

ADAPTACJA PRYZMATYCZNA W REHABILITACJI OSÓB Z ZANIEDBYWANIEM STRONNYM

Piotr Jaśkowski*

Katedra Psychologii Poznawczej
Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania
Warszawa

Małgorzata Miłkowska*

Szkoła Podstawowa nr 63
Bydgoszcz

PRISM-ADAPTATION IN REHABILITATION OF PATIENTS WITH UNILATERAL NEGLECT SYNDROM

Summary. Right-hemisphere stroke patients very often show hemispacial neglect – a neurological deficit of perception, attention, representation or performing actions within their left-sided space. Rossetti et al. (1998) showed that visuomotor adaptation to a prism-induced rightward displacement of the visual field induces prolonged improvements of the neglect symptoms. In the study, the research are reviewed concerning unilateral spatial neglect, scope and persistence of prism adaptation as well as possible mechanisms involved.

Wprowadzenie: Kilka uwag od pierwszego autora

Adaptacja pryzmatyczna jako metoda łagodzenia objawów bardzo dokuczliwych zarówno dla samych pacjentów, jak i ich otoczenia jest niezwykle interesująca z praktycznego i teoretycznego punktu widzenia. Badania prowadzone w kilku ośrodkach na świecie pokazują, że można w sposób niezwykle prosty i tani zredukować objawy zaniedbywania poprzez trening wzrokowo-ruchowy. Równocześnie wyjaśnienie, jak dochodzi do tej zdumiewającej poprawy, jest nie lada wyzwaniem dla nauki i rozwiązanie tej zagadki z pewnością przyczyni się do lepszego poznania funkcjonowania ośrodkowego układu nerwowego.

* Autorzy tej pracy przez znaczący i niemal taki sam okres swojego życia związani byli z Instytutem Psychologii w Akademii Bydgoskiej im. Kazimierza Wielkiego. Piotr Jaśkowski kierował Zakładem Psychofizjologii, Małgorzata Miłkowska była studentką Akademii Bydgoskiej i jedną z pierwszych absolwentek nowo powstałego Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego.

Adres do korespondencji: Piotr Jaśkowski, e-mail: jaskowski@vizja.pl

Niniejsza praca stanowi krótkie wprowadzenie do tego, czym jest zaniedbywanie oraz na czym polega metoda adaptacji pryzmatycznej. Podjęcie tego tematu jest w pierwszym rzędzie logiczną konsekwencją rozwoju moich zainteresowań. Po raz pierwszy na zaniedbywanie zwrócił mi uwagę Rolf Verleger. Jednak niebagatelną rolę odegrały moje badania prowadzone w latach 1998–2004 w Akademii Bydgoskiej, klimat Instytutu Psychologii i jego ogólne kierunki rozwojowe. Po pierwsze, wydaje się, że istnieje pewien związek między oddziaływaniem bodźców niezauważanych przez pacjenta z zaniedbywaniem a oddziaływaniem na osoby zdrowe bodźców maskowanych (Verleger, Jaśkowski, 2006); wpływ bodźców maskowanych był i jest podstawowym tematem moim dociekań naukowych. Po drugie, istnieją przesłanki, że dysleksja, która również stała się przedmiotem moich zainteresowań, jest łagodnym syndromem zaniedbywania stronnego (Hari, Renvall, Tanskanen, 2001; przegląd literatury patrz: Jaśkowski, Rusiak, 2005). Jeśli doda się do tego fakt, że wiodącym kierunkiem aktywności Instytutu Psychologii jest szeroko pojęta rehabilitacja psychologiczna, nie ma nic dziwnego w tym, że w moim „okresie bydgoskim” zainteresowania tym zagadnieniem stały się zupełnie naturalne.

Zaniedbywanie stronne

Zespół zaniedbywania stronnego jest intrygującym zaburzeniem będącym następstwem uszkodzenia jednej półkuli mózgu w obszarze ciemieniowym, a zwłaszcza w miejscu styku płata ciemieniowego ze skroniowym (przegląd literatury patrz: Bisiach, Valar, 1988; Vallar, 1998; Driver, Vuilleumier, 2001). Uszkodzenie takie powstaje zwykle na skutek udaru mózgu w konsekwencji zatoru środkowej tętnicy mózgowej, która dzięki licznym rozgałęzieniom zaopatruje w krew znaczne obszary kory mózgowej. Najbardziej znaną konsekwencją takiego udaru jest niedowład jednej ręki. Wynika on z zatoru przednich odgałęzień tętnicy środkowej. Kiedy jednak zatorowi ulegną tylne odgałęzienia, najbardziej znaną konsekwencją będzie zaniedbywanie stronne. Z tego względu zaniedbywanie występuje często w połączeniu z przeciwnym do strony uszkodzenia porażeniem połowicznym lub niedowładem połowicznym (Farne, Rossetti, Toniolo, Ladavas, 2002).

Zaniedbywanie określane jest jako neurologiczny deficyt percepcji, uwagi, reprezentacji przestrzeni lub wykonywania działań w obrębie przestrzeni znajdującej się po stronie kontralateralnej do uszkodzonej półkuli. Zaniedbywanie rzadko pojawia się jako konsekwencja uszkodzenia lewej półkuli, a zatem oznacza ignorowanie lewej strony ciała i przestrzeni (Rossetti i in., 1998). Interesujące, że może ujawnić się w kilka miesięcy, a nawet w kilka lat po wystąpieniu urazu mózgu (Cassidy, Lewis, Gray, 1998).

Typowe objawy zaniedbywania stronnego i testy kliniczne

Zaburzenia objęte mianem syndromu zaniedbywania różnią się zarówno co do swojego zasięgu, jak i dotkliwości. Upośledzona może być nie tylko sprawność sensoryczno-motoryczna, (Heilman, Bowers, Coslett, Whelan, Watson, 1985; Mattingley, Bradshaw, Phillips, 1992), ale również wyobrażenia (Bisiach, Luzzatti, 1978; Rode, Rossetti, Li, Boisson, 1999; Rode, Rossetti, Boisson, 2001). Z tego powodu zdarza się, że zaniedbywanie jest błędnie rozpoznawane jako demencja.

Upraszczając, można przyjąć, że zaniedbywanie polega na pewnego rodzaju odłączeniu jednej połowy ciała, zwykle lewej. Dla obserwatora pacjent zachowuje się tak, jakby wszystko, co ma miejsce po jednej stronie, na lewo od środka ciała, przestało dla niego istnieć. Często opisywane są osobliwe zachowania takich pacjentów, którzy „zapominają” o kończynach po stronie zaniedbywanej, czesząc się, omijają tę część głowy, ignorują ludzi zbliżających się z lewej strony, dokonują zwrotu tylko w prawo lub też zjadają posiłek tylko z prawej strony talerza i są niepomnie zaskoczeni, kiedy ktoś odwróci im talerz, pokazując, że tylko w połowie został opróżniony (Ingram, 1996; Carter, 1999). Zaburzeniu temu często towarzyszy dysleksja polegająca na tym, że pacjent rozpoczyna czytać od połowy wiersza i czyni to, mimo iż tak odczytywany tekst zupełnie traci sens. Ewentualnie gubi pierwsze litery wyrazów. Najwyraźniej nie przypuszczając, że cokolwiek istnieje po stronie lewej (Behrmann, Moscovitch, Black, Mozer, 1990; Ládavos, Umilta, Mapelli, 1997).

Testem klinicznym, który stosuje się w diagnostyce do badania tego zakłócenia, jest tzw. test skreślenia (ang. *cancellation test*) (np. Ferber, Karnath, 2001; Wojciulik, Rorden, Clarke, Husain, Driver, 2004), polegający na zaznaczaniu określonych znaków (np. liter O) rozproszonych na kartce papieru wśród innych znaków. Pacjenci z zaniedbywaniem skreślają poszukiwane znaki głównie po stronie prawej. E. Wojciulik i in. (2004) pokazała niedawno, że test staje się jeszcze wrażliwszy, jeśli zamiast skreślenia pacjent wymazuje poszukiwany znak za pomocą korektora. Inną kliniczną próbą stosowaną w diagnostyce jest test bisekcji linii (test Schenkenberga; Ferber i in., 2001; Misonou, Ishiai, Seki, Koyama, Nakano, 2004). Wykonanie tej próby polega na podzieleniu „na oko” poziomej linii narysowanej na kartce papieru na dwie równe części. Pacjenci z zaniedbywaniem stawiają kreskę dzielącą bardziej na prawo od jej faktycznego środka.

W praktyce klinicznej stosuje się również testy rysunkowe. Na przykład w teście zegara prosi się pacjenta o narysowanie z pamięci tarczy zegara. Pacjenci z zaniedbywaniem sporządzają rysunek, na którym wszystkie cyfry stłoczone są po prawej stronie. Jeśli z kolei prosi się ich o przerysowanie jakiegoś rysunku, ignorują lewą jego stronę i często lewe strony wszystkich obiektów na nim.

Test bisekcji linii, skreślenia, kopiowania rysunku oraz wykonania rysunku z pamięci tworzą tzw. Behawioralny Test Nieuwagi (BIT, *Behavioural Inattention Test*), który został wystandaryzowany i jest używany rutynowo w praktyce klinicznej (Robertson, Halligan, 1999).

Powyższy opis mógłby sugerować, że zaburzenia „jednostronnych” pacjentów dotyczą wyłącznie sfery wzrokowej: pacjenci nie dostrzegają obiektów po lewej stronie i dlatego nie skreślają obiektów po tej stronie oraz – nie dostrzegając lewej strony linii – dzielą na dwie połowy to, co widzą. W rzeczywistości jednak zakres upośledzenia jest znacznie poważniejszy i dotyczy nie tylko lewego pola widzenia, ale ogólnie umysłowej reprezentacji przestrzeni po lewej stronie. Po pierwsze, upośledzenie dotyczy również innych zmysłów. Na przykład dotyku. Świetny test stosowany również do oceny dotykowej manifestacji zaniedbywania został zaproponowany przez McIntosha (cyt. za: McIntosh, Rossetti, Milner, 2002). Pacjent proszony jest o wskazanie brzegu koła, którego kształt może oceniać jedynie za pomocą zmysłu dotyku. Okazało się, że pacjenci lokalizują centrum koła bardziej na prawo. Po drugie, jednym z typowych objawów zaniedbywania jest patologiczne przesunięcie subiektywnego środka na prawo. Pacjent proszony o wyciągnięcie ręki „prosto przed siebie”, kieruje ją bardziej na prawo (np. Rossetti i in., 1998).

Jedną z najbardziej spektakularnych demonstracji problemów ludzi dotkniętych zaniedbywaniem opisał Edoardo Bisiach i in. (1978). Poprosili oni swoich pacjentów, aby wyobrazili sobie Piazza del Duomo w Wenecji i wymienili budynki, jakie się przy nim znajdują. Musieli to zrobić dwukrotnie, z dwóch różnych perspektyw: raz – tak jakby stali na końcu placu twarzą do katedry, drugi raz, stojąc na schodach katedry i patrząc w stronę przeciwną niż poprzednio. W obu przypadkach pacjenci wymieniali budynki, które w aktualnej perspektywie znajdowały się po prawej stronie, a pomijali te z lewej. Tak więc w jednym teście wymieniali te, które pominęli w drugim, i odwrotnie! Doświadczenie to dowodzi, że zaniedbywanie dotyczy nie tylko odbioru zmysłowego, ale również wyobraźni pacjentów.

Dla osób dotkniętych zaniedbywaniem lewa strona po prostu nie istnieje w ich umyśle jako przedmiot zainteresowania, a zatem nie odczuwają potrzeby, by zwrócić głowę czy też całe ciało w taki sposób, aby objąć „spojrzeniem” niedostrzeżoną stronę. Zaniedbywanie można rozumieć jako niezdolność mózgu do uświadamiania sobie istnienia pewnej części świata zewnętrznego. A ponieważ to, co uchodzi świadomości, nie jest odczuwane jako ubytek, pacjenci często nie zdają sobie sprawy ze swego stanu (Carter, 1999).

Adaptacja pryzmatyczna jako technika redukująca objawy zaniedbywania

Metody łagodzenia objawów zaniedbywania stronnego

Istnieje kilka metod rehabilitacyjnych, które stosowano dotąd w rehabilitacji pacjentów z zaniedbywaniem. Opierają się one głównie na biernej stymulacji (np. stymulacja przedsiolkowa, optokinetyczna, wibracyjna lub elektryczna stymulacja mięśni szyi) lub na aktywnym treningu (Rossetti, Rode, 2002). Głównym celem tych metod jest próba przeorientowania zachowań ruchowych pacjenta w kierunku upośledzonej strony. Jednakże, mimo dwudziestoletnich wysiłków, nie udało się znaleźć metody, która dawałaby poprawę na czas dłuższy niż 10–12 minut.

Adaptacja pryzmatyczna w psychologii

Dopiero Y. Rossetti i in. (1998) wprowadzili tzw. adaptację pryzmatyczną jako metodę terapeutyczną, której skuteczność i trwałość są zdumiewające i zdają się dobrze rokować co do jej przyszłego rutynowego zastosowania w rehabilitacji osób z zaniedbywaniem.

Założenie okularów z pryzmatami zamiast szkieł prowadzi do przesunięcia pola widzenia w poziomie lub pionie w zależności od tego, jak są ustawione. Jeśli ktoś założy okulary, które przesuwają pole widzenia, powiedzmy, o kilka stopni w prawo, zauważy, że coś jest nie w porządku dopiero wtedy, gdy musi dokonać jakiegoś ruchu pod kontrolą wzrokową, np. sięgnąć do określonego punktu. W takim momencie stwierdza, że mija się z celem – sięga bardziej w prawo. Okazuje się jednak, że odpowiedni trening powoduje przywrócenie sprawności wzrokowo-ruchowej. Po zdjęciu okularów badany ponownie ma kłopoty z sięganiem, tyle że teraz w przeciwnym kierunku. Tego typu zachowania były wcześniej przedmiotem wielu badań (przegląd literatury patrz: Redding, Rossetti, Wallace, 2005).

Doświadczenie Y. Rossetiego i in. (1998)

Z badań tych bynajmniej nie wynikało, że założenie takich okularów, nawet jeśli będą przesuwają pole widzenia w prawo (czyli lewa, niedostrzegana strona, znajdzie się bardziej po prawej stronie), może poprawić stan pacjentów, choć obserwacja, jak się będą zachowywać pacjenci po założeniu takich okularów, z pewnością mogła intrygować. Yves Rossetti wspomina (informacja prywatna, listopad 2005), że impuls do podjęcia tych badań był dziełem przypadku: w jednym pokoju posadzono dwóch naukowców, z których jeden (Yves Rossetti) właśnie wrócił z Japonii, gdzie zajmował się adaptacją pryzmatyczną, a drugi (Gilles Rode) zajmował się zaniedbywaniem stronnym. W tych okolicznościach powstał pomysł zastosowania metody, którą zajmował się jeden z nich do zagadnień, którymi zajmował się drugi, choć niewiele przesłanek przemawiało za tym, że będą z tego „kołacz”. Artykuły autorstwa obu tych naukowców i ranga czasopism, w których zostały opublikowane, wskazują, jak owocne stało się to połączenie. Na ich przykładzie sprawdza się powiedzenie, że wielkie odkrycia naukowe często są dziełem przypadku, ale tylko wtedy, jeśli te przypadki trafiają się osobom przygotowanym.

W oryginalnych doświadczeniach Y. Rossetiego i in. (1998) uczestniczyło 16 pacjentów z uszkodzoną prawą półkulą mózgu, dotkniętych uporczywym zaniedbywaniem lewostronnym.

W eksperymencie pierwszym uczestniczyło 8 osób z zaniedbywaniem oraz 5 osób zdrowych tworzących grupę kontrolną. Zarówno w preteście, jak i postteście badany miał zasłonięte oczy i wykonywał 10 prób wskazywania prawą ręką prosto przed siebie. Postępowanie eksperymentalne polegało na zastosowaniu adaptacji pryzmatycznej: uczestnicy zakładali gogle wyposażone w soczewki pryzmatyczne przesuwające pole wzrokowe 10° na prawo. Czas trwania takiego treningu wynosił od 2 do 5 minut. W tym czasie uczestnicy wykonywali ćwiczenie polegające na wskazaniu palcem określonego punktu w przestrzeni. Proszono ich, aby wykonywali szybki ruch, jednak dostosowany do ich własnych możliwości. Badani widzieli cel, drugą połowę trajektorii ruchu ręki oraz mogli oszacować błąd wykonania.

Zgodnie z oczekiwaniami grupa osób z zaniedbywaniem wskazywała w preteście kierunek „prosto przed siebie” na prawo, podczas gdy grupa kontrolna wskazywała właściwie. Po adaptacji pryzmatycznej, w postteście, obie grupy ujawniły przesunięcie wskazywania „prosto przed siebie” w stronę lewą. W ten sposób patologiczne odchylenie występujące u pacjentów zostało zredukowane. Doświadczenie to pokazało, że osoby z zaniedbywaniem stronnym potrafią w dużym stopniu przystosować się do bocznego przesunięcia pola wzrokowego na prawo oraz że adaptacja pryzmatyczna pozwala im na wykonywanie tego zadania na poziomie zbliżonym do normalnego. Ten wynik, rzecz jasna, nie był nazbyt obiecujący, biorąc pod uwagę wcześniejsze badania nad adaptacją pryzmatyczną.

Eksperyment drugi miał na celu odpowiedzieć na pytanie, czy adaptacja pryzmatyczna może również doprowadzić do poprawy głównych klinicznych objawów zaniedbywania? W tej części udział wzięło 12 osób cierpiących na zaniedbywanie, losowo przydzielonych do grupy eksperymentalnej, w której zastosowano pryzmaty, oraz do grupy kontrolnej, która miała założone neutralne gogle (szklane płytki nie deformujące pola widzenia). Wszyscy pacjenci wykonywali serię klasycznych testów neuropsychologicznych w 3 sesjach pomiarowych: pretest – przed adaptacją pryzmatyczną; posttest – tuż po usunięciu pryzmatów; późny test – 2 godziny po usunięciu pryzmatów. Okazało się, że wszyscy pacjenci z grupy eksperymentalnej ujawnili wyraźną poprawę wykonywania zadań we wszystkich testach BIT. Natomiast w grupie kontrolnej nie odnotowano żadnej istotnej poprawy.

Tak więc w odróżnieniu od innych metod rehabilitacyjnych u pacjentów wykazujących klasyczne właściwości poważnego wzrokowego zaniedbywania w wyniku uszkodzenia prawej półkuli mózgu zanotowano znaczną i trwałą poprawę po krótkim okresie adaptacji do pryzmatycznego przesunięcia pola wzrokowego na prawo. Wyniki eksperymentów Rossettiego i in. sugerują, iż proces adaptacji do pryzmatu może wpływać na reorganizację wyższych poziomów reprezentacji przestrzeni, których czynność jest upośledzona u pacjentów z zaniedbywaniem.

Jakie symptomy zaniedbywania łagodzi adaptacja pryzmatyczna?

W ślad za pierwszymi sukcesami, grupa Y. Rossettiego przeprowadziła szereg projektów badawczych, których celem było określenie zakresu poprawy, jak i jej trwałości oraz mechanizmów leżących u jej podłoża. Badania te pokazały, że poprawa stanu pacjenta dotyczy znacznie większego zakresu symptomów i jest trwalsza niż można było przypuszczać.

Umysłowa reprezentacja przestrzeni

G. Rode i in. (2001) zastosowali dwa testy badające wzrokową reprezentację przestrzeni: uczestnicy proszeni byli o narysowanie z pamięci stokrotki oraz przywołanie z pamięci mapy Francji i nazwanie tylu miast, ile są w stanie. W obu zadaniach w preteście stwierdzono znaczne symptomy zaniedbywania. Pacjenci rysowali prawe strony kwiatków i lodyg oraz potrafili przypomnieć sobie tylko miasta na wschodzie Francji. Sytuacja zmieniła się gwałtownie i korzystnie po adaptacji.

Z kolei R. D. McIntosh, Y. Rossetti i A. D. Milner (2002) pokazali poprawę reprezentacji dotykowej przestrzeni, stosując opisany powyżej test McIntosha. Wynik ten sugeruje, że adaptacja pryzmatyczna może wpływać na reprezentację przestrzeni wysokiego poziomu.

Uwaga przestrzenna

Poprawa w wykonywaniu testu bisekcji linii uzyskana w badaniach Y. Rossettiego i in. (1998) sugeruje, że adaptacja pryzmatyczna poprawia dystrybucję uwagi przestrzennej. Jednak doświadczenia wykonane przez A. P. Morrisa i in. (2004) nie potwierdziły w pełni tego wniosku. Sprawdzili oni wpływ adaptacji pryzmatycznej na poszukiwanie wzrokowe na grupie 4 pacjentów z zaniedbywaniem. Zadaniem ich było jak najszybsze określenie, czy w tablicy znaków znajduje się poszukiwany element. Tablice mogły zawierać 12, 24 lub 48 znaków. W preteście pacjenci faworyzowali prawą stronę, co objawiało się większą liczbą przeoczeń, gdy poszukiwany element wyświetlano po lewej stronie. Niestety, adaptacja pryzmatyczna nie przyniosła żadnej poprawy.

Dysleksja

A. Farne i in. (2002) prześledzili kilka dalszych korzystnych efektów wynikających z zastosowania adaptacji pryzmatycznej w przypadku rzadszej dolegliwości związanej z zaniedbywaniem, mianowicie dysleksji spowodowanej zaniedbywaniem stronnym.

Otrzymane rezultaty wykazały, że krótkotrwała (od 5 do 7 minut) adaptacja pryzmatyczna, oprócz poprawy testów wzrokowo-ruchowych, prowadzi do poprawy wyników pacjentów w zakresie umiejętności wzrokowo-przestrzennych, takich jak na przykład czytanie prostych słów.

Postura

Pacjenci z prawostronnym niedowładem połowicznym mają większe trudności w utrzymaniu postury niż osoby z niedowładem lewostronnym (Rode, Tiliket, Boisson, 1997). Obserwacja ta nasunęła przypuszczenie, że efekt ten może być wynikiem zaburzeń raczej w generowaniu reprezentacji postury niż problemów ściśle ruchowych, ponieważ prawa, uszkodzona półkula odpowiedzialna jest za tworzenie takiej reprezentacji. Przypuszczenie to stało się impulsem do zastosowania adaptacji pryzmatycznej u takich pacjentów. C. Tilikete i in. (2001) wykazali istotną poprawę parametrów posturograficznych po zastosowaniu adaptacji pryzmatycznej.

Jak długo utrzymuje się poprawa?

W przeciwieństwie do innych metod rehabilitacyjnych, adaptacja pryzmatyczna utrzymuje się stosunkowo długo. Pomiary czasu trwania poprawy nie były prowadzone dotąd w sposób systematyczny. W większości badań posttest wykonywany był po 2 godzinach od zakończenia adaptacji. Jednak w nielicznych pracach ponowiono testy po dłuższych przerwach.

A. Farne i in. (2002) pokazał, że uzyskane efekty trwały co najmniej 24 godziny. Na jeszcze dłuższy okres poprawy wskazują badania L. Piselli i in. (2002), którzy wykorzystali procedurę adaptacji pryzmatycznej, aby prześledzić jej wpływ na zaniedbywanie u dwóch pacjentek. Zastosowali podstawowe zadania: wskazywanie prosto przed siebie przy zasłoniętych oczach oraz bisekcję linii. Efekt poprawy utrzymywał się przez okres 5 dni.

Y. Hatada, R. C. Miall i Y. Rossetti (2005) natomiast ustalili, że pojedyncza sesja adaptacyjna (nieco inna i dłuższa niż opisana w poprzednich pracach) prowadzi do zdumiewająco długiej poprawy. Mianowicie utrzymywała się ponad 6 dni. Co więcej, pokazano, że efekty następcze nie zanikały w sposób stopniowy, jak się należało spodziewać, lecz wyraźnie ulegały zmianom fazowym: po początkowym trwającym 6 godzin stopniowym zaniku, pojawiła się fala wzrostu trwająca od 1 do 3 dni.

Dlaczego adaptacja pryzmatyczna łagodzi symptomy zaniedbywania?

Niewiele wiadomo na temat mózgowych mechanizmów adaptacji pryzmatycznej. Skuteczność i trwałość efektu adaptacji pryzmatycznej sugerują, że nie mamy do czynienia wyłącznie z niespecyficznym aktywowaniem prawej półkuli lub poprawy funkcjonowania lewostronnych procesów sensorycznych. Chodzi o, jak sugerowali Y. Rossetti i in. (1998), aktywowanie procesów plastyczności struktur mózgowych zaangażowanych w wysokiego poziomu reprezentację przestrzeni (powiązaną z integracją wielosensoryczną). Wskazuje na to fakt, że przesunięcie lewego pola widzenia w kierunku centrum siatkówki niewiele przynosi, jeśli nie jest powiązane z aktywnym treningiem wzrokowo-ruchowym (Rossi, Kheifets, Reding, 1990).

Według drugiego modelu zaproponowanego przez Y. Rossettiego i in. (1998), który bynajmniej nie wyklucza pierwszego, naturalny proces zdrowienia, odzyskiwania poprawnego widzenia jest stymulowanym sygnałem rozbieżności pomiędzy spodziewaną pozycją ręki badanego a jej przesuniętą pozycją, którą badany widzi w momencie wkraczania ręki w pole wzrokowe. Ten sygnał dokładnie wskazuje osobie, iż jej aktualne działanie jest „przechylone” w stronę prawą w porównaniu do zamierzonego. Zastosowanie pryzmatu może łamać specyficzną kierunkowo spójność między informacjami prioproceptywnymi i wzrokowymi oraz wprowadzać sygnał użyteczny dla stymulacji łagodzenia zaniedbywania lewostronnego.

Koncepcję tę potwierdzają najnowsze badania grupy Y. Rossettiego (Luaute i in., 2006), w których zastosowano technikę PET przed i po adaptacji pryzmatycznej w celu ustalenia, jakie struktury mózgowie korelują z poprawą wykonania testów BIT. Stwierdzono, że są to: prawy mózdzek, tylna część kory ciemieniowej po prawej stronie oraz lewa przyśrodkowa kora skroniowa i lewa kora skroniowo-potyliczna. Ponieważ mózdzek jest odpowiedzialny za porównywanie zamierzonej i wykonanej akcji, twierdzi się, że założenie okularów pryzmatycznych prowadzi do stymulacji mózdzku, w którym wykonywane są „obliczenia” konieczne do wykonania korekty sygnałów wzrokowych i ruchowych. Natomiast kliniczna poprawa na skutek adaptacji pryzmatycznej następuje poprzez modulację obszarów korowych wyzwalaną sygnałem z mózdzku. Na kluczową rolę mózdzku i tylnej części kory ciemieniowej wskazują również badania L. Piselli i in. (2004), którzy skoncentrowali się na procesach oraz neuronalnych substratach włączonych w proces adaptacji pryzmatycznej.

Na to, jak wyglądają procesy adaptacji pryzmatycznej na poziomie komórkowym, powinny odpowiedzieć przyszłe badania.

LITERATURA CYTOWANA

- Behrmann, M., Moscovitch, M., Black, S. E., Mozer, M. (1990). Perceptual and conceptual factors in neglect dyslexia: two contrasting case studies. *Brain*, 113, 1163–1183.
- Bisiach, E., Luzzatti, C. (1978). Unilateral neglect of representational space. *Cortex*, 14, 129–133.
- Bisiach, E., Valar, G. (1988). Hemispacial neglect in humans. W: F. Boller, J. Grafman (red.) *Handbook of neurophysiology* (s. 195–222). Amsterdam: Elsevier.
- Carter, R. (1999). *Tajemniczy świat umysłu*. Poznań: Oficyna Wydawnicza Atena.
- Cassidy, T. P., Lewis, S., Gray, C. S. (1998). Recovery from visuospatial neglect in stroke patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 64, 555–557.
- Driver, J., Vuilleumier, P. (2001). Perceptual awareness and its loss in unilateral neglect and extinction. *Cognition*, 79, 39–88.
- Farne, A., Rossetti, Y., Toniolo, S., Ladavas, E. (2002). Ameliorating neglect with prism adaptation: visuo-manual and visuo-verbal measures. *Neuropsychologia*, 40, 718–729.
- Ferber, S., Karnath, H.-O. (2001). How to assess spatial neglect – line bisection or cancellation tasks? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23, 599–607.
- Hari, R., Renvall, H., Tanskanen, T. (2001). Left minineglect in dyslexic adults. *Brain*, 124, 1373–1380.
- Hatada, Y., Miall, R. C., Rossetti, Y. (2005). Two waves of a long-lasting aftereffect of prism adaptation measured over 7 days. *Experimental Brain Research*, 18, 1–10.

- Heilman, K. M., Bowers, D., Coslett, H. B., Whelan, H., Watson, R. T. (1985). Directional hypokinesia. *Neurology*, *35*, 855–859.
- Ingram, J. (1996). *Płonący dom. Odkrywając tajemnice mózgu*. Warszawa: Prószyński i S-ka.
- Jaśkowski, P., Rusiak, P. (2005). Posterior parietal cortex and developmental dyslexia. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, *65*, 79–94.
- Ládavas, E., Umiltà, C., Mapelli, D. (1997). Lexical and semantic processing in the absence of word reading: evidence from neglect dyslexia. *Neuropsychologia*, *35*, 1075–1085.
- Luaute, J., Michel, C., Rode, G., Pisella, L., Jacquin-Courtois, S., Costes, N. i in. Functional anatomy of the therapeutic effects of prism adaptation on left neglect. *Neurology* (in press).
- Mattingley, J. B., Bradshaw, J. L., Phillips, J. G. (1992). Impairments of movements inhibition and execution in unilateral neglect. *Brain*, *115*, 1849–1874.
- McIntosh, R. D., Rossetti, Y., Milner, A. D. (2002). Prism adaptation improves chronic visual and haptic neglect. *Cortex*, *38*, 309–320.
- Misonou, K., Ishiai, S., Seki, K., Koyama, Y., Nakano, N. (2004). How do patients with neglect see a horizontal line? Analysis of performances in coloured line bisection task. *Journal of Neurology*, *251*, 696–703.
- Morris, A. P., Kritikos, A., Berberovic, N., Pisella, L., Chambers, C. D., Mattingley, J. B. (2004). Prism adaptation and spatial attention: A study of visual search in normals and patients with unilateral neglect. *Cortex*, *40*, 703–721.
- Pisella, L., Michel, C., Gire, H., Tiliket, C., Vigletto, A., Rossetti, Y. (2004). Preserved prism adaptation in bilateral optic ataxia: strategic versus adaptive reaction to prisms. *Experimental Brain Research*, *156*, 399–408.
- Redding, G. M., Rossetti, Y., Wallace, B. (2005). Applications of prism adaptation: A tutorial in the theory and method. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *29*, 431–444.
- Robertson, I. H., Halligan, P. W. (1999). *Spatial neglect: A clinical handbook for diagnosis and treatment*. Hove, England: Psychology Press/Taylor & Francis (UK).
- Rode, G., Rossetti, Y., Boisson, D. (2001). Prism adaptation improves representational neglect. *Neuropsychologia*, *39*, 1250–1254.
- Rode, G., Rossetti, Y., Li, L., Boisson, D. (1999). The effect of prism adaptation on neglect for visual imagery. *Behavioral Neurology*, *11*, 251–258.
- Rode, G., Tiliket, C., Boisson, D. (1997). Predominance of postural imbalance in left hemiparetic patients. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, *29*, 11–16.
- Rossetti, Y., Rode, G. (2002). Reducing spatial neglect by visual and other sensory manipulations: non-cognitive (physiological) routes to the rehabilitation of a cognitive disorder. W: H.-O. Karnath, A. D. Milner, G. Vallar (red.) *The cognitive and neural bases of spatial neglect* (s. 375–396). New York, NY: Oxford University Press.
- Rossetti, Y., Rode, G., Pisella, L., Farne, A., Li, L., Boisson, D. i in. (1998). Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect. *Nature*, *395*, 166–169.
- Rossi, P. W., Kheyfets, S., Reding, M. J. (1990). Frensel prisms improve visual perception in stroke patients with homonymous hemianopia or unilateral visual neglect. *Neurology*, *40*, 1597–1599.

- Tilikete, C., Rode, G., Rossetti, Y., Pichon, J., Li, L., Boisson, D. (2001). Prism adaptation to rightward optical deviation improves postural imbalance in left-hemiparetic patients. *Current Biology*, 11, 1–20.
- Vallar, G. (1998). Spatial hemineglect in humans. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 87–97.
- Verleger, R., Jaśkowski, P. (2006). Effects of masked stimuli on attention and response tendencies as revealed by event-related EEG potentials: Possible application to understanding neglect. W. H. Ogmen, B. G. Breitmeyer (red.) *The first half second: The microgenesis and temporal dynamics of unconscious and conscious visual processes* (s. 225–240). Cambridge, MA: MIT Press.
- Wojciulik, E., Rorden, C., Clarke, K., Husain, M., Driver, J. (2004). Group study of an „undercover” test for visuospatial neglect: invisible cancellation can reveal more neglect than standard cancellation. *Journal of Neurological and Neurosurgical Psychiatry*, 75, 1356–1358.