

MARIA BORKOWSKA

NEUROFIZJOLOGICZNE PODSTAWY UCZENIA SIĘ I NAJCZĘSTSZE ZABURZENIA TEGO PROCESU

„...uczenie się determinowane jest przez świat, w którym zachodzi i przez narząd[mózg], który je umożliwia”

Manfred Spitzer

Przez wiele lat pojęciem uczenie się obejmowano wyłącznie procesy związane z pamięciowym przyswajaniem materiału lub opanowywaniem określonych umiejętności. Wraz z rozwojem badań neurofizjologicznych okazało, że zjawisko to jest wyjątkowo skomplikowane, definicja wymaga uzupełnienia, a jeszcze trudniejsze do wyjaśnienia są problemy związane z uczeniem się.

W porównaniu z wiedzą o wielu funkcjach neurofizjologicznych najmniej wiemy, i rozumiemy, jak przebiegają procesy uczenia się i zapamiętywania. Badania w tym zakresie należą do najtrudniejszych, mimo istniejącej obecnie i możliwej do wykorzystania bardzo skomplikowanej, nowoczesnej, aparatury medycznej.

Uczenie się jest obecnie definiowane jako zmiana w zachowaniu powstała na podstawie osobniczego doświadczenia wskutek specyficznych modyfikacji w obwodach neuronalnych. Ona to warunkuje odpowiednie przystosowanie się do środowiska. [1,2]

Wspomniane zmiany w obwodach neuronalnych zachodzą na poziomie molekularnym i uwarunkowane są mechanizmami neuroplastyczności. [3]

Plastyczność w układzie nerwowym jest to zdolność tego układu do modyfikacji budowy i czynności, do adaptacji, samonaprawy czy zapamiętywania na skutek działania bodźców ze środowiska zewnętrznego. Zmiany w obwodach neuronalnych prowadzą do zmian w przetwarzaniu odbieranych informacji.

Plastyczność polega na tworzeniu się i zwielokrotnianiu połączeń synaptycznych między zakończeniem aksonu i ciałem albo dendrytami drugiej komórki nerwowej. Plastyczność w układzie nerwowym jest największa w okresie rozwoju układu nerwowego (u.n.).

Zjawisko plastyczności tłumaczy zarówno rozwój psychoruchowy dziecka jak i podejmowanie działań edukacyjnych, wychowawczych i usprawniających.

Wyróżnia się następujące rodzaje plastyczności: rozwojową – będącą efektem wpływu bodźców ze środowiska zewnętrznego na rozwój mózgu (plastyczność oczekująca i zależna od doświadczenia); kompensacyjną – dzięki niej możliwe są procesy naprawcze po uszkodzeniach układu nerwowego; pamięciową, która odpowiedzialna jest za procesy uczenia się i zapamiętywania.

Uczenie się nie byłoby możliwe bez zdolności gromadzenia i odtwarzania informacji zmagazynowanych w strukturach ośrodkowego układu nerwowego (oun). Mechanizmy uczenia się i zapamiętywania są główną funkcją kory mózgowej. „Magazyn” pamięciowy mózgu nie jest w stanie zatrzymać wszystkich docierających informacji. Podstawą pamięci jest zdolność wyboru informacji potrzebnych i zapominanie/pomijanie mniej istotnych. [2,4]

Uczenie się jest funkcją neuropsychologiczną, poznawczą, związaną ze świadomością, motywacją, plastycznością mózgu oraz pamięcią. [5]

U podstaw pamięci leżą następujące procesy: - powstawanie śladu pamięciowego (zapamiętywanie), - przechowywanie śladu pamięciowego (pamiętanie) i odtwarzanie zakodowanej informacji (przypominanie).

Proces zapamiętywania nie przebiega jednoczasowo. Wyróżnia się: – pamięć świeżą, krótkotrwałą, powstałą pod wpływem bodźców i wrażeń zmysłowych i – pamięć trwałą, w której wyróżniamy pamięć percepcyjną (deklaratywną) i motoryczną (proceduralną).

Proces zamiany pamięci świeżej w trwałą następuje dzięki zjawisku konsolidacji. Proces konsolidacji związany jest ze snem. Podczas snu nauczony i zmagazynowany w hipokampie treść zostają ponownie przetwarzane i przekazywane do kory mózgowej. [6]

Ślady pamięci powstające pod wpływem bodźców i wrażeń zmysłowych podlegają transferowi, czyli przekazywaniu ich z jednej półkuli do drugiej za pośrednictwem włókien nerwowych tworzących spoidło wielkie mózgu (ciało modzelowate). Ślady dopływające do jednej półkuli są przekazywane do drugiej półkuli.

Wykorzystanie zdobytych przez uczenie się informacji nagromadzonych w postaci śladów pamięciowych, zarówno tych nowoutworzonych jak i przekształconych już istniejących, wymaga uruchomienia i sprawnie funkcjonującego mechanizmu przywoływania (przypominania sobie), czyli przetworzenia ich przez różne obszary mózgu jednocześnie i wprowadzenia do puli pamięci roboczej (operacyjnej).

Istnieje wiele teorii i hipotez próbujących wyjaśnić mechanizm pamięci i uczenia się. Najpopularniejszymi są teorie: Lashley'a (uczenie się zachodzi w całej korze mózgowej); Hebba (uczenie się i pamięć zależą od zmian w obrębie sieci neuronów i powstaje po wytworzeniu się śladów pamięciowych zależnych od uaktywnienia obwodowych receptorów przez bodźce środowiskowe, do czego niezbędna jest odpowiednia aktywność tworzącego siatkowatego); Ecclesa (uczenie się zależy od zmian plastycznych u.n., a jego podstawą jest zapamiętywanie, przechowywanie i odtwarzanie zmagazynowanych informacji).[2]

Bez względu na wyjaśnienia w nich zawarte wiemy obecnie, że uczenie rozpoczyna się już przed urodzeniem. Płód w łonie matki od momentu utworzenia się pierwszych receptorów nie tylko odbiera bodźce, ale i przetwarza je. Porusza się, dotyka, wacha, smakuje i słyszy. Najmniej ogląda, ale narząd wzroku, który w przyszłości będzie odgrywał ogromną rolę w procesie uczenia się też wtedy rośnie i dojrzewa. Narządy te podejmując swoje funkcje, to znaczy odbierając i reagując na bodźce, tworzą podstawy pierwszego uczenia się, które będzie w sposób ciągły kontynuowane po narodzeniu. [6,7]

Odbieranie i przetwarzanie bodźców zachodzi za pośrednictwem układu nerwowego. Układ nerwowy tworzy się od 3 tygodnia życia wewnątrzłonowego. W jego rozwoju wyróżnia się następujące etapy: tworzenie się prekursorów komórek nerwowych i glejowych (neurogeneza i glejogeneza), obumieranie pewnej ilości komórek nerwowych (apoptoza), przemieszczanie się komórek nerwowych z miejsca powstania do miejsc genetycznego przeznaczenia w układzie nerwowym (migracja), tworzenie się połączeń synaptycznych (synaptogeneza), tworzenie się osłonek mielinowych wzdłuż włókien nerwowych (mielinizacja), unaczynienie mózgowia ze zmianą procesów metabolicznych (angiogeneza), różnicowanie mózgu związane z płcią (dyferencjacja), dostosowywanie synaps do przyszłych funkcji (epigeneza) i tworzenie się poszczególnych warstw kory mózgowej (histogeneza).

Już w życiu wewnątrzłonowym zaburzenia w prawidłowym rozwoju wymienionych powyżej procesów (w obrębie zarówno wszystkich jak i każdego z osobna) mogą być powodem wystąpienia problemów z uczeniem się. Wzrastanie, rozwój, dojrzewanie i uczenie się są ze sobą ściśle powiązane, ale niezbędne jest też zdobywanie doświadczenia. Przykładem może być uczenie się chodzenia przez dziecko. Wprawdzie ma ono wrodzoną możliwość nauczenia się chodzenia, ale na tyle, na ile ma ku temu odpowiednie warunki: anatomiczne, sprawnie funkcjonujący układ nerwowy, motywację), i o ile w odpowiednim czasie (okresy krytyczne) będzie miało dostarczone odpowiednie wzorce oraz zdobędzie odpowiednie doświadczenie. W innych obszarach uczenia się procesy zachodzą podobnie.[6]

W przypadkach wczesnego uszkodzenia układu nerwowego dziecka zaburzone zostają możliwości prawidłowego uczenia się i pojawiają się specyficzne trudności, które przede wszystkim zależą od: - czasu, w którym zadziałał czynnik szkodliwie działający na rozwijający się układ nerwowy, - lokalizacji i rozległości uszkodzenia.

Pamiętać należy, że uszkodzenie może dotyczyć zarówno funkcjonowania na poziomie komórkowym, molekularnym jak i aksonalnym (synaptycznym) uszkodzonych neuronów. Patologia w funkcjonowaniu sieci neuronalnych występować może nie tylko w obszarze uszkodzenia, ale i w dalszej odległości od niego, powodując charakterystyczne objawy kliniczne, w tym również związane z uczeniem się. Każdy neuron, bowiem łączy się z wieloma innymi znajdującymi się w różnych okolicach u.n.[5]

Przebieg procesów uczenia się w tych przypadkach takich uszkodzeń zależeć będzie od jakości odbieranych, lub proponowanych bodźców w zakresie usprawniania i nauczania, wieku kalendarzowego i rozwojowego dziecka oraz dojrzałości OUN. Pamiętać należy, że neuroplastyczność jest zjawiskiem utrzymującym się przez całe życie, chociaż możliwości i sposoby jej wykorzystania są różne w każdym wieku (plastyczność zależna od doświadczenia).

Jednym z najczęstszych powodów trudności szkolnych są zaburzenia w opanowywaniu umiejętności czytania, czyli **dysleksja**. Częściej występująca u chłopców niż u dziewczynek, często rodzinie, co przemawia za możliwością jej uwarunkowania genetycznego. Może łączyć się z zaburzeniami pisania – dysgrafią.

Czytanie jest wyjątkowo złożoną czynnością. Początkiem jest pobudzenie receptorów w pierwotnych obszarach wzrokowych następnie przetworzenie impulsów w obszarze odpowiadającym za rozpoznawanie kształtu wyrazów. Stąd informacja biegnie do odpowiednich obszarów w płacie skroniowym. Rozumiemy to, co czytamy dzięki czuciowemu ośrodkowi mowy (Wernickego). Ośrodek ten połączony jest z ruchowym ośrodkiem mowy (Broca). Następnie pobudzenie przebiega do kory przedruchowej i ruchowej, gdzie aktywowane są odpowiednie programy ruchowe. Rezultatem jest przeczytany i wypowiedziany tekst. [6]

Procesy metaboliczne w mózgu osób z dysleksją przebiegają inaczej niż u osób zdrowych. Różnice te zostały udokumentowane badaniami obrazowania mózgu za pomocą kamery pozytronowej. Wykazano również nieprawidłowości w budowie kory mózgowej, które powiązano z zaburzeniami migracji neuronalnej w życiu płodowym. Z badań tych wynika, że osoby, u których występują takie nieprawidłowości nie mogą w pełni wykorzystywać odpowiednich struktur mózgowych, które są genetycznie zaprogramowane dla tych funkcji (dysleksja organiczna).[5]

Trudności w czytaniu, pisaniu i mówieniu są często sprzężone z innymi zaburzeniami rozwojowymi, z których na pierwszym miejscu należy wymienić nieprawidłowości somatognostyczne i dysfunkcje procesów integracyjnych w obrębie układów sensorycznych (według obowiązującej nomenklatury medycznej zaburzenia procesów integracji sensorycznej nazywane są obecnie zaburzeniami regulacji procesów sensorycznych – *Regulation Disorders of Sensory Processing – RDSP*), które mogą występować nawet przy prawidłowym poziomie inteligencji.

Przez pojęcie somatognozji rozumiemy świadomość posiadania własnego ciała, ruchów przez nie wykonywanych i przestrzeni, jaką zajmuje. Jest ona wynikiem syntezy całości wrażeń odbieranych zarówno świadomie jak i podświadomie przez receptory narządów zmysłów. Pobudzenia w nich wytworzone biegną drogami dośrodkowymi przez rdzeń kręgowy, pień mózgu, twór siatkowaty i wzgórze kończąc się w korze mózgowej płatów ciemieniowych i czołowych. Somatognozja rozwija się stopniowo wraz z dojrzewaniem. W zależności od doznań i przeżyć osobistych płynących z otoczenia, wytwarza się w korze prawego płata ciemieniowego okolica, gdzie zlokalizowane jest uświadamianie posiadania ciała i orientacja w przestrzeni.

Uszkodzenia strukturalne bądź dysfunkcje procesów integracyjnych w obrębie tych struktur mogą być powodem wielu zaburzeń rozwojowych takich jak: specyficzne zaburzenia funkcji ruchowych, zaburzenia zachowania, trudności szkolne i poznawcze. Badanie poziomu rozwoju funkcji somatognostycznych i wczesna diagnoza zaburzeń w tym zakresie pozwala na podjęcie odpowiednich działań terapeutycznych, które mogą zapobiec rozwinięciu się późniejszych problemów z uczeniem się.

Jednym z głównych czynników etiologicznych dysleksji rozwojowych są minimalne dysfunkcje mózgu (*ang. minimal brain dysfunction MBD*), obecnie nazywane dysharmoniami rozwojowymi. Ich powodem są najprawdopodobniej dyskretne uszkodzenia strukturalne lub dysfunkcje w funkcjonowaniu OUN, których często nie udaje się wykryć ani w rutynowym badaniu lekarskim, ani nawet badaniami obrazowymi. Brak dowodów na istnienie organicznego uszkodzenia powoduje, że zespół ten zalicza się obecnie do zaburzeń o typie dysfunkcji OUN. Objawy kliniczne pojawiające się najczęściej między 2 a 7 rokiem życia określane są jako łagodne objawy neuropsychologiczne i mogą być zaliczane do patologii funkcji integracyjnych mózgu.

Przyczynami tych zaburzeń są najprawdopodobniej uszkodzenia OUN, które nastąpiły w okresie przed lub okołoporodowym. Nieznaczny stopień tych zaburzeń nie wywołał poważniejszych patologii, ale staje się przyczyną nie w pełni prawidłowego funkcjonowania OUN. Jako inne przyczyny podaje się: choroby metaboliczne, zakaźne OUN, alkoholizm płodowy i inne. Nie można pominąć także zaburzeń w skomplikowanym procesie dojrzewania mózgu. Dwoma głównymi objawami tego zespołu są zaburzenia ruchowe i psychologiczne, które wyraźnie wpływają na procesy uczenia się.

Angielska Dyspraxia Foundation (1998) określa występujące zaburzenia jako uszkodzenia i niedojrzałość organizacji ruchu ze sprzężonymi problemami mowy, percepcji i myśli. Z opublikowanych badań wynika, że problem ten występuje u około 10% populacji stając się problemem społecznym.[5]

Podsumowanie

Uczenie się nie jest bierne, lecz jest aktywnym procesem w trakcie, którego dochodzi do zmian w mózgu uczącego się. Aby ten proces przebiegał prawidłowo niezbędna jest:

- prawidłowa budowa, rozwój, dojrzewanie i funkcjonowanie układu nerwowego (motywacja, uwaga, koncentracja, pamięć),
- odpowiednia ilość i jakość bodźców w otoczeniu.

Proces uczenia się odbywa się wyłącznie w mózgu osoby uczącej się, o ile wykazuje na to ochotę, nikt za nią tego zrobić nie jest w stanie.

Uczenie powinno opierać się na pozytywnych emocjach. W przeciwnym razie, wytworzone hormony stresu będą wpływać niekorzystnie, a nawet zabójczo na komórki nerwowe.[6,7,8]

Trudności w uczeniu się są zaburzeniami bardzo złożonymi sprawiającymi duże trudności diagnostyczne i terapeutyczne, dlatego wymagają ścisłej współpracy zespołów terapeutycznych. Podstawą dobrej współpracy jest wykorzystanie najnowszej wiedzy z zakresu neurobiologicznych podstaw uczenia się.

Bibliografia:

- Matthews G. (2000): Neurobiologia. PIW, Warszawa
- Konturek S. (1998): Fizjologia człowieka, t. IV, Neurofizjologia. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków
- Górska T. i inni. (red.), (2005): Mózg a zachowanie. PWN, Warszawa
- Diaz Brinton R. (1993): Learning and memory. Neuroscience for Rehabilitation
- Kułakowska Z. (2003): Wczesne uszkodzenie dojrzewającego mózgu. BiFolium, Lublin
- Spitzer M. (2008): Jak uczy się mózg. PWN, Warszawa
- Ball S. (2003): Chemia szarych komórek. Medyk, Warszawa

Johnson S. (2005): Umysł szeroko otwarty. Jacek Santorski&Co Agencja Wydawnicza, Warszawa