

NEUROPLASTYCZNOŚĆ MÓZGU WSPARCIEM ROZWOJOWYM DZIECKA WE WCZESNYM DZIECIŃSTWIE

WPROWADZENIE

Mózg człowieka pod wpływem uczenia się i doświadczeń ulega ciągłym zmianom i przeobrażeniom. Ta ciągła ewolucja stanowi fundament zmian strukturalnych zachodzących w komórkach nerwowych. R.D. Fields (2012) wskazuje, że dzięki tym zmianom każdy z nas wyposażony jest w mózg najlepiej odpowiadający warunkom środowiskowym – charakterystycznym dla danej jednostki.

Ta cudowna zdolność naszego mózgu do kształtowania się w okresie dzieciństwa aż do wczesnego wieku dorosłego zwiększa do maksimum szanse każdej jednostki na przeżycie, sukces [...] w jej obecnym środowisku, a nie środowisku [...], które zostało zapisane [...] przez dziedziczenie (Fields, 2012, s. 340).

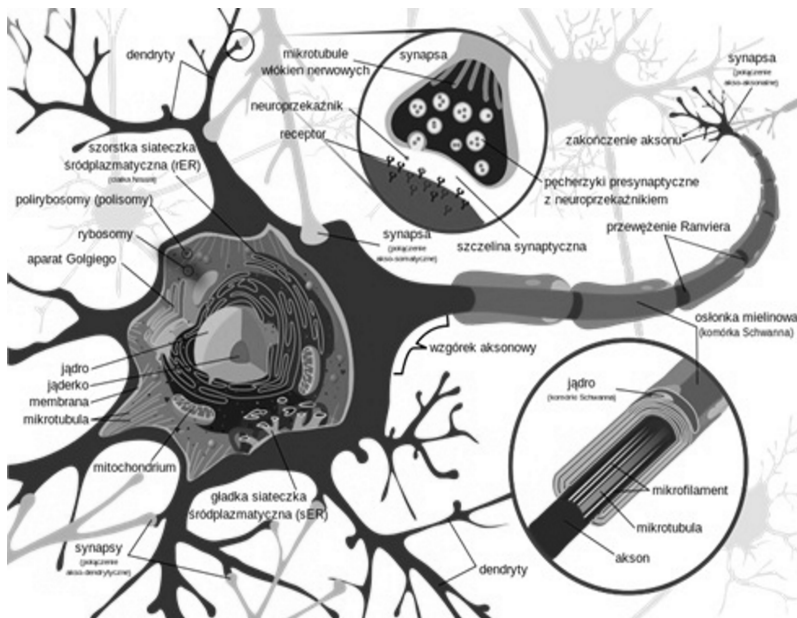
Wszystkie zmiany zachodzące w nas, nasza aktywność poznawcza, społeczna oraz przeżycia emocjonalne są odzwierciedlone w naszym mózgu. To w połączeniach nerwowych „zapisane” zostaną nabywane latami umiejętności i wiedza. Dlatego w szczególności powinniśmy dbać o zintensyfikowanie psychofizycznych aktywności dziecka w różnych zakresach, by jego mózg mógł pracować wydajnie. W związku z tym dziecko, „osadzone” w przestrzeni stymulującej i pozwalającej na zdobywanie nowych doświadczeń, ma dużo większe szanse na wytworzenie większej liczby połączeń nerwowych niż dziecko żyjące w środowisku ograniczającym doświadczenia.

PODSTAWY ROZWOJOWE MÓZGU – MIKROANATOMIA NEURONU

Neuron (ryc. 1) to „cegiełka mózgu” – podstawowa komórka nerwowa zbudowana z ciała komórkowego oraz dwu wypustek nerwowych: aksonu oraz rozgałęzień – dendrytów. Przestrzeń pomiędzy neuronami wypełniają komórki gładkie, które produ-

* Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej.

kują osłonkę mielinową (Wróbel, 2012; Smith, 1988). Mielina to wielowarstwowa substancja nadająca istocie białej kolor, występująca strefowo i od węzła do węzła (przewężenia Ranviera), stanowiącego odsłonięty fragment aksonu. Miejsca nieosłonięte mieliną to „wycieki” sygnału z aksonu, co pozwala koordynować prędkość przepływu impulsów nerwowych. Formowanie osłonek mielinowych ma miejsce w różnych okresach rozwojowych człowieka. W okresie płodowym dochodzi do mielinizacji w nielicznych obszarach mózgu, po urodzeniu fala mielinizacji przesuwa się od tylnej części mózgu do przodu, najpóźniej dociera do płatów czołowych odpowiadających za rozumowanie przyczynowo-skutkowe oraz planowanie, czyli te elementy naszego poznania, które warunkowane są doświadczeniem (Fields, 2008).



Ryc. 1. Budowa wewnętrzna neuronu

Źródło: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Neuron>.

Mielinizacja komórek nerwowych polega na ich izolacji poprzez pokrycie mieliną, stanowiącą swoisty rodzaj izolatora przyczyniającego się do wzrostu przewodnictwa impulsów elektrycznych, a to z kolei warunkuje prędkość przekaźnictwa pomiędzy neuronami. (Blakemore i Frith, 2008; Strojnowski, 1989). To przekaźnictwo informacji za pośrednictwem synaps zakończonych aksonem stanowi podstawę pobudzenia określonych grup komórek nerwowych oraz warunkuje prawidłowe funkcjonowanie naszego mózgu. W tym miejscu zaznaczyć jednak należy, że akson najczęściej zakończony jest niezmielinizowanymi odgałęzieniami tworzącymi tzw. drzewo aksonowe. Drzewka oraz odgałęzienia boczne przekazują pobudzenia między neuronami stanowiącymi swoisty rodzaj dwóch baterii: jednej skierowanej do wewnątrz – neuron presynaptyczny i drugiej skierowanej na zewnątrz – neuron post-

synaptyczny (O'Shea, 2012; Wróbel, 2012). Miejscem, które umożliwia komunikację pomiędzy neuronami, są synapsy: elektryczna i chemiczna. Synapsy elektryczne są symetryczne, dlatego przekaz odbywa się dwukierunkowo; oznacza to, że każdy z tworzących je neuronów może być pre- i postsynaptyczny. Odpowiadają one za synchronizację sieci neuronalnych oraz pozwalają na bezpośredni przepływ informacji z neuronu do neuronu bez opóźnień czasowych. Natomiast synapsy chemiczne są niesymetryczne; odpowiadają za jednokierunkowy przekaz informacji z neuronu do neuronu lub tkanki efektorowej, czyli mięśni, naczyń krwionośnych oraz gruczołów. Przekaz informacji jest możliwy dzięki udziałowi substancji chemicznych neuroprzekazników lub neurotransmiterów. W związku z tym, że część pre- i postsynaptyczna rozdzielona jest szczeliną, przepływ informacji odbywa się z opóźnieniem czasowym (Skangiel-Kramaska, 2012). Pobudzenie synaptyczne warunkuje tworzenie połączeń synaptycznych oraz decyduje o ich trwałości. Nowe połączenia nerwowe powstają od momentu przyjścia dziecka na świat, co przyczynia się do wzrostu gęstości synaptycznej. Te połączenia, które są wykorzystywane, zostają utrwalane, natomiast połączenia niewykorzystywane zostają poddane tzw. synaptycznemu przycinaniu. Wczesne dzieciństwo to szczególnie okres rozwojowy, ponieważ następuje zwiększenie liczebności i rozrost wypustek nerwowych oraz połączeń pomiędzy komórkami (Kossut, 2012; Blakemore i Frith, 2008; Strojnowski, 1989).

J. Lichtman z Uniwersytetu Harvarda wraz ze swoim zespołem (za: Mikołuszek, 2013) stworzył kolorową mapę połączeń nerwowych fragmentu mózgu, nazywając ją konektomem (ang. *connection* – połączenie). „Pokolorował” on każdą komórkę mózgu innym kolorem, wykorzystując w tym celu geny kodujące barwne białka oraz enzymy wyłączające niektóre z nich. Nowa technika „*brainbow*” – „tęczomózg” pozwoliła na wykonywanie bardzo szczegółowych map połączeń, bowiem każda wypustka miała ten sam odcień co komórka macierzysta. Wykorzystując tę technikę, Lichtman z zespołem, badając fragmenty mózgów zwierząt, stwierdził, że wraz z wiekiem liczba połączeń spada, natomiast mózgi nowo narodzonych są przygotowane do działania, ponieważ są intensywnie okablowane, jednak o ostatecznej postaci połączeń decyduje doświadczenie.

PLASTYCZNOŚĆ MÓZGU I JEJ RODZAJE

Badania prowadzone przez J. Konorskiego (1948) stały się przełomowe dla badań dotyczących funkcjonowania układu nerwowego i pozwoliły na wysunięcie stwierdzenia, że:

Pierwszą własność, dzięki której komórki nerwowe reagują na nadchodzące impulsy określonym cyklem zmian, nazywamy pobudliwością, a zmiany powstające w ośrodkach w wyniku tej własności będziemy nazywać zmianami spowodowanymi pobudliwością. Drugą własność, dzięki której w określonych układach neuronów powstają trwałe przekształcenia funkcjonalne w wyniku określonych bodźców lub ich kombi-

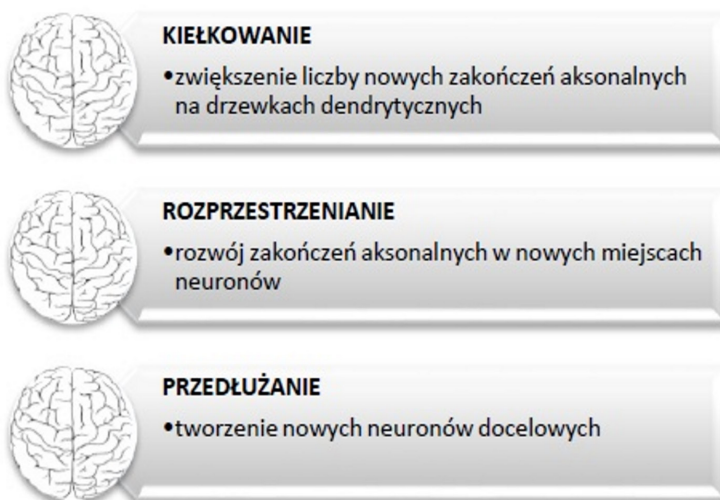
nacji, będziemy nazywać plastycznością, a odpowiadające zmiany zmianami plastycznymi (Konorski, 1948, s. 79).

Rok później D.O. Hebb (1949) przedstawił swoją teorię neuropsychologiczną opartą na założeniu, że zmiany w połączeniach nerwowych zachodzą dzięki powtarzalnym pobudzeniom neuronu, które wywołują zmiany biochemiczne i anatomiczne, będące przyczyną wzmocnienia lub osłabienia połączeń neuronalnych. Współcześnie uznano, że ludzki mózg jest zdolny do regeneracji, co wynika z jego plastyczności, której efektem są zdolności do zmian funkcji torowania lub hamowania przewodnictwa synaptycznego oraz zmian w strukturach gałązek nerwowych aksonów, dendrytów oraz synaps, a ujawniają się w następstwie powtarzanych pobudzeń receptorów (Pachalska, Kaczmarek i Kropotov, 2014). Powstawanie i lokalizacja zmian plastycznych, jak wskazuje W. Radziwiłowicz (2004), uwarunkowana jest dwoma czynnikami. Pierwszy to indywidualna cecha danego neuronu, którego pobudzenie aktywuje jego genom, oraz gotowość do wywoływania plastycznych zmian synaptycznych. Czynnikiem drugim to współdziałanie neuronów i wynikający z tego kierunek zmian. Dlatego w wyniku uczenia się dochodzi do plastycznego wzmocnienia synaptycznych połączeń, które im są silniejsze i bardziej rozgałęzione, tym efektywność tego procesu nabywania nowej wiedzy i umiejętności jest większa.

Mózg dopasowuje się do warunków i okoliczności przez całe nasze życie, tzn. że nasze doświadczenia decydują o zmianach zachodzących w naszym mózgu, a to dostosowanie nazywamy **neuroplastycznością**. W wyniku doświadczeń powstają mapy korowe, które w oparciu o naszą wiedzę i umiejętności ulegają ciągłym przeobrażeniom (Spitzer, 2008). Neuroplastyczność to

trwałe zmiany własności komórek nerwowych, zachodzące pod wpływem działania bodźców ze środowiska lub uszkodzenia układu nerwowego. [...] jest definiowana jako cecha układu nerwowego, która zapewnia zmienność, uczenie się i pamięć, zdolności samonaprawy oraz możliwości adaptacji do warunków środowiskowych (Pachalska, Kaczmarek i Kropotov, 2014, s. 69).

To zdolność układu nerwowego do adaptacji do nowych okoliczności i informacji (Blakemore i Frith, 2008). Polega na optymalnym wykorzystaniu informacji poprzez przeorganizowanie układu analizującego (Gloksin, 1988). To neuronowe procesy reorganizacji mózgu uwarunkowane rodzajem sygnałów oraz wewnętrznych stanów czynnościowych. To przebudowywanie polega na powstawaniu nowych połączeń nerwowych, które z kolei mają wpływ na poprawę przetwarzania sygnałów wejściowych (Spitzer, 2008). Tak rozumiana plastyczność stanowi podstawę tworzenia pamięci i uczenia się (Vetulani, 2014). Polega na dostosowaniu układu nerwowego do zmian środowiska zewnętrznego lub wewnętrznego. Przejawia się tworzeniem nowych zakończeń aksonalnych w przypadku anatomicznej zmiany połączeń już istniejących. Ta reorganizacja może przybierać różne postacie (ryc. 2): kiełkowania, rozprzestrzeniania oraz przedłużania (Borkowska, 2006).



Ryc. 2. Formy reorganizacji synaptycznej

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A.R. Borkowska i Ł. Domańska, 2009, s. 114; A.R. Borkowska, 2006, s. 18.

W przypadku nieuszkodzonego mózgu z plastycznością mamy do czynienia wtedy, gdy opiera się ona na komunikacji międzyneuronalnej i odnosi się do reorganizacji korowej, będącej wynikiem uczenia się i nabywanego doświadczenia (Pąchalska, Kaczmarek i Kropotov, 2014). Ta komunikacja międzyneuronalna oraz tworzenie połączeń między komórkami nerwowymi oraz ich przekształcanie stanowi fundament gromadzenia informacji, będących przyczyną zachodzenia zmian w obszarach kory mózgowej (ryc. 3).



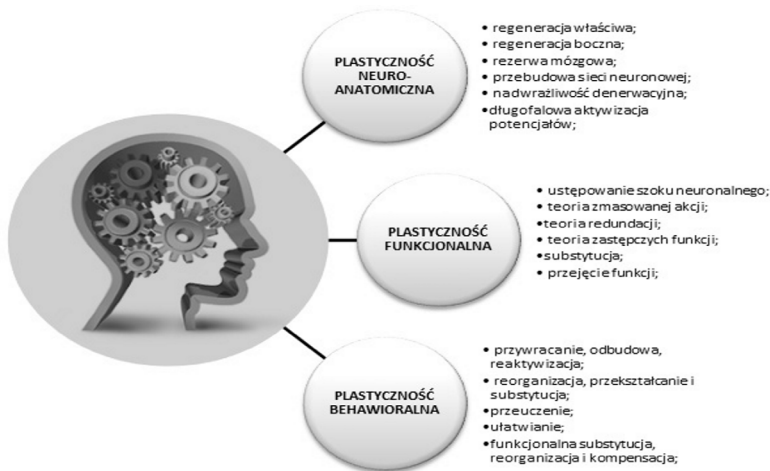
Ryc. 3. Zmiany zachodzące w mózgu pod wpływem doświadczenia

Źródło: opracowanie własne.

Wyróżniamy trzy główne rodzaje plastyczności (Pąchalska, Kaczmarek i Kropotov, 2014; Pąchalska, 2007):

- neuroanatomiczną (szybkie zmiany aktywności neuronów – w kilka sekund lub minut lub zmiany strukturalne – w kilka dni lub tygodni);
- funkcjonalną (reorganizacja sieci neuronalnych w wyniku uszkodzenia mózgu);
- behawioralną (zmiana reakcji na zaistniałe sytuacje);

w obrębie których możemy wyróżnić podrodzaje (ryc. 4).



Ryc. 4. Rodzaje plastyczności mózgu

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Pąchalska, Kaczmarek i Kropotov, 2014, s. 73–75; Pąchalska, 2007, s. 217–221.

Plastyczność mózgu odgrywa również bardzo istotną rolę w rozwoju osobniczym jednostki, dlatego możliwy jest jej podział ze względu na trzy okresy rozwojowe (Pąchalska, Kaczmarek i Kropotov, 2014):

- okres pierwszy – plastyczność rozwojowa – mózg kontroluje własny rozwój i tworzy model świata oraz kontroluje podejmowane działania służące przetrwaniu w tym świecie. Charakteryzuje go utrzymanie równowagi między powstawaniem nowych neuronów a ich zanikaniem, zakłócenia w obrębie równowagi mogą stanowić przyczynę różnych patologii rozwojowych;
- okres drugi – nauka czynności życiowych oraz uczenie się samodzielności, oparte na osiągnięciu dojrzałości przez odpowiedzialne za ich wykonywanie struktury mózgowe. Im poziom dojrzałości mózgu jest wyższy, tym kontrola własnej plastyczności jest wyższa i przejawia się doskonaleniem opanowanych czynności; wzrost doświadczenia wynikającego z uczenia się tworzy nowe połączenia nerwowe – niepowtarzalny świat JA – plastyczność mózgu. Połączenia te jednak nie są stałe, bowiem zmieniają się doświadczenia i do-

chodzi do nieustannego rewidowania otaczającej rzeczywistości;

- okres trzeci – plastyczność kompensacyjna – użytkowanie przez mózg wuczonych zdolności i sprawności – tworzenie SIEBIE i własnego modelu umysłu. Nasz mózg posiada „umiejętność” przebudowywania funkcji, która oparta jest na odzyskiwaniu funkcji utraconych poprzez angażowanie obszarów nieuszkodzonych.

M. Kossut (2012) wyróżnia plastyczność rozwojową, plastyczność pouszkodzeniową (kompensacyjną), plastyczność wywołaną wzmożonym doświadczeniem czuciowym lub ruchowym oraz plastyczność związaną z uczeniem się i pamięcią. Na podstawie prowadzonych badań wskazuje ona, że plastyczność rozwojowa jest prawidłowością rozwijającego się mózgu. Jednak podkreśla, że rola aktywności funkcjonalnej mózgu w kształtowaniu połączeń nerwowych nie jest tak duża, jak do tej pory się wydawało, bowiem wykorzystując narzędzia badawcze biologii molekularnej, zaczęto przypuszczać, że „większość połączeń nerwowych powstaje dzięki genetycznie zaprogramowanym interakcjom chemicznym”. To genetyczne zaprogramowanie porównano do listu, który ma tylko kod pocztowy, który umożliwi odnalezienie ulicy, jednak znalezienie domu wymaga interakcji – rozmowy z sąsiadem, co pozwoli wytworzyć połączenie funkcjonalne, równoważne z doręczeniem listu. Natomiast w przypadku plastyczności kompensacyjnej ważne okazały się dwa elementy – uruchamianie słabych połączeń oraz wyrastanie obocznic aksonów (*sprouting*). Wzmocnienie słabych połączeń podyktowane jest uszkodzeniem głównego wejścia, które często w naturalny sposób hamuje wejścia słabsze, jednak hamowanie ustaje w sytuacji uszkodzenia, dochodzi do zmian plastycznych, polegających na ujawnieniu połączeń do tej pory mniej znaczących. *Sprouting* to aktywowanie obszarów, do których dopływ informacji był ograniczony i sąsiadowały one z nieuszkodzonym aksonem. Po zajściu epizodu neurologicznego uszkadzającego określony obszar mózgu aktywne neurony „wypuszczają” aksony w stronę mniej pobudzonych obszarów, tworząc tym samym połączenia wewnątrzkorowe. Najnowsze badania przedstawione między innymi przez B.R. Christie i H.A. Cameron (2006) pokazują, jak wiele możliwości naszego mózgu pozostaje jeszcze przed nami nieodkrytych. Obecnie wiele ośrodków naukowych prowadzi badania dotyczące zmian zachodzących w uszkodzonym mózgu w wyniku **neurogenezy**, która polega na tworzeniu nowych neuronów z komórek niewyspecjalizowanych, jakimi są komórki macierzyste.

Powyższe podziały oraz rodzaje plastyczności pozwalają na wyodrębnienie dwóch dużych grup plastyczności. Jedna to zmiany „naturalne” – wynikające z rozwoju jednostki oraz jej udziału w procesie uczenia się oraz nabywania doświadczenia. Druga grupa to z kolei odmiany plastyczności wynikające z negatywnych skutków urazów, będących niejako odpowiedzią naszego mózgu na zaistniałą sytuację (epizod neurologiczny), która „zmusza” układ nerwowy do reorganizacji i przejmowania przez obszary mózgu funkcji obszarów uszkodzonych lub których działanie zostało zakłócone.

PLASTYCZNOŚĆ FUNDAMENTEM WSPARCIA ROZWOJOWEGO DZIECKA

Doświadczenia zmysłowe stanowią fundament optymalnego rozwoju okolic mózgu, dlatego dziecko zdobywając określone doświadczenia nabywa nowe umiejętności (Blakemore i Frith, 2008). O poziomie umiejętności decyduje jakość wytworzonych połączeń nerwowych, a w miarę dojrzewania mózgu zwiększa się precyzja połączeń między różnymi obszarami. Istota biała – co potwierdzają badania F. Ullena – jest lepiej rozwinięta u tych osób, które wcześniej rozpoczynają doskonalic jakąś zdolność, niż u tych, które rozpoczęły naukę po okresie dojrzewania. Oznacza to, że mózg w dzieciństwie jest gotowy na odbiór różnych informacji, lecz jeśli z jakąś się nie zetknął, nie „widzi” potrzeby utrzymywania obwodów odpowiedzialnych za jej odbiór (Fields, 2008). Wczesne dzieciństwo to szczególny okres w rozwoju mózgu, ponieważ można wyróżnić okresy wrażliwe dla uczenia się, co wynika z ustalania preferencji dotyczących ważnych bodźców, z jednoczesnym wygaszaniem zdolności różnicowania bodźców występujących rzadko. Okresy wrażliwe dla uczenia się to swobodnego rodzaju „okna”. Uczenie się nowych rzeczy jest równoważne z ich otwarciem i utrwaleniem połączeń nerwowych, natomiast ich zamknięcie będzie podyktowane zdarzeniami nieistotnymi, zakłócającymi proces uczenia (Blakemore i Frith, 2008).

Dzieci, których mózgi wciąż wytwarzają mielinę, dużo łatwiej przyswajają nowe umiejętności niż dziadkowie. Mózg, którego używamy, powstał dzięki naszym interakcjom z otoczeniem w dzieciństwie i młodości, gdy rośliśmy, a nasze połączenia neuronalne okrywały się mieliną. Nabyte sprawności możemy wykorzystać na wiele sposobów, ale nikt z nas nie zostanie światowej klasy pianistą, szachistą lub tenisistą, chyba że zaczął trenować w dzieciństwie. [...] Aby osiągnąć światowej klasy poziom w niektórych dyscyplinach intelektualnych lub sportowych, trzeba zająć się nimi już w wieku przedszkolnym (Fields, 2008, s. 35).

Uczenie się, powodując zmiany w strukturach mózgowych, stanowi potwierdzenie wpływu umysłu na materię (Vetulani, 2014). M. Kossut (2012) podkreśla, że by mogły przetrwać nowe połączenia pomiędzy neuronami, muszą być funkcjonalnie aktywne, a to dla synapsy jest jak „pocałunek życia”. Dlatego też M. Żylińska (2013) zwraca uwagę na fakt, że mózg dziecka ustawicznie poszukuje odpowiednich dla siebie bodźców, jest spragniony zmian i nowości, co „uzależnia” go od uczenia się. Utworzone we wczesnym dzieciństwie połączenia synaptyczne pod wpływem doznań zmysłowych ulegają modyfikacjom.

[...] młody mózg wykazuje większą zdolność powrotu do zdrowia po uszkodzeniu, ma większą plastyczność dzięki mechanizmom kompensacyjnej reorganizacji i transferu funkcji do pozostałych części systemu (Borkowska, 2006, s. 23).

Badania przeprowadzone przez T. Wiesel i D. Hubela (1965) z Uniwersytetu Harvarda dowodzą, że przywrócenie funkcji jest możliwe, jednak podyktowa-

ne jest długością okresu deprivacji oraz okolicznościami występującymi po czasie ograniczenia docierających informacji. Im okres czasu deprivacji jest krótszy, tym prawdopodobieństwo przywrócenia funkcji jest większe. Aby wesprzeć „proces naprawczy”, musi dojść do stymulacji zmysłowej. M. Kossut (2012) zauważa, że mózg małego dziecka uczy się najszybciej, przyswaja bowiem bardzo dużo informacji oraz bardzo intensywnie rozwija się motorycznie, dlatego też nawet duże uszkodzenie mózgu zostanie „naprawione”, gdyż wyspecjalizowane obszary kory mózgowej i ośrodki podkorowe są gotowe i potrafią zmieniać swoją specyfikę, dochodzi do ich „przemeblowania” oraz reorganizacji funkcji. Przypuszcza się, że dzięki labilności sieci włókien struktur białkowych (cytoszkieletu) oraz dużej zdolności aksonów i dendrytów do wzrostu powstają nowe połączenia nerwowe, które są modyfikowane poprzez rodzaj bodźców napływających z otoczenia, co jest równoznaczne z aktywaniem określonych dróg nerwowych. M. Pąchalska (2008) podkreśla, że uszkodzenie mózgu, które wystąpiło w młodszym wieku, dzięki reorganizacji funkcjonalnej mózgu będzie dawało lepsze efekty naprawcze – kompensacyjne niż w przypadku uszkodzeń, do których doszło w wieku dojrzałym. Potwierdzeniem tego są badania przeprowadzone przez D. Curtissa oraz S. de Bode (za: Pąchalska, Kaczmarek i Kropotov, 2014), którzy wykazali, że mimo całkowitego usunięcia lewej półkuli mózgu we wczesnym okresie życia dziecka jest ono w stanie nauczyć się mówić. Najistotniejsze jednak jest to, że wyższym poziomem opanowania mowy charakteryzowały się dzieci, u których hemisferektomię przeprowadzono po urodzeniu, w porównaniu z tymi, u których przeprowadzono ją w okresie prenatalnym. W związku z tym dziecko, które we wczesnym dzieciństwie doznało uszkodzenia mózgu i na przykład doświadczyło zaburzeń mowy lub jej utraty, ma duże szanse przy odpowiednim wsparciu specjalistycznym na jej odbudowanie lub przywrócenie; jednak jeśli chodzi o rokowania, to ważnym elementem jest okres wystąpienia epizodu neurologicznego oraz jego rozległość. Należy tu zaznaczyć, że kryterium czasowe i objawowe wskazuje ścieżkę postępowania terapeutycznego (tabela 1).

Tab. 1. Uszkodzenie mózgu a zaburzenia mowy u dzieci

Kryteria różnicujące	Alalia	Niedokształcenie mowy o typie afazji	Afazja dziecięca
Czas wystąpienia uszkodzenia OUN	<ul style="list-style-type: none"> w okresie przedślowym do 1 roku życia 	<ul style="list-style-type: none"> w okresie kształtowania się struktur języka między 2 a 6 rokiem życia 	<ul style="list-style-type: none"> w okresie częściowo nabytych sprawności językowych lub już opanowanego systemu językowego między 7 a 18 rokiem życia
Objawy	<ul style="list-style-type: none"> mowa od początku rozwija się nieprawidłowo obserwowane są zaburzenia sprawności we wszystkich czynnościach językowych 	<ul style="list-style-type: none"> mowa do jakiegoś momentu rozwija się prawidłowo, po czym następuje zakłócenie tego procesu objawy mają charakter uogólniony i niespecyficzny przeważają zaburzenia ekspresji słownej 	<ul style="list-style-type: none"> utrata porozumiewania się – dezintegracja mowy utrata w pełni opanowanych sprawności językowych zaburzenia mowy mają specyficzny i wybiórczy charakter
Postępowanie terapeutyczne	<ul style="list-style-type: none"> programowanie kompetencji językowych 	<ul style="list-style-type: none"> początkowo przywracamy utracone sprawności językowe kolejny etap to programowanie niewykształconych struktur języka 	<ul style="list-style-type: none"> odbudowywanie utraconej kompetencji językowej i jej usprawnianie

Źródło: Skibska, 2012, s. 51; Panasiuk 2010, s. 46.

Jak wynika z powyższego, plastyczność rozwojowa oraz funkcjonalna pełni określone zadania w mózgu dziecka o prawidłowym rozwoju, ale również po epizodzie neurologicznym, będącym przyczyną uszkodzenia mózgu. Zmiany w OUN zachodzą dzięki plastyczności rozwojowej, która usprawnia uczenie się oraz pamięć, natomiast plastyczność funkcjonalna pozwala na kształtowanie nowych kompetencji i umiejętności (Borkowska i Domagalska, 2013). Dlatego też szczególnego znaczenia nabiera wczesne wsparcie rozwojowe, które w przypadku dziecka z deficytami rozwojowymi jest ukierunkowane na podejmowanie działań wspierających i stymulujących, dzięki czemu stanie się fundamentem przywracania lub odbudowywania utraconych umiejętności.

Prowadzone przez E. Goldberga (2014, s. 267–268) badania wskazują, że dodatkowa aktywność poznawcza przyczynia się do powstawania lokalnych połączeń nerwowych oraz zwiększenia liczby neuronów. Badania prowadzone w Instytucie Salk w San Diego oraz na Uniwersytecie Princeton (Bragdon i Gamon, 2010) udo-

wodniły, że regularne ćwiczenia umysłowe spowodowały zmiany w hipokampie, który odpowiada za funkcjonowanie pamięci i przyswajanie wiedzy oraz zmiany rozwojowe mózgu.

Aktywne komórki mózgu [...] tworzą bogatsze sieci dendrytowe i neuronowe niż komórki, którym pozwala się na beczynność [...]. Po pobudzeniu beczynne komórki wypuszczają odnogi, które umożliwiają skuteczniejsze podejmowanie złożonych zadań intelektualnych (Bragdon i Gamon, 2010, s. 13).

Z kolei bezpośrednie doświadczanie i działanie oraz wykonywanie nowych i „trudnych” zadań wymagających od dziecka intelektualnego wysiłku powoduje zagęszczenie sieci połączeń nerwowych, co wpływa na wzrostu jej wydajności (Dylak, 2015).

W związku z powyższym nadrzędnym celem działań wspierająco-stymulujących powinno być takie programowanie aktywności poznawczej, by zagęścić i uaktywnić sieć połączeń nerwowych. Działania te mają służyć aktywności umysłowej, która z kolei bezpośrednio wpływać będzie na funkcjonowanie naszego mózgu, który im bardziej będzie trenowany, tym stanie się sprawniejszy. Dlatego, pracując z dzieckiem, starajmy się tak dobierać działania terapeutyczne, by jak najlepiej wpisywały się w jego potrzeby i aktywowały mózg.

PODSUMOWANIE

Prowadzone badania nad działaniem i możliwościami naszego mózgu pozwoliły spojrzeć na jego plastyczność z dwóch perspektyw. Z jednej rozumianej jako zmiany rozwojowe zachodzące w OUN, będące skutkiem uczenia się i naszej aktywności poznawczej, w tym doświadczania. Natomiast z drugiej będącej podstawą zmian (np. przejścia funkcji) zachodzących w przypadku uszkodzenia mózgu. Poznanie tych zmian oraz ich zrozumienie powinno pozwolić organizować przestrzeń edukacyjną oraz aktywność poznawczą dziecka, w taki sposób, aby była ona dostosowana do indywidualnych możliwości i potrzeb jednostki. W przypadku dziecka, którego rozwój jest zakłócony z powodu różnych czynników endogennych i egzogennych, należy tak planować działania wspierająco-stymulujące, aby były one spersonalizowane, czyli zostały dobrane do potrzeb rozwojowych dziecka w najbardziej odpowiedni sposób. Dlatego w przypadku jednej i drugiej sytuacji ważne jest tworzenie intensywnej przestrzeni edukacyjnej. Intensywnej to znaczy bogatej w bodźce, które „zmuszą” dziecko do aktywnego poznania otaczającej rzeczywistości, co docelowo będzie odpowiadało za jakość uczenia się oraz intelektualne i społeczne zachowania jednostki także w dorosłym życiu.

BIBLIOGRAFIA

- Blakemore, S.J. i Frith, U. (2008). *Jak uczy się mózg*. Kraków.
- Borkowska, A.R. i Domagalska, Ł. (2013). *Plastyczność mózgu*. W: Ł. Domańska i A.R. Borkowska (red.). *Podstawy neuropsychologii klinicznej*. Lublin.
- Borkowska, A.R. (2006). *Neuropsychologiczne mechanizmy powstawania zaburzeń rozwojowych*. W: A.R. Borkowska i Ł. Domańska (red.). *Neuropsychologia kliniczna dziecka*. Warszawa.
- Bragdon, A.D. i Gamon, D. (2010). *Rozwiń swój umysł. Ćwiczenia dla lewej półkuli mózgu*. Warszawa.
- Christie, B.R. i Cameron, H.A. (2006). *Neurogenesis in the adult hippocampus. Hippocampus, 16*.
- Dylak, S. (2015). *...aby uczyć dzieci myśleć*. W: J. Malinowska i T. Neckar-Ilnicka (red.). *Uczenie się dzieci. Myślenie i działanie*. Kraków.
- Gloksin, W. (1988). *Uwarunkowania psychicznego rozwoju dziecka*. Warszawa.
- Goldberga, E. (2014). *Jak umysł rośnie w siłę, gdy mózg się starzeje*. Warszawa.
- Hebb, D.O. (1949). *The organization of behavior. A neuropsychological theory*. New York & London.
- Fields, R.D. (2012). *Drugi mózg. Rewolucja w nauce i medycynie*. Warszawa.
- Fields, R.D. (2008). *Biała eminencja. Świat Nauki, 4 (200)*.
- Konorski, J. (1948). *Conditioned reflexes and neuron organization*. Cambridge.
- Kossut, M. (2012). *Neuroplastyczność*. W: T. Górski, A. Grabowska i J. Zagrodzka (red.). *Mózg a zachowanie*. Warszawa.
- Mikołuszko, W. (2013). *Piękny umysł. Sekrety Nauki, 7 (17)*.
- Neuron* (2016). Pobrano z lokalizacji: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Neuron>.
- O'Shea, M. (2012). *Mózg*. Sopot.
- Panasiuk, J. (2010). *Zaburzenia mowy u dzieci chorych neurologicznie – diagnoza i terapia logopedyczna*. W: B. Cyl (red.). *Różne aspekty rozwoju mowy*. Katowice.
- Pąchalska, M., Kaczmarek, B.L.J. i Kropotov J.D. (2014). *Neuropsychologia kliniczna. Od teorii do praktyki*. Warszawa.
- Pąchalska, M. (2007). *Rehabilitacja neuropsychologiczna. Procesy poznawcze i emocjonalne*. Lublin.
- Pąchalska, M. (2007). *Neuropsychologia kliniczna. Urazy mózgu. T. 1*. Warszawa.
- Radziwiłłowicz, W. (2004). *Rozwój poznawczy dziecka w młodszym wieku szkolnym*. Kraków.

- Skangiel-Kramska, J. (2012). Neuroprzekazniki i ich receptory. W: T. Górską, A. Grabowska i J. Zagrodzka (red.). *Mózg a zachowanie*. Warszawa.
- Skibska, J. (2012). Afazja dziecięca. W: J. Skibska i D. Larysz (red.). *Neurologopedia w teorii i praktyce*. Bielsko-Biała.
- Smith, A. (1988). *Umysł*. Warszawa.
- Spitzer, M. (2008). *Jak uczy się mózg*. Warszawa.
- Strojnowski, J. (1989). *Psychologia fizjologiczna*. Lublin.
- Wiesel, T.N. i Hubel, D.H. (1965). Extent of recovery from the effects of visual deprivation in kittens. *Journal of Neurophysiology*, 6 (28).
- Wróbel, A. (2012). Neuron i sieci neuronowe. W: T. Górską, A. Grabowska i J. Zagrodzka (red.). *Mózg a zachowanie*. Warszawa.
- Vetulani, J. (2014). *Mózg: fascynacje, problemy, tajemnice*. Tyniec.
- Żylińska, M. (2013). *Neurodydaktyka. Nauczanie i uczenie się przyjazna mózgowi*. Toruń.

NEUROPLASTYCZNOŚĆ MÓZGU WSPARCIEM ROZWOJOWYM DZIECKA WE WCZESNYM DZIECIŃSTWIE

Słowa kluczowe: budowa neuronu, neuroplastyczność mózgu, rodzaje plastyczności, mielinizacja, połączenia nerwowe, aktywność funkcjonalna mózgu, genetyczne programowanie połączeń nerwowych, wsparcie rozwojowe dziecka

Streszczenie: Tekst stanowi przegląd badań nad plastycznością mózgu, prowadzonych w ubiegłym wieku oraz współcześnie, które dla tej problematyki okazały się przełomowe i pozwoliły na tworzenie teorii, które w obecnym kształcie umożliwiły kontynuację empirycznych poszukiwań odpowiedzi na pytania: jak działa nasz mózg oraz jakie są jego możliwości. Tekst omawia mikroanatomie mózgu, charakteryzuje proces mielinizacji oraz tworzenia nowych połączeń nerwowych istotnych dla naszego rozwoju poznawczego. Określa rolę i znaczenie doświadczenia życiowego oraz uczenia się dla tworzenia nowych połączeń nerwowych, a także zmian i przeobrażeń zachodzących w naszym mózgu. Przedstawia rodzaje plastyczności oraz jej podział z uwzględnieniem okresów rozwojowych. Omawia znaczenie plastyczności mózgu w rozwoju dziecka jako szczególnej formy wsparcia, nie tylko w sytuacjach uszkodzenia mózgu.

BRAIN NEUROPLASTICITY AS A SUPPORT FOR THE DEVELOPMENT OF CHILDREN IN EARLY CHILDHOOD

Keywords: neuron construction, brain neuroplasticity, types of plasticity, myelination, nerve connections, functional activity of the brain, genetic programming of neural connections, developmental support of a child

Abstract: This paper is a review of research on brain plasticity introduced in the last century and conducted until today, which turned out to be a breakthrough for the discussed issue and led to the creation of the theory, which in its present form enabled the continuation of empirical research on answers to the following questions: how our brain works and what its capabilities are. The text discusses micro-anatomy of a human brain and characterizes the process of myelination and creating new neural connections essential for our cognitive development. Furthermore, the study defines the role and significance of life experience and learning in creating new neural connections and the changes and transformations taking place in our brain. It also shows the types of plasticity and its division, taking into account periods of development and discusses the importance of brain plasticity in the development of a child as a form of support, not only in situations of brain damage.