oceny efektów leczenia dokonywali, podobnie jak w naszej pracy, między innymi za pomocą skali zawrotów głowy (VSS), która w drugiej grupie wykazała znamienne poprawę wyników, ale dopiero po 14 godzinnych sesjach tj. po 8 tygodniach treningu.

W badaniach własnych ćwiczenia wykonywane na platformie posturograficznej postrzegane były przez niektórych pacjentów jako mało ciekawe, polegały bowiem na powtarzaniu tych samych, monotonicznych ruchów. Treningi z zastosowaniem WR i gier dają namiastkę przygody i mobilizują do osiągnięcia lepszych rezultatów. Zdecydowaliśmy się na wybór gry „Kinect Adventures – rwąca rzeka”, gdyż głównym zadaniem pacjenta jest w niej odpowiednie balansowanie ciałem w różnych płaszczyznach. Wygrane punkty umożliwiają śledzenie postępów, zarówno przez terapeutę, jak i samego pacjenta, co oczywiście mobilizuje do wysiłku i wzmacnia koncentrację. Zestawy Kinect stosowane były też w terapii usprawniającej u dzieci z porażeniem mózgowym i osób w wieku podeszłym [11,13]. U osób starszych wg Hsieh i wsp. [11] ćwiczenia poprawiały sprawność układu równowagi, wpływały na czas reakcji, szybkość i dokładność wykonywanych ćwiczeń. W pracy Luna-Oliva i wsp. [13] u dzieci z poraże-

niem mózgowym oceniano postępy w procesach motorycznych, prędkości chodu, biegu, sprawności palców oraz doskonaleniu umiejętności adaptacyjnych do zmieniających się warunków otoczenia. W obu cytowanych pracach ćwiczenia wykonywane były na stojąco.

Wyniki naszej analizy wskazują na to, że trening z zastosowaniem WR jest efektywną metodą terapii i może być brany pod uwagę przy planowaniu leczenia. Nie wykazano jego istotnej przewagi nad ćwiczeniami na platformie posturograficznej, jednak obie metody były skuteczne. Wstępne porównanie obu metod może posłużyć do planowania dalszej terapii. Pacjenci, którzy nie uzyskują zadawalającej poprawy (wartości zmian długości i/lub pola stabilogramu) trenując na platformie głównie zależności wzrokowe, powinni być wspomagani ćwiczeniami WR, które poprawiają zdolności motoryczne. Nasze obserwacje wymagają dalszych badań na większej grupie chorych oraz dłuższego czasu terapii. W ostatecznej ocenie należy wziąć pod uwagę również inne aspekty. Odpowiednie oprogramowanie do treningów WR można kupić w postaci gry komputerowej. Grę a jednocześnie ćwiczenia pacjent prowadzi sam w domu. W treningu z zastosowaniem WR udaje się połączyć rehabilitację z rozrywką, co przyczynia się do zwiększenia motywacji przy wykonywaniu ćwiczeń, jest to w istocie wysublimowaną formą wizualnego sprzężenia zwrotnego (ang. *visual feedback*).

Piśmiennictwo

1. Nagendran M, Gurusamy KS, Aggarwal R, Loizidou M, Davidson BR. Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 8: CD006575. Publikacja on-line
2. Arora A, Lau LYM, Awad Z, Darzi A, Singh A, Tolley N. Virtual reality simulation training in Otolaryngology. *Int J Surg* 2014; 12(2): 87-94.
3. Diemer J, Mühlberger A, Pauli P, Zwanzger P. Virtual reality exposure in anxiety disorders: Impact on psychophysiological reactivity. *World J Biol Psychiatry* 2014. Publikacja online
4. Moritz S, Voigt M, Köther U, Leighton L, Kjahili B, Babur Z i wsp. Can virtual reality reduce reality distortion? Impact of performance feedback on symptom change in schizophrenia patients. *J Behav Ther Exp Psychiatry* 2014; 45(2): 267-71.
5. Turolla A, Dam M, Ventura L, Tonin P, Agostini M, Zucconi C i wsp. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. *J Neuroeng Rehabil.* 2013; 10(1): 85.
6. Crosbie JH, Lennon S, McGoldrick MC, McNeill MD, McDonough SM. Virtual reality in the rehabilitation of the arm after hemiplegic stroke: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil.* 2012; 26(9): 798-806.
7. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D i wsp. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke* 2010; 41(7): 1477-84.
8. Laver K, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. *Cochrane review: virtual reality for stroke rehabilitation.* *Eur J Phys Rehabil Med.* 2012; 48(3): 523-30.
9. Lohse KR, Hilderman CGE, Cheung KL, Tatla S, Van der Loos MHF. Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. *PLoS ONE* 2014; 9:e93318. Publikacja online
10. Grewal GS, Sayeed R, Schwenk M, Bharara M, Menzies R, Talal TK i wsp. Balance rehabilitation: promoting the role of virtual reality in patients with diabetic peripheral neuropathy. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2013; 103(6): 498-507.
11. Hsieh W-M, Chen C-C, Wang S-C, Tan SY4, Hwang YS4, Chen SC i wsp. Virtual reality system based on Kinect for the elderly in fall prevention. *Technol Health Care* 2014; 22(1): 27-36.
12. Garcia AP, Ganança MM, Cusin FS, Tomaz A, Ganança FF, Caovilla HH. Vestibular rehabilitation with virtual reality in Ménière's disease. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2013; 79(3): 366-74.

13. Luna-Oliva L, Ortiz-Gutiérrez RM, Cano-de la Cuerda R, Piédrola RM, Alguacil-Diego IM, Sánchez-Camarero C i wsp. Kinect Xbox 360 as a therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment: a preliminary study. *NeuroRehabilitation* 2013; 33(4): 513-21.
14. Abatzides G, Kitsios A. The role of rehabilitation in the treatment of balances disorder. *J Back Musculoskelatel Rehabil* 1999; 12(2): 101-12.
15. Pośpiech L. Praktyczne podejście do rehabilitacji zawrotów głowy. *Solvay Pharma, biblioteczka Prospera Ménière'a Warszawa* 1997; 4: 1-65.
16. Józefowicz-Korczyńska M. Rehabilitacja zawrotów głowy i zaburzeń równowagi. *Otorynolaryngologia – przegląd kliniczny* 2010; 9(1): 7-12.
17. Szczepanik M, Walak J, Woszczak M, Józefowicz-Korczyńska M. Kinezyterapia u pacjentów w obwodowym uszkodzeniu narządu przedsionkowego. *Otolaryngol Pol* 2013; 67(5): 238-44.
18. Walak J, Szczepanik M, Woszczak M, Józefowicz-Korczyńska M. Wpływ zabiegów fizjoterapeutycznych na jakość życia pacjentów z zaburzeniami ośrodkowej części układu przedsionkowego. *Otolaryngol Pol* 2012; 67(1): 11-17.
19. Cohen H. Vestibular rehabilitation reduces functional disability. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992; 107(5): 638-43.
20. Pavlou M, Lingeswaran A, Davies R, Gresty MA, Bronstein AM. Simulator based rehabilitation in refractory dizziness. *J Neurol* 2004; 251(8): 983-95.
21. Meldrum D, Herdman S, Moloney R, Murray D, Duffy D, Malone K i wsp. Effectiveness of conventional versus virtual reality based vestibular rehabilitation in the treatment of dizziness, gait and balance impairment in adults with unilateral peripheral vestibular loss: a randomised controlled trial. *BMC Ear Nose Throat Disord* 2012; 12: 3.
22. Yardley L, Masson E, Verschuur C, Haacke N, Luxon L. Symptoms, anxiety and handicap in dizzy patients: Development of the vertigo symptoms scale. *J Psychosom Res* 1992; 36(8): 731-41.
23. Topuz O, Topuz B, Ardic FN, Sarhuş M, Ogmen G, Ardic F. Efficacy of vestibular rehabilitation on chronic unilateral vestibular dysfunction. *Clin Rehabil* 2004; 18(1): 76-83.
24. Eleftheriadou A, Skalidi N, Velegratis GA. Vestibular rehabilitation strategies and factors that affect the outcome. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2012; 269(11): 2309-16.
25. Rossi-Izquierdo M, Santos-Pérez S, Soto-Varela A. What is the most effective vestibular rehabilitation technique in patients with unilateral peripheral vestibular disorders? *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2011; 268(11): 1569-74.
26. Hahn A, Sejna I, Stolbova K, Cocek A. Visuo-vestibular biofeedback in patients with peripheral vestibular disorder. *Acta Otolaryngol Suppl* 2001; 545: 88-91.