

Krystyna Rymarczyk
dr hab. n. społecznych
dr n. biologicznych
psycholog, specjalizacja: neuropsychologia

WYBRANE ZABURZENIA NEURORÓZWOJOWE

Opracowanie przygotowane dla Fundacji Inspirator, 2020



WPROWADZENIE

Rozwój układu nerwowego¹ wymaga skomplikowanego współdziałania pomiędzy precyzyjnie zsynchronizowanymi w czasie reakcjami chemicznymi. Potencjalne zagrożenia takie jak mutacje genetyczne, substancje toksyczne, czy szkodliwe wpływy środowiska mogą zaburzyć prawidłowy jego rozwój, w tym proces **mielinizacji** czy **eliminacji połączeń synaptycznych**.

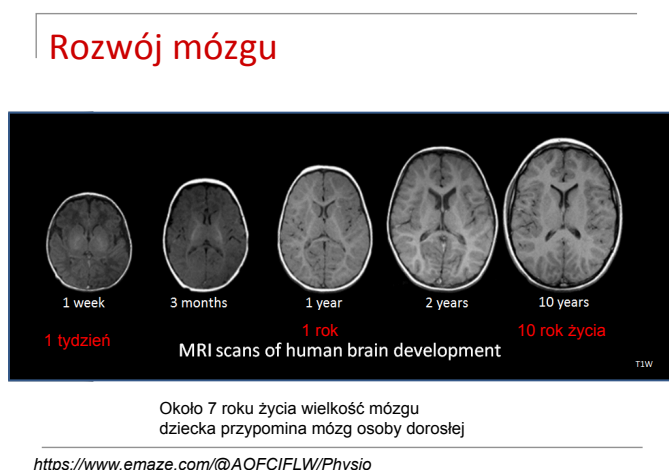
W ostatnich latach zarówno w Polsce jak i na świecie notuje się wzrost częstości występowania zaburzeń neurorozwojowych² takich jak: autyzm, zespół nadpobudliwości psychoruchowej (ADHD), opóźniony rozwój mowy, dysleksja czy dyspraksja. Dzieci w wieku szkolnym nie rzadko mają problem z utrzymaniem uwagi czy zapamiętaniem materiału szkolnego. Badania prowadzone z wykorzystaniem technik obrazowania mózgu wskazują, że przyczyny tych trudności mogą być wielorakie tj. od możliwych błędów genetycznych do negatywnych wpływów środowiska. W poniższym opracowaniu przedstawione zostaną wybrane zagadnienia dotyczące procesu mielinizacji i eliminacji synaps, jak i przykłady zaburzeń wynikające z opóźnionego tempa mielinizacji.

¹ Układ nerwowy składa się z istoty szarej i istoty białej. Istota szara znajduje się głównie w korze mózgowej, a tworzą ją ciała komórkowe neuronów („szare komórki”). Istota biała to wypustki ciał

² Zaburzenie neurorozwojowe to takie, którego objawy będą się zmieniać z wiekiem dziecka.

ROZWÓJ MÓZGU

Mózg dziecka rozwija się już w okresie płodowym. W siódmym miesiącu ciąży, płód zaczyna emitować własne fale mózgowo. W tym czasie, w mózgu bardzo szybko tworzą się nowe neurony i synapsy. Po narodzinach, większość bruzd i zakrętów jest niemal całkowicie ukształtowanych. Jednak, to w pierwszych latach życia zachodzi intensywny rozwój poszczególnych struktur mózgu. To intensywne tempo rozwoju trwać będzie do około 6 r.ż. i nigdy później nie będzie już tak duże. Warto zauważyć, że mózg 2-latka osiąga aż 80% swojej dorosłej wagi. Mózg 6-latka osiąga już 95% swojego maksymalnego rozmiaru, a mózg 7-letniego dziecka pod względem wielkości przypomina mózg osoby dorosłej (Ryc.1.). Pomimo tego, że wielkość mózgu jest już ustalona, to nikt z nas nie ma wątpliwości, że nie jest to mózg osoby dorosłej. Procesy leżące u podstaw funkcjonalnej organizacji, specjalizacji poszczególnych obszarów mózgu będą trwać do okresu wczesnej dorosłości.

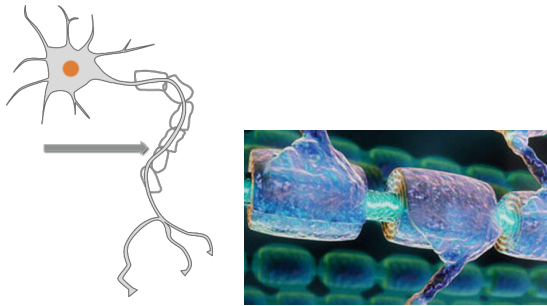


Ryc. 1. Badanie MRI obrazujące wielkość mózgu dziecka. Źródło: <https://app.emaze.com/>; opracowanie własne.

Pojęcie „**dojrzewania mózgu**”, powszechnie używane, w rzeczywistości odnosi się do dwóch procesów, które niemal całkowicie są zarezerwowane dla wieku rozwojowego. Pierwszy a nich to wspomniana **mielinizacja**, a drugi to proces eliminacji tj. **przycinania połączeń synaptycznych**. Oczywiście w okresie rozwoju mózgu, ma miejsce tworzenie nowych połączeń synaptycznych, ale proces ten występuje tak w okresie rozwojowym, jak i w okresie dorosłości.

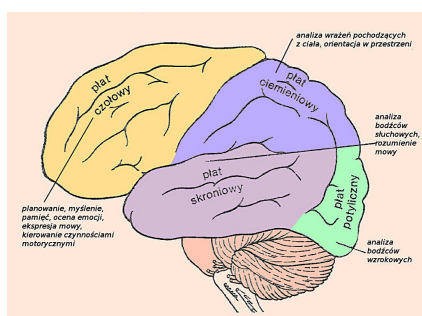
Mielinizacja

W mózgu osoby dorosłej większość aksonów jest zmienizowanych tzn. są one otoczone osłonką mielinową, zbudowaną z tłuszczu (Ryc.2). Pokrycie aksonów osłonką zapewnia szybsze (ponad 100 razy w porównaniu do włókien niezmielinizowanych) przewodzenie impulsu nerwowego. Osłonka spełnia funkcję izolatora elektrycznego, a także zapewnia ochronę mechaniczną aksonu.



Ryc. 2. Schemat komórki nerwowej. Strzałka wskazuje akson (włókno nerwowe) pokryte mieliną. Zdjęcie obok, wykonane przy pomocy mikroskopii elektronowej, przedstawia rzeczywisty wygląd meliny.

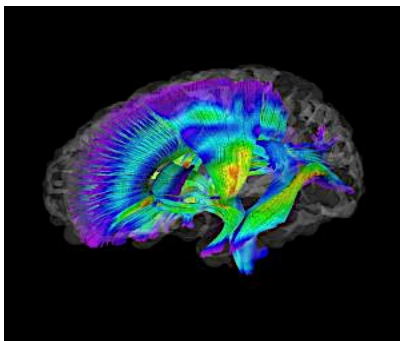
Ostonki mielinowe powstają w różnych okresach życia. W okresie płodowym aksony osłonięte są mieliną tylko w niektórych obszarach mózgu, ale już po narodzinach skokowo następuje wzrost w nowych miejscach. Rozwój ten podlega określonemu **porządkowi filogenetycznemu**, co oznacza, że mielinizacja pierwotnych struktur mózgowych (położonych pod korą mózgu, np. układu limbicznego zawiadującego emocjami) u poszczególnych osobników poprzedza dojrzewanie struktur, które w ewolucji gatunku pojawiły się później, czyli obszarów korowych (odpowiedzialnych min. za funkcje poznawcze). W obszarach korowych mielinizacja przebiega od struktur tylnych tj. kory wzrokowej do struktur przednich tj. płata przedczołowego, odpowiedzialnego za podejmowanie decyzji, abstrakcyjne myślowe, czy kontrolę impulsów.



Ryc. 3. Schemat przedstawiający obszary korowe tj. płaty mózgu oraz mózdzek.

Warto wiedzieć:

- Proces mielinizacji jest procesem stopniowym i długotrwałym, ponieważ osłonki mielinowe stopniowo przybierają na grubości.
- Metodą, która pozwala na określenie stopnia mielinizacji włókien aksonalnych mózgu jest tzw. **traktografia (DTI)**³. Za jej pomocą ocenia się grubość, czy położenie aksonów. Pozyskiwane obrazy wskazują więc obraz całej istoty białej w mózgu danej osoby (Ryc. 4). Kolory informują o kierunku przebiegu włókien aksonalnych.
- Początkowo sądzono, że tempo mielinizacji jest z góry określone dla poszczególnych obszarów mózgu. Tymczasem badania DTI pokazują, że trening, **ćwiczenie danej zdolności wyraźnie przyspiesza proces tworzenia mieliny** w obszarach odpowiedzialnych za realizację danej funkcji.
- U wcześniaków stwierdzono niewykształconą mielinę niektórych włókien aksonalnych. Jak dotąd nie określono jednoznacznie, czy późniejsza mielinizacja w pełni kompensuje skutki przedwczesnych narodzin. Niektóre badania dzieci w wieku szkolnym, które urodziły się jako wcześniaki wskazują, że im krótszy był okres ciąży, tym głębsze deficyty poznawcze i emocjonalne występują u uczniów.



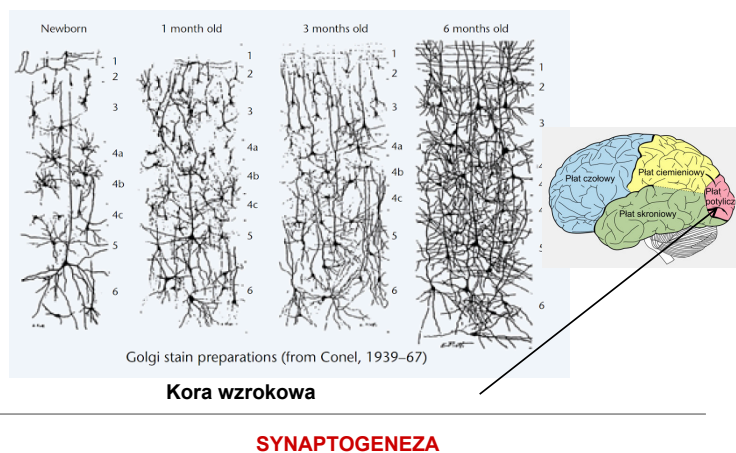
Ryc. 4. Obraz włókien aksonalnych uzyskanych w badaniu DTI. Źródło: <https://pl.pinterest.com/pin/269582727667071844/>; opracowanie własne.

³ Traktografia określana jest także jako technika obrazowania tensora dyfuzji (ang. *Diffusion tensor imaging, DTI*)

PRZYCINANIE POŁĄCZEŃ SYNAPTYCZNYCH

Jak już wspomniano, w pierwszych dwóch latach życia dziecka jego mózg osiąga 80% swojej dorosłej wagi. Tak duży przyrost związany jest głównie z procesem tworzenia synaps między neuronami czyli **synaptogenezą** (Ryc.5). To właśnie synaptogeneza odgrywa kluczową rolę w uczeniu się, tworzeniu pamięci i adaptacji we wczesnym okresie życia. W wieku około od 3 lat liczba synaps osiąga maksymalny poziom. Jednak wkrótce po tym okresie, mózg zaczyna usuwać zbędne synapsy, czyli te, które nie zostały wzmocnione.

Wzrost połączeń neuronalnych



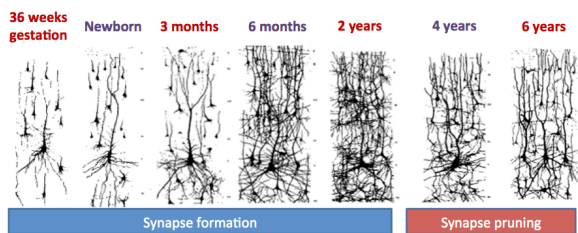
Ryc. 5. Obraz połączeń synaptycznych w korze wzrokowej dziecka w okresie od narodzin do 6 m. ż. Źródło: opracowanie własne za: B. Cornell, Synaptic formation, 2016.

Proces ten określany jako **przycinanie synaptyczne**, to naturalny i konieczny etap w rozwoju mózgu, który trwa do okresu dojrzewania. Przebiega on zgodnie z zasadą „używaj lub trać” i będzie zróżnicowany dla poszczególnych obszarów mózgu. Wskazuje się dwa okresy **wzmoczonej** reedukacji połączeń synaptycznych tj. około **4-tego i 14-tego r.ż.**

Pierwszy duży okres przycinania połączeń synaptycznych (Rys.6).

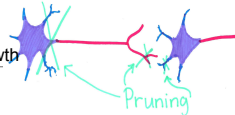
- ✓ Okres około **4-tego r.ż.** uważa się za istotny dla doskonalenia zdolności rozpoznawania **twarży i rozumienia mowy**. Jest to tzw. okres wczesnodziecięcy. Brak odpowiedniej stymulacji werbalnej w okresie do 3-4 roku życia dziecka skutkuje m.in. zaburzeniem rozwoju funkcji językowych. Stąd istotne jest wczesne wspomaganie rozwoju mowy dziecka.

Przycinanie połączeń neuronalnych



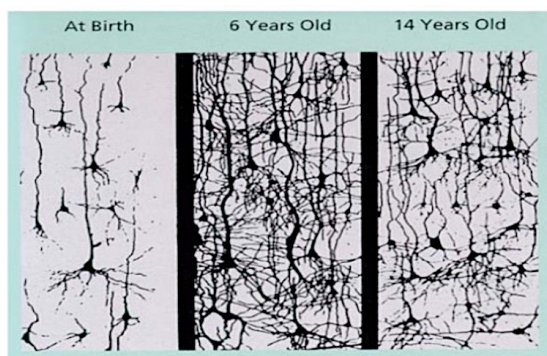
Ryc. 6. Obraz połączeń synaptycznych w korze mózgu dziecka w okresie od narodzin do 6 r. ż. Źródło: opracowanie własne za: B. Cornell, Synaptic formation, 2016

<https://embraceasd.com/synaptic-growth>



Drugi duży okres przycinania połączeń synaptycznych (Rys.7).

- ✓ Okres ok. **14-tego r.ż.** jest znaczący w kontekście rozwoju wyższych funkcji poznawczych, takich jak kontrola i regulacja emocji oraz podejmowanie decyzji. Przyjmuje się, że jest to okres adolescencji. Stąd widoczne w zachowaniu nastolatka zmiany w zachowaniu takie jak krytycyzm, wybuchowość, czy nie przemyślane decyzje.



Ryc. 7. Obraz połączeń synaptycznych w korze mózgu dziecka w okresie od narodzin do 14 r. ż. Źródło: opracowanie własne za: B. Cornell, Synaptic formation, 2016

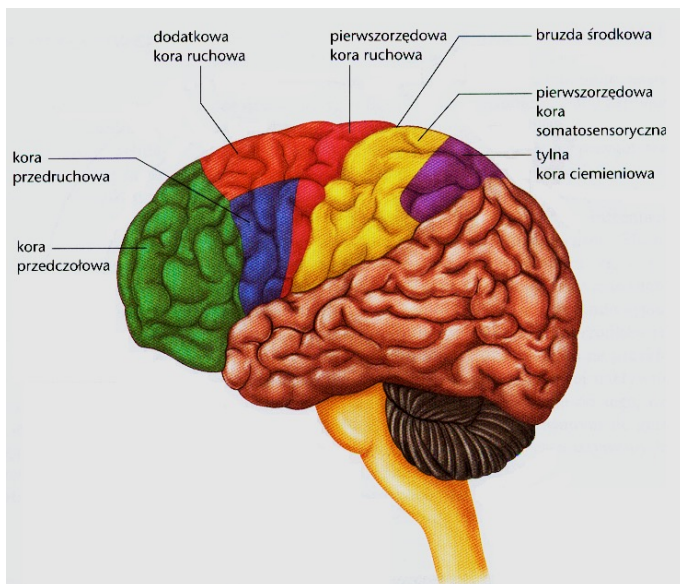
Dziś już wiemy, że chociaż wczesne przycinanie synaptyczne jest uwarunkowane genetycznie⁴, to doświadczenia rozwijającego się dziecka ostatecznie określają, które połączenia synaptyczne pozostaną.

⁴Nieprawidłowości na wczesnym etapie przycinania połączeń synaptycznych wykazano w autyzmie, w przypadku którego diskutowane jest genetyczne podłoże.

DYSPRAKSJA⁵

W szkole nie rzadko spotykamy „niezdarne” dziecko, któremu wszystko wypada z rąk, które ciągle się potyka, ma problem z używaniem kredek, nożyczek, czy zawiązywaniem sznurówek, którego pismo przypomina bazgroły. Niejednokrotnie dzieci te mogą mieć problem z utrzymaniem równowagi, a zatem niechętnie wykonują ćwiczenia na lekcjach wychowania fizycznego, takie jak skakanie na jednej nodze, rzucanie piłką do celu. W pokoju dziecka panuje ciągły bałagan, a wygląd dziecka wydaje się nieschludny. U starszych dzieci pojawia się zaburzenie postrzegania odległości i percepcji czasu. Zaburzenia tego rodzaju określa się jako **dyspraksję**. Nazwa ta nawiązuje do określenia **praksji** tj. ruchów ukierunkowanych na cel, tak jak np. pisanie. Z czasem ulegają one automatyzacji. Przedrostek **dys** wskazuje na zakłócenie rozwoju danej funkcji zanim ukształtowała się ona w pełni.

Początkowo sądzono, że **dyspraksja** to problem wynikający z nieprawidłowości w budowie i funkcjonowaniu mózdzku, struktury odpowiedzialnej za równowagę oraz automatyzację ruchu. Dopiero jednak badania, w których zastosowano metodę obrazowania grubości włókien aksonalnych (DTI) pokazały, że u podłoża dyspraksji leżą przede wszystkim **nieprawidłowości w obszarach kory przedruchowej** (Rys. 8).



Ryc.8. Schemat mózgu, boczna powierzchnia. Źródło: Kalat, 2006; opracowanie własne.

⁵ Praksje to ruchy ukierunkowane na cel, tak jak np. pisanie. Z czasem ulegają one automatyzacji. Przedrostek *dys* wskazuje na zakłócenie rozwoju danej funkcji zanim ukształtowała się ona w pełni.

Warto wiedzieć:

- Po pierwsze, aby dana czynność została wykonana musi zostać zaplanowana przez mózg. Za planowanie czynności ruchowych odpowiada **kora przedruchowa** (Ryc. 8). To tu tworzy się **plan** danego ruchu. Na co dzień nie zastanawiamy się, jakie są kolejne kroki podczas mycia zębów, czy przygotowywania śniadania. Te i inne czynności, z reguły wykonujemy automatycznie. Oczywiście małe dziecko np. 3-letnie może mieć jeszcze problem z umyciem zębów, ale od 8-latka oczekujemy już bezproblemowego wykonania tej czynności.
- W kolejnym etapie realizowania czynności ruchowej, informacja z kory przedruchowej, czyli plan ruchu, przekazywana jest do **kory ruchowej**, a dokładnie do obszarów zawiadujących np. dłońią i dopiero stąd płynie sygnał do pobudzania mięśni, dzięki którym dana czynności jest wykonywana.
- Niezgrabność dzieci z dyspraksją wynika głównie z powodu **zaburzenia tworzenia planu** wykonania danego ruchu, a nie utrzymywania równowagi per se. Mózg dziecka tworzy ten plan, ale niejako z opóźnieniem. Wskazują na to badania DTI, które ujawniły opóźniony, w stosunku do wieku rozwojowego, stopień mielinizacji włókien aksonalnych w okolicy kory przedruchowej. Innymi słowy, informacja jest przekazywana z komórki do komórki, ale wolniej.
- Należy podkreślić, że niektóre dzieci z dyspraksją mogą także przejawiać problemy z nauką, wolniej przyswajają informacje. Tak na przykład, mają problem z zapamiętaniem polecenia nauczyciela, a co więcej słabiej w porównaniu do swoich rówieśników kontrolują emocje. Potrafią z błahaego zdawać by się mogło powodu, wpadać w złość, czy płacz. Inne dzieci mogą przejawiać także problemy z mową (dyspraksja mowy). Dziecko mówi, ale wolno, niejako z trudem układa usta do wymowy poszczególnych słów. Te problemy wskazują, że u tych dzieci opóźnione tempo mielinizacji nie dotyczy tylko obszarów kory przedruchowej, ale także innych obszarów mózgu i wskazują na ogólne wolne tempo dojrzewania mózgu. Pojawia się pytanie, dlaczego tak się dzieje?

Doniesienia z badań

- Wyniki badań jasno wskazują, że głównym powodem opóźnionego tempa mielinizacji jest „ubogie” środowisko dziecka. I nie mamy tu na myśli finansów jakim dysponuje dana rodzina, ale tryb dnia codziennego dziecka. Dzieci wychowywane z niezwykłą troską ze strony rodziców, często pozbawione są jednocześnie swobodnej **aktywności fizycznej** tj. zabawy na podwórku, na przysłowiowym trzepaku, czy zabawy w chowanego. Dzieci odwożone do szkoły, spędzają wiele godzin w pozycji siedzącej, wracają do domu, gdzie bezpiecznie spędzają resztę dnia przy komputerze. Niestety sporadyczne wyjście na rower, czy basen to za mało, aby włókna uległy właściwej dla tego okresu rozwoju mielinizacji. Do tego trzeba zarówno czasu, a co ważne **płynności** w stymulacji. A zatem, w przypadku dzieci z dyspraksją tylko **systematyczna** aktywność fizyczna może przyspieszyć tempo mielinizacji włókien aksonalnych w obszarach kory przedruchowej.

Jak pomóc dziecku z dyspraksją w procesie mielinizacji włókien aksonalnych:

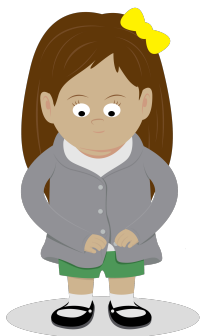
- W przypadku kilkuletnich dzieci dobre rezultaty przynosi Terapia Integracji Sensorycznej.
- Przy deficytach utrudniających codzienne trudności zaleca się pracę z fizjoterapeutą.
- W przypadku tzw. dyspraktycznej (niewyraźnej) mowy, wskazana jest praca z logopedą.
- W przypadku typowo ruchowych problemów kilkuletnich dzieci zaleca się pracę od ćwiczeń wzmacniających mięśnie tj. rozwój siły i kondycji, a następnie rozwój umiejętności planowania ruchu.
- W przypadku młodszych dzieci zaleca się wykonywanie następujących ćwiczeń ruchowych:
 - ruchy okrężne rąk
 - pełzanie na podłodze z ciałem przytwierdzonym do podłogi
 - chodzenie na czworakach
 - skakanie na skakance
 - zabawa z kołem hula-hop
 - przeskakiwanie przeszkody
 - „pajacyki”
 - rzucanie do celu (wrzucanie piłki, woreczka do pudełka)
 - chwytanie balonów
 - balansowanie na platformie typu:



- wykonywanie kilku czynności jednocześnie:
 - podrzucenie przedmiotu do góry i klaskanie
 - śpiewanie i tańczenie
 - skakanie i liczenie
 - recytacja wiersza podczas stania na jednej nodze
 - wykonywanie powyższych czynności stojąc na platformie do balansowania
- inne: <https://www.youtube.com/watch?v=7iKWFV0-9i4>
- W przypadku starszych dzieci polecane są:
 - nauka tańca
 - wspinaczka
 - aerobik wodny
 - gry zespołowe
- Istotne jest także, aby szkole zapewnić dziecku dodatkowy czas na wykonanie zadania oraz udzielać mu pochwał nawet za małe sukcesy.

Polecana literatura:

- Platt G., *Pokonać dyspraksję. Prosty program ćwiczeń poprawiających umiejętności ruchowe w domu i w szkole*, Wydawnictwo Harmonia Universalis 2015.
- Odowska-Szlachcic B., *Metoda integracji sensorycznej we wspomaganie rozwoju mowy u dzieci z uszkodzeniami ośrodkowego układu nerwowego*, Harmonia.
- https://dyspraxiafoundation.org.uk/wp-content/uploads/2018/07/DyspraxiaFoundation-Children_PhysicalActivityInformationSheet.pdf



OPÓŹNIONY ROZWÓJ MOWY

Zaburzenia w rozwoju języka pojawiające się już w początkowych stadiach życia dziecka, determinują jego komunikowanie się z otoczeniem, rzutują na osiągnięcia poznawcze, a także na jego funkcjonowanie psychospołeczne oraz emocjonalne. Według logopedów i badaczy, u sporej grupy dzieci, bez wyraźnych zaburzeń neurologicznych, czy obniżonego rozwoju umysłowego coraz częściej występuje dysharmonia w rozwoju mowy i komunikacji. Pierwsze symptomy opóźnionego rozwoju mowy widoczne są dość wcześnie tj. dzieci te zwykle później zaczynają gaworzyć, zbyt długo zatrzymuje się na jednym z etapów rozwoju mowy. U dzieci z młodszych klas szkolnych symptomatyczne będą trudności w przypominaniu nazw, niezborny sposób opowiadania, uboższe w treści wypowiedzi, niepoprawne formy gramatyczne czy zaburzona organizacja narracji. Z czasem, dzieci doganiają swoich rówieśników w zakresie kompetencji językowych.

Podsumowując, u prawidłowo rozwijającego się 3-latka zniekształcenia wymowy słów typu *tebuja* zamiast cebula, czy *siota* zamiast szczotka są naturalnym zjawiskiem rozwojowym i w krótkim czasie powinny zostać zastąpione poprawną wymową. Jeśli jednak zniekształcenia te utrzymują się u dziecka starszego tj. w wieku 6 lat, do tego dziecko nie rozumie kierowanych do niego poleceń słownych, wówczas deficyty te sugerują nie tyle opóźnienie rozwoju mowa co jej zaburzenia. Przykładem takiego zaburzenia są tzw. specyficzne zaburzenia językowe (ang. *Specific Language Impairment, SLI*) często występujące rodzinie.

Zaburzenia mowy wieku rozwojowego określane są w literaturze polskiej wielorako, niestety często też spójności w ich stosowaniu. Poprawne określenie na omawiany opóźniony rozwój mowy, to **alalia**⁶. Co prawda, w literaturze anglojęzycznej taki termin nie występuje, a naukowcy używają określenia: **rozwojowe zaburzenie językowe**⁷.

⁶ Termin *alalia* pochodzi z rosyjskiej literatury z lat 70-tych ubiegłego wieku.

⁷ W literaturze anglojęzycznej rozwojowe zaburzenia językowe określa się jako: *Developmental Language Disorder (DLD)* lub zamiennie *Language (LD) and Speech (SD) Disorders*.

Poniżej przedstawiono definicję najczęściej występujących pojęć nawiązujących do zaburzeń mowy:

- ✓ **alalia**- opóźniony rozwój mowy, w którym nie stwierdza się zaburzeń neurologicznych, deficytów sensorycznych oraz niepełnosprawności intelektualnej. Trudności dziecka dotyczą przede wszystkim ekspresji mowy. Rozumienie mowy rozwija się prawidłowo do wieku. Z czasem deficyty ulegają osłabieniu aż w końcu zanikają.
- ✓ **afazja dziecięca**- zaburzenia ekspresji i/lub rozumienia mowy powstałe na skutek organicznego uszkodzenia mózgu np. guza mózgu. Termin odnosi się do dzieci, które przed zachorowaniem miały mowę rozwiniętą już w stopniu dobrym. Słowo afazja zostało wprowadzone dla określenia zaburzeń mowy u osób dorosłych.
- ✓ **dysfazja dziecięca** – to termin, który jednocześnie sugeruje opóźniony rozwój mowy jak i zaburzenia powstałe na skutek zmian organicznych w mózgu. Termin wydaje się być nieprecyzyjny, gdyż jak wspomniano określenie afazja dotyczy osoby, która już posługiwała się językiem płynnie.
- ✓ **specyficzne zaburzenie językowe (SLI)**- głębokie zaburzenia rozwoju ekspresji jak i rozumienia mowy. Co ważne, zaburzenia te utrzymują się w kolejnych latach życia dziecka i są nadal obecne w wieku dorosłym. Jest to zaburzenie występujące rodzinnie, o możliwym podłożu genetycznym.

Mózgowa organizacja funkcji językowych

Zanim odpowiemy na pytanie, jaka jest przyczyna opóźnionego rozwoju mowy, przyjrzyjmy się, które obszary w mózgu odpowiadają za zdolność mówienia i rozumienia mowy innych. Współcześnie prowadzone badania neuroobrazowe pokazały, że za mowę odpowiada wiele, czasem odległych od siebie obszarów mózgu, przy czym większość z nich zlokalizowana jest w obrębie **lewej półkuli** mózgu. W dużym uproszczeniu za zdolność **mówienia i rozumienia mowy** odpowiada lewa półkula mózgu, prawa zaś przetwarza informacje związane z intonacją emocjonalną oraz złożone formy językowe takie jak przysłowia, rozumienie żartów, czyli pewne abstrakcyjne formy językowe. Jest to tak zwany język figuratywny/pragmatyczny.

Warto wiedzieć:

- Dla prawidłowej komunikacji językowej niezbędna jest aktywność co najmniej dwóch obszarów mózgu położonych lewej półkuli tj. okolicy Broki i okolicy Wernickiego (Rys.9).
- I. **Okolica Broki**⁸ to obszar położony w przedniej części mózgu, w płacie czołowym, który odpowiada za **zdolność mówienia**. To tu tworzony jest ruchowy **plan wypowiedzi**. Osoba mówiąca płynnie nie zastanawia się zatem jak aparat artykulacyjny do wymowy poszczególnych słów, czy zdań.
- W przypadku występowania takich trudności w rozwoju mowy o dyspraksji mowy, tzw. **dyspraktyczna mowa**. Jeśli dziecka mówiło płynnie, a dopiero na skutek uszkodzenia mózgu doszło do zaburzeń ekspresji mowy, mamy wówczas do czynienia z **afazją ruchową**⁹ (**motoryczną**).
 - W przypadku osób dorosłych stosuje się określenie **afazja Broki** (od nazwiska lekarza Paul Brocka, który jako pierwszy w 1863 roku opisał to zaburzenie).
- II. **Okolica Wernickiego**, położona w lewym płacie skroniowym odpowiada za zdolność **różnicowania fonemów** (k-g; półka-bułka), i wraz z tzw. tylnym polem językowym odpowiada za zdolność **rozumienia mowy**. Innymi słowy proces ten zachodzi kolejno:
- 1) **odbiór słuchowy** (to rola pola słuchowego)
 - 2) **rozpoznanie mowy w wersji dźwiękowej** tj. w przypadku słowa *kot* – **rozpoznanie wszystkich głosek k-o-t** (to rola okolicy Wernickiego),
 - 3) **nadania znaczenia** słyszanemu słowu *kot* (tylne pole językowe).

⁸ Uszkodzenie pola Broki u osoby, która mowę opanowała w stopniu dobrym skutkuje zaburzeniami w płynności mowy. Chory mówi z trudnością, chociaż wie co chce powiedzieć. Zaburzenie to określa się jako afazję Broki. W terapii neurologopedycznej zalecane są ćwiczenia wymowy poszczególnych głosek, słów, a następnie budowanie zdań z brakującym czasownikiem.

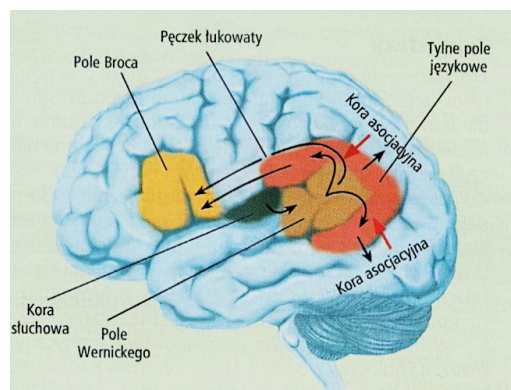
⁹ Określenie afazja ruchowa nie odnosi się do trudności natury motorycznej np. niedowładu aparatu artykuacyjnego, czy kończyn, a do zaburzenia planu ruchu aparatu artykulacyjnego do wymowy słów.

- W przypadku dzieci z opóźnionym rozwojem mowy problem w analizie dźwiękowej słów określa się mianem **deficytu fonologicznego**, a w mowie występują zniekształcenia typu:
 - ✓ *korkodyl* zamiast *krokodyl*
 - ✓ *kleb, fleb* zamiast *chleb*
 - ✓ *kaka* zamiast *tata*
 - ✓ *rawa* zamiast *trawa*

- W przypadku dziecka, które już mówiło płynnie i na skutek uszkodzenia mózgu występuje problem z różnicowaniem fonologicznym mówimy o **afazji percepcyjnej** (receptyjnej)
- W przypadku dorosłych najczęściej używa się terminu **afazja Wernickiego** (od nazwiska Carla Wernickiego, 1974r.)

III. Sprawne działanie okolicy Broki i Wernickiego możliwe jest dzięki włóknom aksonalnym łączącym te okolice. Jednym z nich jest tzw. **pęczek łukowaty** (Ryc.9), który przenosi informację o dźwięku z okolicy okolicy Wernickiego do okolicy Broki.

- Na skutek uszkodzenia pęczka łukowatego u osoby dorosłej, pacjent zamiast powtórzyć zdania „*Dzisiaj jest ładna pogoda*”, może powiedzieć „*Teraz świeci słońce*”.
- Dzieci z opóźnionym rozwojem mowy będą przejawiać trudności w powtarzaniu słów nieznanymi lub pseudosłów, np. słowa *gird*, ponieważ dziecko nie może odwołać się do znaczenia danego słowa.



Ryc.9. Schemat mózgu, boczna powierzchnia obrazujący obszary istotne w kontekście mowy. Źródło: Kalat, 2006; opracowanie własne.

Doniesienia z badań:

- Badania neuroobrazowe mózgu dzieci z opóźnionym rozwojem mowy (alalia) wskazują, że **główna nieprawidłowość dotyczy mielinizacji włókien aksonalnych łączących obszar Broki i Wernickiego**- tj. pęczka podłużnego górnego, wraz z pęczkiem łukowatym (Ryc.9)
- Zaburzenia mielinizacji ww. pęczków skutkują także niską aktywnością okolicy Broki i Wernickiego.
- Stwierdzono, że nauka czytania u 5-latków znacznie przyspiesza proces mielinizacji ww. pęczków.
- Dzieci, którym rodzice **regularnie** czytają od najmłodszych lat mają znacznie grubsze pęczki i już w wieku kilku miesięcy stwierdza się u nich bogatsze słownictwo. W wieku 3 lat dzieci z tej grupy mówią już płynnie i popełniają mniej błędów gramatycznych, w porównaniu do dzieci, którym rodzice czytają sporadycznie.

Jak pomóc dziecku z opóźnionym rozwojem mowy:

- Dziecko, którego mowa jest dla nas niezrozumiała, które nie rozumie kierowanych do niego poleceń powinno znajdować się pod opieką lekarza w celu wykluczenia poważnych deficytów neurologicznych.
- Kolejno istotna jest ocena psychologiczna dziecka. Zdarza się bowiem, że dzieci pochodzące z domów, w których występuje przemoc (nie zawsze wobec dziecka) na skutek stresu, który bardzo spowalnia mielinizację, później zaczynają mówić.
- W przypadku tzw. dyspraktycznej (niewyraźnej) mowy, wskazana jest praca z logopedą.
- w przypadku deficytu fonologicznego: np. rozkładanie słów na poszczególne sylaby czy fonemy oraz trudnościami w zabawach słowami (na przykład „świńska łacina”¹⁰).
/ A. Maurer (red.), Dźwięki mowy. Kraków 2003;

¹⁰Ang. *pig latin* czy gra półsłówek – podawanie wyrazów bez pierwszej głoski lub szyfrowanie polegające na zamianie pierwszych sylab lub głosek w zestawieniach dwuwyrazowych

POSMUMOWANIE

Mózg młodego osobnika charakteryzuje się największą gotowością do ulegania zmianom plastycznym. Zmiany te pod postacią tworzenia nowych neuronów, nowych połączeń zachodzą poprzez interakcję dziecka ze środowiskiem. Wzbogacone środowisko dostarcza dziecku wielu interesujących bodźców, doznań, wywołując ciekawość poznawczą, sprzyjającą rozwojowi układu nerwowego. Zrozumienie procesów zachodzących w mózgu dziecka umożliwi dydaktykom, psychologom, wgląd w podstawowy proces rozwoju dziecka i pozwoli dostrzec korzyści płynące z troskliwej opieki poprzez zapewnienie dziecku wzbogaconej stymulacji tak poznawczej jak i fizycznej. Ubogie tak poznawczo jak i pod względem fizycznym środowisko dziecka, zaburza proces mianizacji oraz eliminacji połączeń synaptycznych.

Literatura polecana:

- Grzegorzewska, I., Cierpiątkowska, L., Borkowska, A.R. (2020). Psychologia kliniczna dzieci i młodzieży. Wyd. PWN.
- Haan, M., Johnson Mark, H. (2019). Neurokognitywistyka rozwoju. Wyd. PWN.
- Kalat, J. (2020). Biologiczne podstawy psychologii. Wyd. PWN.
- Kupis, G. (2012). SLI i inne zaburzenia językowe. Od badań mózgu do praktyki psychologicznej. Wyd. GWP.
- Rostkowski, J. (2012). Rozwój mózgu człowieka w cyklu życia. Aspekty bioneuropsychologiczne. Wyd. Difin.
- Rymarczyk, K. (2019). Aktywność fizyczna szansą na zwiększanie potencjału rozwojowego dzieci i lepsze wyniki w nauce. *Integracja Sensoryczna*, Kwartalnik Polskiego Stowarzyszenia Terapeutów Integracji Sensorycznej. Nr 3.
- Rymarczyk, K. (2015). Neurofizjologiczne uwarunkowania rozwoju dziecka – wpływ doświadczenia na rozwój układu nerwowego (s. 80-109). W: Piotrowicz, R. (red.). *Interdyscyplinarne uwarunkowania rozwoju małego dziecka. Wybrane zagadnienia*. Wydawnictwo Akademii Pedagogiki Specjalnej, Warszawa
- Spitzer, M. (2007). Jak uczy się mózg. Wyd. PWN.