

Katarzyna Skok

**TEORETYCZNE PODSTAWY WYKORZYSTYWANIA RZECZYWISTOŚCI
WIRTUALNEJ W TERAPIACH BEHAVIORALNYCH WYBRANYCH ZABURZEŃ
LĘKOWYCH
THEORETICAL BASIS OF VIRTUAL REALITY THERAPY FOR SOME ANXIETY
DISORDERS**

Zakład Psychologii Ogólnej i Klinicznej,
Wydział Pedagogiki i Psychologii, Uniwersytet w Białymstoku
p.o. Kierownika Zakładu dr Beata Mirucka

Streszczenie

Terapie behawioralne zaburzeń lękowych obejmują dwa podstawowe podejścia: stopniową desensytyzację oraz ekspozycję. W praktyce terapeutycznej coraz częściej spotyka się terapie wykorzystujące rzeczywistość wirtualną (VR, ang. virtual reality) opartą na paradygmacie ekspozycyjnym (VRET). Celem niniejszego artykułu jest pomijana w empirycznych publikacjach teoretyczna analiza mechanizmów odpowiedzialnych za skuteczność tego właśnie rodzaju terapii. W pracy omówione jest kluczowe z terapeutycznego punktu widzenia zagadnienie poczucia obecności w świecie wirtualnym. Dyskutowane są również zagadnienia odnoszące się do interaktywności środowiska wirtualnego, aktywności organizmu oraz neuroplastyczności umysłu, które przyczyniają się do wzrostu poziomu doświadczenia obecności. W podsumowaniu zawarta jest sugestia odnośnie kierunku przyszłych prac nad nowymi narzędziami terapeutycznymi opartymi na rzeczywistości wirtualnej.

Summary

There are two approaches to behavioural therapy for anxiety disorders and phobias: systematic desensitization and exposure. Virtual reality (VR) technology becomes more and more popular in therapeutic practice based on the exposure paradigm (VRET). This article analyzes mechanisms underlying the effectiveness of this approach, which is usually skipped in empirical publications. The problem of presence in virtual environment and how it effects the therapy is discussed in detail. Special attention is given to interactivity of virtual reality, organism's activity and brain neuroplasticity. Conclusions include some suggestions regarding future works in the area of virtual reality based therapeutic tools.

Słowa kluczowe: rzeczywistość wirtualna, terapia behawioralna, obecność, aktywność, neuroplastyczność umysłu, interaktywność środowiska, VRET

Key words: virtual reality therapy, behavioural therapy, presence, activity, brain neuroplasticity, interactive environment, VRET

Wprowadzenie

Zaburzenie lękowe jest zaburzeniem charakteryzującym się odczuwaniem przez pacjenta lęku, który jest nieproporcjonalny do rzeczywistego zagrożenia. Reakcja taka nie poddaje się kontroli i wydaje się irracjonalna, może też w sposób znaczący utrudniać funkcjonowanie w społeczeństwie. Typowym sposobem radzenia sobie z tym problemem jest unikanie lub ucieczka. Przykładowo, ktoś cierpiący na klaustrofobię będzie unikać małych zamkniętych pomieszczeń typu winda czy tunel, a ktoś, kto boi się pająków, będzie unikać sytuacji, w których mógłby się z pająkami zetknąć. Tego rodzaju mechanizm obronny można w sposób prosty opisać w kategoriach pawłowowskiego warunkowania klasycznego. Źródłem zaburzeń lękowych jest doświadczenie w przeszłości lęku w obecności obiektu pierwotnie neutralnego (zatrzaśnięcie w windzie, pogryzienie przez psa, przebywanie na terenach, na których trwa wojna itp). Doświadczenie tego rodzaju (skojarzenie bodziec bezwarunkowy - reakcja bezwarunkowa) jest podstawą do wytworzenia skojarzenia warunkowego: obiekty podobne do tych, które wywołały pierwotnie reakcje bezwarunkowe, teraz

wywołują reakcje jakościowo podobne. Jednostka boi się już nie tylko tamtego pająka, którym była wtedy straszona, ale również innych pajaków, włączając w to pajaki na filmach czy zdjęciach (reakcja warunkowa).

Fobie mogą w sposób istotny ograniczać funkcjonowanie, ponieważ typowym sposobem radzenia sobie z nimi jest unikanie sytuacji lękowych (np. lęk przed lataniem samolotami prowadzący do unikania tego typu środków transportu może stanowić poważną przeszkodę w pracy). Jeżeli jednostka unika konfrontacji, to nie ma możliwości wygaszenia nieadaptacyjnej reakcji. Unika doświadczenia, że przykładowo ten konkretny pies nie zaatakuje człowieka, a tamten samolot nie ulegnie wypadkowi. Sposobem radzenia sobie z fobią jest także ucieczka. Jeżeli jednostka przypadkowo konfrontowana jest z obiektem fobii (np. pajakiem lub psem), to typową reakcją w takiej sytuacji jest ucieczka. Wygaszenie reakcji fobicznej nie jest procesem natychmiastowym, a zatem szybka ucieczka z zagrażającej sytuacji uniemożliwia wygaszenie.

Celem terapii behawioralnej jest wygaszenie lęku fobicznego, nieadekwatnej reakcji emocjonalnej w stosunku do neutralnego pierwotnie bodźca. W tym celu wykorzystywane są dwie podstawowe procedury - systematyczna desensytyzacja oraz ekspozycja (testowanie rzeczywistości)[1]. Pierwsza z nich opiera się na mechanizmie uniemożliwiającym jednoczesne doświadczenie reakcji wykluczających się - lęku i odprężenia. Druga z kolei na bezpośredniej lub wyobraźniowej konfrontacji z zagrażającym bodźcem. Celem tej procedury jest skłonienie pacjenta do powstrzymania się od typowej dla niego reakcji w sytuacji zagrożenia – reakcji ucieczki. Badania na szczurach pokazały, że kiedy jednostka nie jest w stanie uciec z sytuacji, której towarzyszy warunkowa reakcja lękowa, dochodzi do stopniowego zmniejszania poziomu lęku (wygaszania). Podobne były wyniki badań zastosowania tej metody na ludziach [1].

Dynamiczny rozwój technologii umożliwił w ciągu ostatnich kilkunastu lat wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej jako środowiska ekspozycji [2-4]. Ekspozycja na zagrażające bodźce w rzeczywistości wirtualnej wydaje się być atrakcyjna pod względem terapeutycznym z tego powodu, że pozwala na wyizolowanie aspektów środowiska związanych z poczuciem zagrożenia (np. zamknięcie w windzie, spacerowanie po moście nad przepaścią). Pacjent może być konfrontowany z bodźcami odpowiedzialnymi za wywołanie reakcji warunkowej, niemożliwe jest natomiast pojawienie się w takiej sytuacji reakcji bezwarunkowej będącej przyczyną fobii, czego pacjent ma pełną świadomość. Przykładowo, przy faktycznej terapeutycznej konfrontacji ze szczurem dziecka cierpiącego na rodentofobię, obok warunkowej reakcji lękowej („boję się tego szczura”) może pojawić się przekonanie, że szczur „może mnie ugryźć”, które będzie dodatkowo wzmacniać tę reakcję lękową i czynić terapię ekspozycyjną trudniejszą do zaakceptowania. W środowisku wirtualnym tego rodzaju przekonania nie mają racji bytu, ponieważ pacjent jest fizycznie oddzielony od zagrażającego bodźca.

Skuteczna terapia ekspozycyjna to taka, w której mamy do czynienia z wysokim poziomem realizmu doświadczenia emocji [5, 6], co wcale nie musi wiązać się z bezpośrednim fizycznym poczuciem zagrożenia. Rzeczywistość wirtualna jest postrzegana jako jednocześnie rzeczywista i nierzeczywista. Rzeczywista, ponieważ relacje pomiędzy obiektami czy możliwością i stopień interakcji w tym świecie wydają się bardzo podobne do tego, czego doświadczą się w prawdziwym życiu. Nierzeczywista, ponieważ wiadomo, że świat wirtualny jest jedynie substytutem prawdziwego, jest konstruktem, daje jedynie poczucie „jak gdyby”.

Wysoki poziom realizmu doświadczenia emocji możliwy jest dzięki temu, że doświadczenie rzeczywistości wirtualnej ma charakter interaktywny. Pacjent może samodzielnie „przetestować rzeczywistość”, sprawdzić zależności funkcjonujące w ramach tej rzeczywistości bądź też poddać ją próbie kontroli. Zagadnienia te zostaną dokładniej przedyskutowane w kolejnych podrozdziałach. Celem pracy jest przedstawienie mechanizmów, które umożliwiają skuteczne wykorzystanie środowiska wirtualnego w terapii niektórych zaburzeń lękowych takich jak zespół stresu pourazowego czy fobie specyficzne. Praca ma charakter teoretyczny, jednak przedstawione w dalszej części teorii i efekty nie są dyskutowane jako takie, ale interpretowane w kontekście

rzeczywistości wirtualnej i jej zastosowania terapeutycznego. W literaturze przedmiotu istnieje szereg publikacji opisujących specyficzne terapeutyczne zastosowania rzeczywistości wirtualnej czy też samą technikę [2-4, 7], jednakże brak publikacji wskazujących, dlaczego środowisko wirtualne może być skutecznym polem walki z zaburzeniami lękowymi. Celem tej pracy jest wypełnienie wspomnianej luki – wskazanie mechanizmów odpowiedzialnych za skuteczność tego rodzaju terapii. Ze względu na ograniczenia związane z objętością artykułu, opis konkretnych zastosowań rzeczywistości wirtualnej w terapii traktowany jest skrótowo, a nacisk położony jest na tło teoretyczne. Zamiast przedstawienia teorii innych autorów w części teoretycznej i późniejszej z nimi dyskusji, mechanizmy opisane w teoriach innych autorów odnoszone są na bieżąco – w ramach danego podrozdziału - do zastosowań terapeutycznych.

Kolejne podrozdziały omawiają następujące zagadnienia:

- opis metody terapeutycznej wykorzystującej rzeczywistość wirtualną
- adaptacja w rzeczywistości wirtualnej – wskazanie analogii pomiędzy terapiami klasycznymi i tymi, które wykorzystują rzeczywistość wirtualną
- doświadczenie obecności w świecie wirtualnym i kluczowa rola interaktywności środowiska w wytworzeniu tego doświadczenia – doświadczenie obecności w świecie wirtualnym wydaje się być podstawą skuteczności terapii wykorzystującej rzeczywistość wirtualną
- aktywność organizmu jako podstawa kreowania obrazu świata – aktywność w świecie wirtualnym (możliwość manipulacji otoczeniem i zdolność jego modyfikowania) umożliwia doświadczenie obecności w świecie wirtualnym nawet wtedy, gdy realizm odwzorowania świata pozostawia wiele do życzenia (co jest niezwykle istotne w przypadku wykorzystania mniej zaawansowanych technologicznie narzędzi)
- neuroplastyczność umysłu jako gwarancja konstrukcji obrazu środowiska na podstawie niepełnych lub sprzecznych danych zmysłowych – rzeczywistość wirtualna nie musi w sposób hiperrealistyczny i multimodalny odwzorowywać świata: terapia wykorzystująca rzeczywistość wirtualną może być skuteczna, ponieważ umysł człowieka jest w stanie rekonstruować obraz świata na podstawie fragmentarycznych danych zmysłowych, które są dostępne podczas terapii wirtualnej

Na czym polega terapia wykorzystująca rzeczywistość wirtualną?

Terapia wykorzystująca rzeczywistość wirtualną opiera się na ekspozycji bodźców wirtualnych (generowanych przez komputer) adekwatnie w stosunku do zaburzeń lękowych, na które cierpi pacjent. Podczas terapii pacjent jest w maksymalnym stopniu „odcinany” od fizycznego otoczenia, które zastępowane jest otoczeniem wirtualnym. Istnieją dwa podstawowe sposoby uzyskania doświadczenia obecności (immersji) w fikcyjnym, wygenerowanym przez komputer świecie. Po pierwsze, zastosowanie specjalnego kasku (ang. *head-mounted display*, HMD) obejmującego czujnik ruchu, słuchawki oraz wyświetlacz prezentujący obrazy (te same lub różne dla lewego i prawego oka – w pierwszym wypadku mamy do czynienia z obrazem dwuwymiarowym, w drugim – trójwymiarowym). Po drugie, przeprowadzenie terapii w pomieszczeniu sterowanym przez komputer, w którym dookoła wyświetlane są odpowiednie obrazy (ang. *computer automatic virtual environment*, CAVE). Istotną cechą obu technik jest jak najprecyzyjniejsze plastyczne odwzorowanie w wirtualnym świecie ruchów i zachowań pacjenta. Jeśli pacjent obróci głowę w lewo, powinno to pociągać za sobą odpowiednie zmiany w wirtualnym otoczeniu – takie, które dawałyby pacjentowi poczucie obecności w nim. Przykładowo, w badaniu pacjentki cierpiącej na zespół stresu pourazowego (trauma wojenna) [8], terapię wspomagały trzy komputery: pierwszy generował bodźce wzrokowe i słuchowe udostępniane pacjentce za pomocą HMD, drugi wyświetlał panel kontrolny umożliwiający modyfikowanie wirtualnego otoczenia przez terapeutę (np. dodawanie bodźców lękowych takich jak wybuch bomby), trzeci zaś zajmował się monitoringiem reakcji psychofizjologicznych pacjentki (praca serca, przewodnictwo skórne itp.). W badaniu tym

pacjentka nie była jednak wyłącznie biernym obserwatorem, ale mogła aktywnie wpływać na to, co się dzieje dookoła. Umiejscowienie na obrotowym krześle oraz wciskanie odpowiednich przycisków na joysticku umożliwiało poruszanie się w dowolną stronę lub wystrzelenie serii pocisków z karabinu maszynowego.

Cechą wspólną terapii wykorzystujących rzeczywistość wirtualną jest właśnie możliwość interakcji z otoczeniem, aktywnego eksplorowania zagrażającego środowiska. Zadaniem terapeuty w tym wypadku jest taki dobór bodźców, który dałby pacjentowi możliwość bezpiecznej konfrontacji z tym, przed czym zwykle pacjent ucieka.

Omawiana technika ma różne odmiany (na przykład może być dodatkowo poprzedzona treningiem relaksacyjnym). W sensie ścisłym należy do technik ekspozycyjnych w opozycji do systematycznej desensytyzacji [1]. W przypadku tej drugiej kluczowym czynnikiem jest doświadczenie pozytywnych emocji (zrelaksowanie) podczas konfrontacji (w wyobraźni) z zagrażającymi bodźcami. Odprężenie i lęk wykluczają się – osoba zrelaksowana nie może się bać. W ten sposób bez poczucia zagrożenia pacjent jest w stanie wyobrazić sobie coraz bardziej zagrażające bodźce. Techniki ekspozycyjne opierają się na nieco innym mechanizmie. Istotne w ich wypadku jest skłonienie pacjenta do porzucenia dotychczasowego sposobu radzenia sobie z problemem czyli unikania fobicznych obiektów w codziennym życiu. Jak zostało zasygnalizowane we wstępie - doświadczenie obecności w wirtualnym świecie umożliwia w pełni bezpieczne testowanie rzeczywistości. Potwierdzeniem tego może być chociażby fakt, że terapie wykorzystujące rzeczywistość wirtualną wiążą się z niższym poziomem odmowy wzięcia udziału w niej lub rezygnacji z niej w czasie pierwszych sesji [3]. Dodatkowo – co może wiązać się z pewnymi cechami charakterystycznymi dla paradygmatu systematycznej desensytyzacji – poziomem zagrożenia można manipulować. Przykładowo, we wspomnianym wcześniej badaniu [8], poziom zagrożenia w odniesieniu do wirtualnych bodźców był monitorowany za podstawie reakcji psychofizjologicznych. Kiedy poziom pobudzenia pacjenta był bardzo wysoki, pacjent proszony był o „wstrzymanie ognia” i zastosowanie technik relaksacyjnych w celu uspokojenia się. Terapeuta był także w stanie rozpoznać na podstawie reakcji pacjenta, które bodźce przyczyniają się do wygaszenia lęku. Zastosowana w tym wypadku technika terapeutyczna wykorzystywała zatem oba paradygmaty terapii behawioralnej. W sensie ścisłym oparta była ona na typowej ekspozycji, zawierała jednakże pewne elementy desensytyzacji - możliwość kontrolowania poziomu zagrożenia i zastosowanie technik relaksacyjnych.

Terapia wykorzystująca rzeczywistość wirtualną stosowana jest w różnego rodzaju zaburzeniach lękowych – w przypadku fobii specyficznych (najczęściej akrofobia czy fobia latania samolotami), jak również (choć zastosowanie to ma słabsze uzasadnienie empiryczne) w przypadku fobii społecznej, agorafobii, zespołu stresu pourazowego czy zespołu paniki [2-4].

Adaptacja w rzeczywistości wirtualnej – bezpieczne uczenie się o sygnałach w środowisku

Rzeczywistość wirtualna umożliwia wybieranie aspektów otoczenia i wyszukiwanie adekwatnych reakcji w jej granicach. Podobnie jak w przypadku kształtowania się fobii w środowisku naturalnym, w terapeutycznej rzeczywistości wirtualnej również chodzi o uczenie się zależności pomiędzy sygnałami. Jeśli celem jest lepsze dopasowanie się (przetrwanie), to zadaniem osoby funkcjonującej w rzeczywistości wirtualnej będzie przetestowanie, uchwycenie zależności pomiędzy różnymi bodźcami bez poczucia narażania własnego życia na niebezpieczeństwo. Rzeczywistość wirtualna jest rzeczywistością „na niby”, rekonstruuje zagrażające danemu pacjentowi aspekty środowiska, ale niepowodzenie w wykryciu istotnej dla przetrwania zależności nie jest karane śmiercią, kalectwem czy chorobą. Pacjent testujący rzeczywistość wirtualną może zrobić coś, czego nie byłby w stanie zrobić w rzeczywistości niewirtualnej – może sprawdzić, kiedy i w jakich warunkach określony bodziec jest naprawdę zagrażający (np. w przypadku lęku wysokości). Dzięki temu możliwe jest wygaszanie reakcji nieadaptacyjnych w środowisku wirtualnym. Jako że z założenia rzeczywistość wirtualna jest bezpieczną kopią prawdziwego

środowiska (o czym pacjent jest przekonany), wygaszenie to dotyczy także nieadaptacyjnych reakcji w rzeczywistości niewirtualnej.

Wygaszanie nieadaptacyjnych reakcji możliwe jest dzięki temu, że rzeczywistość wirtualna ma charakter interaktywny. Pod tym względem terapia wirtualna przypomina standardową terapię ekspozycyjną opartą na doświadczeniu, a nie na wyobrazeniach. Oba rodzaje terapii mają za zadanie doprowadzić pacjenta do przekonania, że zachowania postrzegane przez niego wcześniej jako zagrażające (np. jazda windą) faktycznie nie wiążą się z żadnym zagrożeniem, a unikanie takich zachowań jest nieadaptacyjne. Jednakże testowanie rzeczywistości jest łatwiejsze „na sucho” – w świecie wirtualnym pacjent może stanąć nad przepaścią, ale może to być przez niego nie do zaakceptowania w prawdziwym życiu.

Jeśli porównamy terapię wirtualną z terapią opartą na wyobrazeniach, to okazuje się, że terapia ekspozycyjna w świecie wirtualnym może być bardziej skuteczna [9]. Czym innym jest wyobrazenie sobie lęku towarzyszącego podróży samolotem, a czym innym doświadczenie go (co ma miejsce w terapiach wykorzystujących rzeczywistość wirtualną). Zachowaniom pacjenta odbywającego wirtualną podróż towarzyszy adekwatna zmiana otoczenia, która jest generowana niezależnie od niego. Stojąc nad przepaścią, od której jest się oddzielonym jedynie szklaną ścianą windy zewnętrznej, można obserwować, jak „naprawdę” wygląda ziemia z tej wysokości. W przypadku terapii wyobrazeniowej będzie to wyłącznie rekonstrukcja. Jeśli rzeczywistość wirtualna będzie odpowiednio zaprojektowana, pacjent będzie w stanie sam wydobyć odpowiednie aspekty ze środowiska. Przykładowo, będzie zwracać uwagę, na to, co najbardziej go przeraża w locie samolotem, czy w przebywaniu wysoko, co jest przerażającego w szczurach czy pająkach, a nie ogólnie w widoku szczura czy pająka. Badania pokazują [10], że terapeutyczne środowisko wirtualne nie musi być wysoce realistyczne zmysłowo. W terapiach dobrze sprawdzają się środowiska graficzne o charakterze karykaturalno-obrazkowym. Dzieje się tak, ponieważ sukces terapii polega na reagowaniu na określone wyolbrzymione czy uwypuklone w środowisku wirtualnym bodźce, a nie na rzeczywistość jako taką.

Obecność - iluzja bycia tu i teraz

W wirtualnej terapii ekspozycyjnej wytwarzane jest poczucie obecności w wirtualnym świecie. To właśnie dzięki niemu osoby cierpiące na różnego rodzaju zaburzenia lękowe mogą konfrontować się z zagrażającymi bodźcami tak jakby były one rzeczywiste z percepcyjnego punktu widzenia, a jednocześnie wyłącznie wirtualne – nieobecne w prawdziwym świecie. Obecność można zdefiniować jako doświadczenie przebywania w określonym miejscu (obecność fizyczna) lub towarzyszenia określonej osobie lub osobom (obecność społeczna) wytwarzane za pośrednictwem urządzeń technicznych [11]. Sheridan [12] proponuje trzy komponenty doświadczenia obecności: (1) ilość informacji zmysłowej dostarczanej w odpowiedni sposób do zmysłów użytkownika, (2) poziom kontroli użytkownika nad mechanizmami pośredniczącymi (rękawice dotykowe czy wspomniany wcześniej HMD), czyli właściwa koordynacja pomiędzy zachowaniami użytkownika, a tym, jak są one odzwierciedlane w rzeczywistości wirtualnej, (3) zdolność użytkownika do modyfikowania środowiska wirtualnego (wchodzenia w interakcje, które powodują zmiany w otoczeniu wirtualnym). Steuer trzy powyżej opisane czynniki redukuje do dwóch: plastyczności (odpowiednik pierwszego komponentu u Sheridana) oraz interaktywności (odpowiednik dwóch pozostałych komponentów) [13]. Badania pokazują, że pierwszy czynnik w obu teoriach ma mniejsze znaczenie zarówno w samym doświadczeniu obecności [14], jak i - konsekwentnie – w skuteczności terapii wirtualnej [10]. Dlaczego tak się dzieje? Czym różni się doświadczenie oglądania filmu 3D odzwierciedlającego rzeczywistość w najdrobniejszych detalach od poczucia przebywania w wirtualnym świecie pierwszych, wykorzystujących ubogą grafikę gier 3D? To drugie doświadczenie jest oparte na interakcji. Interaktywność rzeczywistości, możliwość manipulowania nią i modyfikowania jej ma kluczowe znaczenie dla doświadczenia „bycia tu”. Percepcja rzeczywistości polega na stawianiu hipotez i próbie ich weryfikacji, modyfikowaniu

otaczającej rzeczywistości i sprawdzaniu konsekwencji, jakie te modyfikacje przyniosą [15]. Choćby najbardziej plastyczna, ale nieinteraktywna rzeczywistość wirtualna (film) ma mniejsze szanse stania się iluzją przebywania w tym właśnie świecie „tu i teraz”. Kluczowym elementem naszego percepcyjnego doświadczenia jest nasza aktywność i interaktywność świata, w którym przebywamy. Rzeczywistość gwarantująca możliwość manipulacji nią ma większe szanse stania się poligonem doświadczalnym dla osób cierpiących na fobie ponieważ w większym stopniu zapewnia ona szanse na szerokie terapeutyczne przetestowanie (zmodyfikowanie i doświadczenie konsekwencji).

Zdolność do wchodzenia w interakcje z otaczającą rzeczywistością (czy to środowiskiem naturalnym czy wirtualnym) jest przystosowawcza z ewolucyjnego punktu widzenia. To właśnie interakcja ze światem zewnętrznym umożliwia nam określenie, co jest zagrażające, a co nie. Hiperrealistyczny obraz szczone nie powie pacjentowi, czy ten szczone się na niego rzuci, czy nie. Testowanie rzeczywistości (terapia ekspozycyjna) – szukanie zależności, sprawdzanie granic bezpieczeństwa wydaje się więc kluczowym elementem terapii wirtualnej. Dodatkowo, to właśnie aktywna percepcja (aktywne doświadczenie) umożliwi wychwycenie tych cech środowiska, które są istotne z punktu widzenia przetrwania jednostki.

Szerzej zagadnienie to może wyjaśnić zjawisko przesunięcia w kierunku szczytu (ang. *peak shift*), polegające na silniejszym reagowaniu organizmu na te bodźce, które w sposób jednoznaczny wyraźniej eksponują pewne zależności. Badania na gołębiach [16] pokazały, że jeśli ptaki te nagradzane są za reagowanie na bodźce pewnego rodzaju (S+ bodziec pozytywny) i nie nagradzane za reagowanie na inny rodzaj bodźca (S- bodziec negatywny), to reagują one najsilniej na bodziec będący na krańcu wymiaru łączącego bodźce S+ i S-. Mamy wtedy do czynienia z intensyfikacją bodźca pozytywnego S+. Podobne zjawisko może występować w terapiach opartych na rzeczywistości wirtualnej – organizm pacjenta może silniej reagować na takie konfiguracje bodźców, które w sposób skrajny podkreślają to, co dla danego pacjenta jest zagrażające (np. widok znad przepaści).

Wagę interaktywności naszego doświadczenia można opisać za pomocą dwóch mechanizmów: aktywności organizmu będącej podstawą kreowania obrazu świata oraz plastyczności umysłu, która zapewnia heterogeniczność doświadczeń - nasz obraz rzeczywistości nie musi być konstruowany zawsze dokładnie w ten sam sposób za pośrednictwem zawsze tych samych zmysłów. Nasz umysł jest plastyczny. Wykorzystujemy skrawki danych percepcyjnych do tego, by stworzyć unikalne poczucie bycia „tu i teraz”.

Aktywność jako podstawa adaptacji i kształtowania adekwatnego obrazu świata

Doświadczenie obecności w świecie wirtualnym możliwe jest nawet wtedy, gdy realizm odwzorowania rzeczywistego świata pozostawia wiele do życzenia - gdy obrazy wyświetlane podczas terapii nieco (lub niekiedy znacząco) odbiegają od tego, co jest naprawdę zagrażające. Wydaje się, że to nie realizm otoczenia, ale możliwość wykonywania pewnych działań w jego obrębie jest ważnym czynnikiem przyczyniającym się do skuteczności terapii. Dlaczego aktywność ma w tym wypadku tak duże znaczenie? Odpowiedzieć na to pytanie mogą przedstawione niżej teorie i badania.

Aktywność organizmu (aktywność sensomotoryczna bądź wyłącznie aktywność motoryczna) jako podstawa kształtowania reprezentacji świata zyskuje coraz większe poparcie teoretyczne i doświadczalne [15, 17]. Pionierami badań psychologicznych nad istotnością aktywności organizmu w kształtowaniu obrazu świata byli niemieccy psychologowie Holst i Mittelstadt, którzy wprowadzili rozróżnienie pomiędzy reaferecją (pobudzeniem zmysłowym będącym skutkiem ruchów wykonywanych przez percepujący organizm), a egzaferencją (pobudzeniem zmysłowym niezależnym od swobodnych ruchów percepującego organizmu) [18]. Na bazie tego rozróżnienia wyjaśnia się dziś szereg zjawisk, między innymi łąskotanie (gdy ktoś próbuje sam siebie łąskotać lub gdy łąskotany jest przez kogoś innego, to doświadczenie zmysłowe łąskotania jest w obu

przypadkach zupełnie inne - mamy tu do czynienia odpowiednio z pobudzeniem reaferyentnym i egzaferyentnym).

Klasyczne eksperymenty dotyczące znaczenia aktywności motorycznej dla kształtowania relacji przestrzenno-wzrokowych w świecie zostały opisane przez Helda [19]. W pierwszej części jednego z jego eksperymentów osoby badane miały za zadanie zaznaczyć na kartce papieru wierzchołki kwadratu, który był prezentowany jako odbicie w lustrze umieszczonym nad powierzchnią kartki. Osoby badane nie widziały zatem ani swojej ręki, ani tego, w jakich miejscach zaznaczały wierzchołki kwadratu. W drugiej części badania lustro zostało zastąpione zniekształcającym pryzmatem. Osoby badane zostały podzielone w tej części na trzy grupy. Członkowie pierwszej grupy wyłącznie przyglądali się swojej nieruchomej ręce pod zniekształcającym pryzmatem. Osoby z drugiej grupy przyglądały się biernym ruchom wykonywanym przez ich rękę – ramię każdej z tych osób zostało umieszczone w specjalnym urządzeniu, a eksperymentator zginał ich rękę w łokciu przemieszczając przedramię i dłoń w sposób niezależny od woli właściciela. W trzeciej grupie osoby badane mogły samodzielnie wykonywać określone ruchy ręką. W ostatniej części eksperymentu powrócono do lustrzanego odbicia kwadratu, a osoby badane miały za zadanie ponownie zaznaczyć na kartce pod lustrem wierzchołki kwadratu. We wszystkich trzech grupach eksperymentalnych osoby badane były pozbawione możliwości korekcji swych błędów – nie otrzymywały informacji zwrotnych na temat tego, jak wierne jest ich odwzorowanie położenia kwadratu. Wyniki badania pokazały, że osoby, które albo w ogóle nie miały możliwości poruszania ręką, albo ich ręka była poruszana przez eksperymentatora, nie wykazywały adaptacji do zniekształconego przez pryzmat obrazu świata. Ich zaznaczenia wierzchołków kwadratu nie różniły się znacząco w pierwszej i trzeciej fazie badania. Natomiast osoby, którym umożliwiono swobodne poruszanie ręką pod pryzmatem, wykazały wyraźne przesunięcie kompensacyjne (niektóre z tych osób dokonywały nawet pełnej adaptacji).

Podsumowując, pod wpływem aktywności egzaferyentnej (niezależnej od jednostki) lub przy braku możliwości poruszania kończyną nie dochodziło do adaptacji do zmodyfikowanego środowiska. Z kolei aktywność reaferyentna (zależna od jednostki) powodowała adaptację do zmodyfikowanego otoczenia mimo braku sprzężenia zwrotnego i informacji o popełnianych błędach. Analogiczne wnioski można wyciągnąć z innego pomysłowego eksperymentu Helda: jednostki, którym umożliwiono samodzielną eksplorację w wielkim symetrycznym bębnie dokonywały największych pomyłek, gdy pozwolono im eksplorować ten bęben po zdjęciu pryzmatycznych okularów: to właśnie one najsilniej adaptowały się do zmodyfikowanego przez pryzmat środowiska.

Wyniki tych badań można śmiało interpretować w kategoriach środowiska wirtualnego. Tylko aktywne doświadczenie świata wirtualnego umożliwi pacjentowi poczucie, że jest w nim „tu i teraz”. Oglądanie filmów czy zdjęć na temat zagrażającego obiektu jest mniej skuteczne terapeutycznie niż doświadczenie interaktywne. Analogicznie, badania pokazują, że zredukowana interaktywność środowiska zmniejsza poczucie obecności w nim [20]. Terapia wirtualna wydaje się świetnym rozwiązaniem, gdy w przypadku ekspozycji na bodźce w środowisku naturalnym w grę wchodzi duże koszty (lęk przed lataniem samolotami) lub ta ostatnia forma terapii wydaje się pacjentowi nie do zaakceptowania (arachnofobia, rodentofobia).

Neuroplastyczność umysłu jako gwarancja konstrukcji obrazu środowiska na podstawie niepełnych lub sprzecznych danych zmysłowych

Współczesna wysoko rozwinięta technologia może dostarczać użytkownikom urzekających wizualnie lub słuchowo doświadczeń zmysłowych, nie jest jednak w stanie wytworzyć iluzji prawdziwego świata. Żadna z wykreowanych wirtualnych rzeczywistości nie przeszła pomyślnie wirtualnego testu Turinga (nie doprowadziła użytkowników do pomylenia rzeczywistości i wirtualnej fikcji). A jednak - jak wspomniano w poprzednim podrozdziale – ludzie doświadczają poczucia obecności w środowisku, które jakościowo znacznie odbiega od prawdziwego świata.

Pacjent może mieć doznania zapachowe mimo tego, że nie są one wytwarzane bezpośrednio przez wirtualne środowisko. Mechanizm wytwarzania takich doznań oparty jest na neuroplastyczności ludzkiego umysłu. Jeżeli priorytetem percepcyjnym jest spójny obraz rzeczywistości, to niespójności czy niezgodności pomiędzy doświadczeniami z różnych modalności zmysłowych będą przez umysł maskowane (np. „Jeśli stoję nad przepaścią, to przecież powinnam czuć wiatr we włosach” itp.). Mechanizm ten odgrywa kluczową rolę w terapiach opartych na rzeczywistości wirtualnej. Niedoskonałości technologiczne doświadczenia wirtualnego (brak reprezentacji pewnych modalności zmysłowych) są kompensowane. Dzięki plastyczności mózgu możliwe jest doświadczanie przez pacjenta wrażeń zmysłowych, których źródłem nie jest wirtualne środowisko, ale jego własny umysł.

Na wysoką neuroplastyczność umysłu wskazują badania na pacjentach z amputowanymi kończynami [21, 22]. Pacjenci poddający się tym badaniom (a jednocześnie tej terapii) odczuwali ból lub inne nieprzyjemne doświadczenia zmysłowe pochodzące z amputowanej kończyny. Jako że amputowana kończyna faktycznie nie istniała (doznania miały charakter fantomatyczny), pacjenci pozbawieni byli kontroli nad tym nieprzyjemnym doznaniami (np. nie mogli się podrapać). Kontrola ta możliwa stawała się dopiero po zastosowaniu pewnego triku – osoby badane oglądały swoje odbicie w lustrze w taki sposób, że amputowana kończyna wyglądała, jakby w cudowny sposób odrosła (pacjenci faktycznie oglądali swą drugą kończynę w lustrzanym odbiciu). Konsekwencją tego było z kolei doświadczanie dotykania amputowanej kończyny przez eksperymentatora, mimo że faktycznie dotykana była kończyna nieamputowana.

Eleganckie eksperymentalne podsumowanie neuroplastyczności umysłu dostarczone zostało przez badania nad „iluzją gumowej ręki” [23, 24]. Osoby badane sadzano w pierwszym z tych badań w taki sposób, że ich ręka była zasłonięta, a zamiast tego w ich polu widzenia pojawiała się sztuczna gumowa atrapa ręki. Zarówno ręka uczestników badania jak i prezentowana im gumowa ręka były dotykane za pomocą specjalnych pędzelków w ten sam sposób i w tym samym czasie. W drugim badaniu zamiast gumowej atrapy ręki, pędzelkiem dotykany był blat stołu, przy którym siedziała osoba badana. W obu warunkach osoby badane miały wrażenia, jak gdyby dotykana pędzelkiem atrapa czy nawet sam płaski blat stołu należały fizycznie do nich, jak gdyby stanowiły część ich ciała. U podstaw tej iluzji leży właśnie neuroplastyczność umysłu, która zdaniem badaczy [25] opiera się na zdolności umysłu do wykrywania statystycznych korelacji pomiędzy doznaniem zmysłowymi. Jeśli ktoś ma w tym samym momencie doznania dotykowe i wzrokowe o odpowiadającej sobie jakości – doznania dotykania ręki i widok dotykanej atrapy – to umysł takiej osoby zdaje się przetwarzać tego rodzaju sygnały jako ze sobą powiązane. Blat stołu czy gumowa atrapa postrzegane są jako leżące w granicach ciała do tego stopnia, że fizyczne zagrożenie tych przedmiotów (np. odgięcie palca gumowej atrapy w sposób odpowiadający wyłamaniu palca człowieka) powoduje reakcję skórno-galwaniczną świadczącą o pobudzeniu organizmu i doświadczaniu emocji.

Na podstawie wyników tych badań można powiedzieć, że obraz świata ma charakter czasowy i jest w dużym stopniu elastyczny. Zaledwie kilkunastominutowa obserwacja pobudzania gumowej ręki połączona z analogicznym pobudzeniem własnej ręki może doprowadzić osobę badaną do poczucia, że to gumowa ręka jest źródłem doznań. Zmysł wzroku wydaje się być w tym kontekście dominujący. Jeśli istnieje rozbieżność percepcyjna pomiędzy wskazówkami o charakterze wzrokowym i proprioceptywnym (taka jak podczas iluzji gumowej ręki), to podstawą spójnego obrazu świata są dane o charakterze wzrokowym. Bazuje na tym iluzja fantomatycznej kończyny. Należy zwrócić uwagę, że terapia przy użyciu rzeczywistości wirtualnej opiera się w dużym stopniu na percepcji wzrokowej. Przykładowo – jeśli pacjent cierpiący na lęk wysokości stoi oparty o balustradę na najwyższym piętrze wirtualnego wieżowca i widzi, jak wiatr lekko porusza przedmioty dookoła, to mimo, że bezpośrednio nie będzie czuł tego wiatru we włosach, to prawdopodobnie pojawi się spójne multimodalne doznania włosów falujących na wietrze oparte na wrażeniach wzrokowym i słuchowym.

Podsumowanie

Poczucie obecności w wirtualnym świecie wydaje się być kluczowym warunkiem skuteczności terapii opartej na rzeczywistości wirtualnej. Jest ono możliwe, ponieważ rzeczywistość wirtualna ma charakter interaktywny, a pacjent ma możliwość manipulowania w wygenerowanym przez komputer świecie. Aktywność poznawcza organizmu oraz neuroplastyczność umysłu są mechanizmami, które szerzej wyjaśniają, dlaczego niedoskonały, ale reagujący na zachowania pacjenta, świat może stać się poligonem walki z zaburzeniami lękowymi. Wiedza ta wydaje się być szczególnie istotna w przypadku tworzenia nowych narzędzi terapeutycznych opartych na rzeczywistości wirtualnej. Zebrany materiał wskazuje, że kluczowe znaczenie ma w tym wypadku adekwatne odwzorowanie relacji pomiędzy pacjentem a zagrażającymi bodźcami, a nie wyłącznie ich realistyczne odwzorowanie wizualne czy słuchowe.

Warta zbadania empirycznego jest zaprezentowana w tej pracy propozycja interpretacji terapii wykorzystującej rzeczywistość wirtualną w kategoriach przesunięcia w kierunku szczytu. Jeśli to właśnie interakcja i wyrazistość zagrażających bodźców jest bardziej istotna dla skuteczności terapii niż sam wizualno-słuchowy realizm wirtualnego świata, to być może w konstrukcji nowych narzędzi terapeutycznych powinno się położyć nacisk na intensyfikację i karykaturalne wręcz wyolbrzymienie tego, od czego pacjent przyzwyczajony jest uciekać i czego unika.

Artykuł nie był sponsorowany.

Adres do korespondencji:

dr Katarzyna Skok
Zakład Psychologii Ogólnej i Klinicznej,
Wydział Pedagogiki i Psychologii, Uniwersytet w Białymstoku
ul. Świerkowa 20, 15-328 Białystok

Piśmiennictwo:

1. Seligman MEP, Walker EF, Rosenhan DL. Psychopatologia. Zysk i S-ka, 2003; 193-196.
2. Parsons TD, Rizzo AA. Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: a meta-analysis. *J. Beh. Ther. Exp. Psych.* 2008; 39: 250-261.
3. Meyerbröker K, Emmelkamp PM. Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a systematic review of process-and-outcome studies. *Depr. Anxiety.* 2010; 27: 933-944.
4. Krijn M, Emmelkamp PMG, Olafsson RP, Biemond R. Virtual reality exposure therapy of anxiety disorders: A review. *Clin. Psychol. Rev.* 2004; 24: 259-281.
5. Hoorn JF, Konijn EA, Van der Veer GC. Virtual reality: Do not augment realism, augment relevance. <http://www.cs.vu.nl/~gerrit/IOP-mmi-99-09-report1-App-4.doc> (uzyskano 15.09.2010).
6. Baños RM, Botella C, Alcañiz M, Liaño V, Guerrero B, Rey B. Immersion and emotion: Their impact on the sense of presence. *CyberPsychol. Beh.* 2004; 7, 6: 734-741.
7. Rizzo A, Rothbaum BO, Graap K, Zastosowanie rzeczywistości wirtualnej w leczeniu PTSD związanego z walką. W: Figley CR, Nash WP. Stres Bojowy. Teorie, badania, profilaktyka i terapia. PWN, 2010; 211-233.
8. Wood DP, Webb-Murphy J, Center K, McLay R, Koffman R, Johnston S, Spira J, Pyne JM, Wiederhold BK. Combat-related post-traumatic stress disorder: a case report using virtual reality graded exposure therapy with physiological monitoring with a female Seabee. *Milit. Med.* 2009; 174, 11: 1215-1222.
9. Wiederhold BK, Jang DP, Gevirtz RG, Kim SI, Kim I, Wiederhold MD. The treatment of fear of flying: a controlled study of imaginal and virtual reality graded exposure therapy. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 2002; 6(3): 218-223.
10. de Kort YAW, Ijsselstein WA. Reality check: The role of realism in stress reduction using media technology. *CyberPsychol. Behav.* 2006; 9: 230-233.
11. Ijsselstein WA, Riva G. Being there: The experience of presence in mediated environments. W: Riva GW, Davide F, Ijsselstein WA. Being there: concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environment. Amsterdam: IOS Press, 2003: 3-16.
12. Sheridan TB. Musings on telepresence and virtual presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1992; 1: 120-126.
13. Steuer J. Defining virtual reality: dimensions determining telepresence. *J. Communication*, 1992; 42: 73-93.
14. Ijsselstein WA. Towards a neuropsychological basis of presence. *Ann. Rev. CyberTher. Telemed.: A Decade of*

- VR, 2005; 3: 25-30.
15. O'Regan JK, Noe A. A sensorimotor account of vision and visual consciousness. *Behav. Brain Sc.* 2001; 24: 939-1031.
 16. Hanson HM. Effects of discrimination training on stimulus generalization. *J. Experim. Psychol.* 1959; 58, 321-334.
 17. Gibson JJ. *The Ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin, 1979.
 18. von Holst E, Mittelstädt H. Das Reafferenzprinzip (Wechselwirkung zwischen zentralnervensystem und peripherie). *Naturwissenschaften*, 1950; 37:464–476.
 19. Held R. Plasticity in sensory-motor systems. *Scientific American*, 1965; 213: 84-94.
 20. Welch RB, Blackmon TT, Liu A, Mellers BA, Stark L. The effects of pictorial realism, delay of visual feedback, and observer interactivity on the subjective sense of presence. *Presence. Teleoper. Virtual Env.* 1996; 5, 3: 263-273.
 21. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandra DC, Cobb S. Touching the phantom. *Nature*, 1995; 377: 489–490.
 22. Ramachandran VS, Blakeslee S. *Phantoms in the brain: probing the mysteries of the human mind*. New York: William Morrow, 1998.
 23. Botvinick M, Cohen J. Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature*, 1998; 391: 152-157.
 24. Armel KC, Ramachandran VS. Projecting sensations to external objects: Evidence from skin conductance response. *Proc. Royal Soc. London: Biological*, 2003; 270: 1499-1506.
 25. Ramachandran VS, Hirstein W, Rogers-Ramachandran D. Phantom limbs, body image, and neural plasticity. *Int. Brain Res. Org. News*, 1998; 26, 1: 10-11.