

## Adaptacja pryzmatyczna w rehabilitacji pacjentów z jednostronnym zaniedbywaniem przestrzeni

Celem artykułu jest przybliżenie badań nad adaptacją pryzmatyczną jako metodą rehabilitacji pacjentów z deficytem uwagi – jednostronnym zaniedbywaniem przestrzeni, w skrócie: pomijaniem stronnym. Badania te mają bezpośrednią wartość aplikacyjną. Ich zamiarem jest odkrycie mechanizmów adaptacji pryzmatycznej i jej zastosowanie w rehabilitacji neuropsychologicznej. Pacjenci z pomijaniem stronnym ignorują obiekty pojawiające się w obszarze pola widzenia przeciwległym do lokalizacji uszkodzenia mózgu, które jest źródłem tego deficytu. Powoduje to znaczne trudności w codziennym funkcjonowaniu. Wiele badań klinicznych wskazuje na pozytywne efekty związane z zastosowaniem tej metody, inne wyniki każą wątpić w skuteczność tej terapii. Nieścisłości te stanowią przedmiot kolejnych badań i rozważań nad adaptacją pryzmatyczną.

Przedmiotem niniejszego referatu są badania nad adaptacją pryzmatyczną i możliwością jej zastosowania w rehabilitacji pacjentów z jednostronnym zaniedbywaniem przestrzeni (*hemispatial neglect*), czyli pomijaniem stronnym.

Pomijanie stronne jest uznawane za deficyt uwagi i występuje na skutek uszkodzeń mózgu lokalizowanych w obszarach skroniowo-ciemieniowych prawej półkuli [Danckert, Ferber 2006]. Deficyt ten ma bardzo subtelny charakter, objawia się w ignorowaniu bodźców, które pojawiają się po stronie przeciwnej do lokalizacji uszkodzenia, przy czym najczęściej jest to strona lewa. W standardowych testach do oceny pomijania stronnego pacjenci dzielą poziomą linię na pół (*line bisection*); za przejaw pomijania stronnego uznawane jest zaznaczenie „środką” linii bliżej prawego jej końca. W trakcie diagnozy pacjenci są także proszeni o narysowanie tarczy zegara. Przemieszczają oni godziny na prawą stronę tarczy zegara. Innym standardowym testem służącym do oceny objawów pomijania stronnego jest skreślanie obiektów rozmieszczonych na kartce papieru. Pacjenci skreślają tylko obiekty położone po prawej stronie kartki [Danckert, Ferber 2006].

Pomijanie stronne nie dotyczy jedynie bodźców wzrokowych. Podobne trudności pacjenci przejawiają w zadaniach wyobraźniowych. Na przykład błędnie dzielą liniową, umysłową reprezentację ciągu liczb, przesuując jej środek w stronę prawą [Ishiai, Koyama, Nakano, Seki, Nishida, Hayashi 2004; Vuilleumier, Ortigue, Brugger 2004; Zorzi, Priftis, Umiltà 2002].

Procedura adaptacji pryzmatycznej polega na ćwiczeniu pacjentów w wykonywaniu ruchów ręką w stronę dwóch punktów (naprzemiennie) w goglach pryzmatycznych, które przesuwiają widziany obraz w prawą stronę (Rys. 1, 2, 3).



Rysunek 1. Przyrząd służący do adaptacji pryzmatycznej



Rysunek 2. Przesunięcie obrazu wzrokowego za pomocą gogli pryzmatycznych



Rysunek 3. Gogle pryzmatyczne

Początkowo, wykonując zadanie wskazywania, pacjenci popełniają błędy. Z czasem jednak wykonują to zadanie poprawnie, co stanowi przejaw zaadaptowania się do przesunięcia obrazu wywołanego przez gogle. Aby poprawnie wskazać punkty, pacjent musi dokonać korekty ruchu ręki w lewą stronę. Ta korekta jest uznawana za źródło pozytywnych efektów terapeutycznych adaptacji pryzmatycznej obserwowanych po zdjęciu gogli.

Zdaniem Jamesa Danckerta i Susanne Ferber [2006] gogle pryzmatyczne indukują błąd (przesunięcie w prawą stronę), którego korekta zmniejsza błąd wywołany przez uszkodzenie mózgu. Ponadto zastosowanie gogli zwiększa liczbę ruchów gałek ocznych w lewą stronę. W ten sposób gogle wpływają na zachowania motoryczne niezbędne do świadomego spostrzegania bodźców (eksploracja).

Według Yves'a Rossetiego [Rossetti, Rode, Pisella, Farnè, Li, Boisson, Perenin 1998] i Gilles'a Rode'a [Rode, Rossetti, Li, Boisson 1998] pozytywne oddziaływania adaptacji pryzmatycznej są wynikiem stymulacji zmian plastycznych w mózgu. Procesy te są inicjowane dzięki zasygnalizowaniu błędu w konstrukcji przestrzeni wywołanego przez uszkodzenie mózgu. Uszkodzenie to odpowiada również za brak świadomości deficytu uwagi. Sygnał błędu pochodzi z rozbieżności pomiędzy konstruowaną reprezentacją przestrzeni a rezultatami działania w tej przestrzeni. Adaptacja pryzmatyczna sygnalizuje zatem błąd i skłania do jego korekty – zmian plastycznych i przekształceń w obrębie wyższorzędowej reprezentacji przestrzeni.

Według Andrei Serino i współpracowników [Serino, Angeli, Frassinetti, Làdavas 2006] korekta ruchu ręki w lewą stronę pociąga za sobą odchylenie całego systemu okulomotorycznego, które jest następnie wzmacniane przez środowisko pacjenta (zapewnia sprawne funkcjonowanie w przestrzeni).

Z kolei Gordon M. Redding i Benjamin Wallace [2003, 2004, 2006] wyodrębniają dwa mechanizmy odpowiedzialne za pozytywne efekty adaptacji pryzmatycznej: kalibrację (*calibration*) i ponowne dopasowanie (*realignment*). Kalibracja polega na

modyfikacji wykonywanego ruchu w przypadku zaistnienia nowych okoliczności w celu zwiększenia jego precyzji (przejawia się w poprawie wykonania zadania wskazywania). Dopasowanie (*alignment*) polega na przekształceniu poleceń motorycznych wydawanych w obrębie jednego systemu koordynatów sensoryczno-motorycznych, czyli sposobów reprezentowania przestrzeni, na inny system, z uwzględnieniem różnic pomiędzy nimi. Przestrzeń jest reprezentowana w wielu systemach odniesienia: oko, głowa, tułów, ręka. Sprawne wykonywanie ruchów musi uwzględniać swego rodzaju komunikację między nimi, stąd wynika konieczność „tłumaczenia” poleceń motorycznych. Podstawą ponownego dopasowania jest wykrycie niezgodności pomiędzy reprezentacjami. Niezgodność ta jest indukowana przez gogle. Następnie jest ona usuwana przez „dopasowanie” reprezentacji. Przejawem tego procesu jest efekt następczy, czyli przesunięcie obserwowane w zadaniach przestrzennych po zdjęciu gogli.

Badania nad adaptacją pryzmatyczną mają charakter kliniczny i eksperymentalny. W badaniach klinicznych próbuje się określić, jak skuteczna jest adaptacja pryzmatyczna w niwelowaniu objawów pomijania stronnego. Celem badań eksperymentalnych jest z kolei zdefiniowanie i wyjaśnienie procesów leżących u podłoża adaptacji. Wiele badań wskazuje na skuteczność rehabilitacji za pomocą adaptacji pryzmatycznej, inne wyniki nie skłaniają do entuzjazmu. Ważne znaczenie ma tutaj sprecyzowanie zakresu funkcji, które ulegają poprawie po zastosowaniu adaptacji pryzmatycznej, a więc: funkcje percepcyjno-motoryczne (badane w zadaniu dzielenia linii), percepcyjne i wyobrażeniowe. Nie we wszystkich tych obszarach badania wskazują na skuteczność adaptacji pryzmatycznej (Tab. 1, 2).

**Tabela 1. Badania kliniczne nad skutecznością adaptacji pryzmatycznej w rehabilitacji pacjentów z pomijaniem stronnym**

Rodzaj zadania	Poprawa	Brak poprawy
Zadania percepcyjno-motoryczne	Serino i in. 2006; Frassinetti, Angeli, Meneghello, Avanzi, Làdavas 2002; Farnè, Rossetti, Toniolo, Làdavas 2002; Pisella, Rode, Farnè, Boisson, Rossetti 2002; Rossetti i in. 1998; Rossetti, Rode, Pisella, Farnè, Li, Boisson 1999; Humphreys, Watelet, Riddoch 2006; Datié, Paysant, Destainville, Sagas, Beis, André 2006; Angeli, Banassi, Làdavas 2004	Rossetti, Jacquin-Courtois, Rode, Ota, Michel, Boisson 2004

Rodzaj zadania	Poprawa	Brak poprawy
Zadania percepcyjne	Serino i in. 2006; Frassinetti i in. 2002; Farnè i in. 2002	Datié i in. 2006; Sarri, Klara, Greenwood, Driver 2006; Ferber, Danckert, Joannis, Goltz, Goodale 2003
Zadania wyobrażeniowe	Rode i in. 1998; Rossetti i in. 1999, 2004	Frassinetti i in. 2002

Źródło: opracowanie własne.

Tabela. 2. Badania nad adaptacją pryzmatyczną prowadzone z udziałem osób zdrowych

Rodzaj zadania	Wpływ	Brak wpływu
Zadania percepcyjno- -motoryczne	Girardi, McIntosh, Michel, Vallar, Rossetti 2004; Karenbach, Munka, Cunningham 2002; Michel i in. 2003	Datié i in. 2006
Zadania percepcyjne	Berberovic, Mattingley 2003; Michel, Pisella, Halligan, Luauté, Rode, Boisson, Rossetti 2003; Redding, Wallace 1996, 2000, 2001, 2004, 2006	–
Zadania wyobrażeniowe	–	Rode i in. 1998; Rossetti i in. 2004

Źródło: opracowanie własne.

Przegląd badań nad adaptacją pryzmatyczną w kontekście wyjaśnienia mechanizmów leżących u podłoża obserwowanych efektów dostarcza kolejnych wątpliwości. Niezależnie od tego, które wyjaśnienie teoretyczne zostanie uznane za poprawne i wyczerpujące, można się spodziewać, że zastosowanie adaptacji powoduje wystąpienie efektu następczego w postaci swego rodzaju „przesunięcia” w stronę przeciwną do przesunięcia obrazu wzrokowego indukowanego przez gogle pryzmatyczne. Jednakże analiza wyników badań wskazuje na coś zupełnie innego (Tab. 3).

Tabela 3. Kierunek efektów następczych obserwowanych w badaniach po zastosowaniu gogli pryzmatycznych prawostronnych i lewostronnych

Rodzaj gogli pryzmatycznych	Rodzaj zadania	Obserwowany kierunek przesunięcia
Lewostronne	Wskazywanie (Berberovic, Mattingley 2003; Bernier, Gauthier, Blouin 2007); Landmark Test (Berberovic, Mattingley 2003); Manualne i percepcyjne dzielenie linii (Michel i in. 2003); Eksploracja dotykowa i wzrokowo-dotykowa okręgów (Girardi i in. 2004); Wskazywanie bez kontroli wzroku, wskazywanie z kontrolą wzroku (Redding, Wallace 2007); Ocena położenia punktu (Redding, Wallace 2007)	Strona prawa
Prawostronne	Landmark Test w przestrzeni dalszej – w bliższej nie zaobserwowano efektu (Berberovic, Mattingley 2003); Wskazywanie bez kontroli wzroku, wskazywanie z kontrolą wzroku (Redding, Wallace 2007); Ocena położenia punktu (Redding, Wallace 2007);	Strona prawa
Prawostronne	Wskazywanie (Berberovic, Mattingley 2003); Wskazywanie (Rossetti i in. 1999)	Strona lewa

Źródło: opracowanie własne.

„Prawostronne przesunięcie” po zastosowaniu adaptacji pryzmatycznej występuje zdecydowanie częściej, niezależnie od rodzaju gogli (prawostronne, lewostronne). Jest to szczególnie interesujące, gdyż w przypadku pacjentów z pomijaniem stronnym oczekiwane jest „przesunięcie uwagi” w stronę lewą. Różnice w efektach uzyskiwanych w grupie pacjentów i osób zdrowych powinny zostać zgłębione i wyjaśnione w badaniach empirycznych.

Rozstrzygnięcie wątpliwości dotyczących zakresu funkcji (zadań), które podlegają wpływowi adaptacji pryzmatycznej, jest kolejnym problemem, z jakim należy się zmierzyć w badaniach eksperymentalnych. Można oczekiwać, że badania te pozwolą na dopracowanie procedury adaptacji pryzmatycznej i zwiększenie jej efektywności w rehabilitacji pacjentów z pomijaniem stronnym. Co więcej, systematyczny prze-

gląd funkcji w zakresie od motoryczno-percepcyjnych przez czysto percepcyjne po wyobrażeniowe odpowiada zakresowi możliwości generalizacji efektów adaptacji pryzmatycznej. Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że w trakcie adaptacji wykonywane jest zadanie percepcyjno-motoryczne, oczekuje się natomiast jej wpływów (efektów następczych) w innych obszarach, „odległych” od motoryki, czego przykładem może być wyobrażenia wzrokowa. Ma to szczególne znaczenie dla określenia przydatności adaptacji pryzmatycznej w rehabilitacji i ocenie szans pacjentów na sprawne funkcjonowanie w codziennym życiu.

## BIBLIOGRAFIA

- Angeli V., Banassi M.G., Làdavas E. (2004). *Recovery of Oculo-motor Bias in Neglect Patients after Prism Adaptation*. „Neuropsychologia” 44, s. 1223–1234.
- Berberovic N., Mattingley J.B. (2003). *Effects of Prismatic Adaptation on Judgments of Spatial Extent in Peripersonal and Extrapersonal Space*. „Neuropsychologia” 41, s. 493–503.
- Bernier P.M., Gauthier G.M., Blouin J. (2007). *Evidence for Distinct, Differentially Adaptable Sensorimotor Transformations for Reaches to Visual and Proprioceptive Targets*. „Journal of Neurophysiology” 98, s. 1815–1819.
- Danckert J., Ferber S. (2006). *Revisiting Unilateral Neglect*. „Neuropsychologia” 44, s. 987–1006.
- Datié A.M., Paysant J., Destainville S., Sagas A., Beis J.M., André J.M. (2006). *Eye Movements and Visuo-verbal Descriptions Exhibit Heterogeneous and Dissociated Patterns before and after Prismatic Adaptation in Unilateral Spatial Neglect*. „European Journal of Neurology” 13, s. 772–779.
- Farnè A., Rossetti Y., Toniolo S., Làdavas E. (2002). *Ameliorating Neglect with Prism Adaptation: Visuo-manual and Visuo-verbal Measurements*. „Neuropsychologia” 40, s. 718–729.
- Ferber S., Danckert J., Joannis M., Goltz H.C., Goodale M.A. (2003). *Eye Movements Tell Only Half the Story*. „Neurology” 60, s. 1826–1828.
- Frassinetti F., Angeli V., Meneghello F., Avanzi S., Làdavas E. (2002). *Long-lasting Amelioration of Visuospatial Neglect by Prism Adaptation*. „Brain” 125, s. 608–623.
- Girardi M., McIntosh R.D., Michel C., Vallar G., Rossetti Y. (2004). *Sensorimotor Effects on Central Space Representation: Prism Adaptation Influences Haptic and Visual Representations in Normal Subjects*. „Neuropsychologia” 44, s. 1477–1487.
- Humphreys G.W., Watelet A., Riddoch M.J. (2006). *Long-term Effects of Prism Adaptation in Chronic Visual Neglect: A Single Case Study*. „Cognitive Neuropsychology” 23, s. 463–478.
- Ishiai S., Koyama Y., Nakano N., Seki K., Nishida Y., Hayashi K. (2004). *Image of a Line Is Not Shrunk but Neglected. Absence of Crossover in Unilateral Spatial Neglect*. „Neuropsychologia” 42, s. 251–256.
- Karenbach Ch., Munka L., Cuningham D. (2002). *Visuomotor Adaptation: Dependency on Motion Trajectory*, [w:] R. Würtz, M. Lappe (red.), *Dynamic Perception* (s. 177–182). St. Augustin: Infix Verlag.
- Michel C., Pisella L., Halligan P.W., Luauté J., Rode G., Boisson D., Rossetti Y. (2003). *Simulating Unilateral Neglect in Normals Using Prism Adaptation: Implications for Theory*. „Neuropsychologia” 41, s. 25–39.
- Pisella L., Rode G., Farnè A., Boisson B., Rossetti Y. (2002). *Dissociating Long Lasting Improvements of Straight-ahead Pointing and Line Bisection in Two Hemineglect Patients*. „Neuropsychologia” 40, s. 327–334.
- Redding G.M., Wallace B. (1996). *Adaptive Spatial Alignment and Strategic Perceptual-motor*

- Control*. „Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance” 22, s. 379–394.
- Redding G.M., Wallace B. (2000). *Prism Exposure Aftereffects and Direct Effects for Different Movements and Feedback Times*. „Journal of Motor Behavior” 32, s. 83–99.
- Reading G.M., Wallace B. (2001). *Calibration and Alignment Are Separable: Evidence from Prism Adaptation*. „Journal of Motor Behavior” 33, s. 401–412.
- Redding G.M., Wallace B. (2003). *Dual Prism Adaptation: Calibration or Alignment?* „Journal of Motor Behavior” 35, s. 399–408.
- Redding G.M., Wallace B. (2004). *First-trial “Adaptation” to Prism Exposure: Artifact of Visual Capture*. „Journal of Motor Behavior” 36, s. 291–304.
- Redding G.M., Wallace B. (2006). *Prism Adaptation and Unilateral Neglect: Review and Analysis*. „Neuropsychologia” 44, s. 1–20.
- Redding G.M., Wallace B. (2007). *Prism adaptation and unilateral neglect* [referat]. The Joint Meeting of the Psychonomic Society and the Experimental Psychology Association, Edinburgh.
- Rode G., Rossetti Y., Li L., Boisson D. (1998). *Improvement Mental Imagery after Prism Exposure in Neglect: A Case Study*. „Behavioral Neurology” 11, s. 251–258.
- Rossetti Y., Rode G., Pisella L., Farnè A., Li L., Boisson D., Perenin M. (1998). *Prism Adaptation to Rightward Deviation Rehabilitates Left Hemispatial Neglect*. „Nature” 395, s. 166–169.
- Rossetti Y., Rode G., Pisella L., Farnè A., Li L., Boisson D. (1999). *Sensorimotor Plasticity Cognition: Prism Adaptation Can Affect Various Levels of Space Representations*, [w:] M.A. Greal, J.A. Thomson (red.), *Studies on Perception and Action V* (s. 265–269). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Rossetti Y., Jacquin-Courtois S., Rode G., Ota H., Michel C., Boisson D. (2004). *Does Action Make the Link between Number and Space Representation?* „Research Report” 15, s. 426–430.
- Sarri M., Klara L., Greenwood R., Driver J. (2006). *Prism Adaptation Changes Perceptual Awareness for Chimeric Visual Objects but Not for Chimeric Faces in Spatial Neglect after Right-hemisphere Stroke*. „Neurocase” 12, s. 127–135.
- Serino A., Angeli V., Frassinetti F., Làdavas E. (2006). *Mechanisms Underlying Neglect Recovery after Prism Recovery*. „Neuropsychologia” 44, s. 1068–1078.
- Vuilleumier P., Ortigue S., Brugger P. (2004). *The Number Space and Neglect*. „Cortex” 40, s. 399–410.
- Zorzi M., Priftis K., Umiltà C. (2002). *Neglect Disrupts the Mental Number Line*. „Nature” 417, s. 138–139.

### **Prismatic Adaptation in the Rehabilitation of Patients with Hemispatial Neglect**

The goal of this article was to approximate the research on the prismatic adaptation as a method of rehabilitation of patients with attentional deficit – hemispatial neglect. These research have a direct application value. The goal of it is to discover the mechanisms of prismatic adaptation and put it into practice in neuropsychological rehabilitation. The patients with hemispatial neglect ignore objects appearing in the contralesional visual field. It is the source of substantial difficulties in daily functioning. Many results of clinical experiments suggest positive influence of prismatic adaptation, but some let us doubt in its effectiveness. These inconsistencies are the topic for future research on prismatic adaptation as well as careful consideration.