

Rozwój kultury, nauki i techniki spowodował zmiany w sposobach adaptacji do środowiska (choćby poprzez zakładanie odzieży chroniącej przed nadmiernym promieniowaniem słonecznym, czy używanie kremów z filtrem) oraz w zachowaniach demograficznych (np. stosowanie środków antykoncepcyjnych,

leczenie wielu chorób). Dobór naturalny u człowieka odgrywa coraz mniejszą rolę. Ewolucja biologiczna przekształciła się w ewolucję biokulturową, a następnie w ewolucję kulturową, która prowadzi do zacierania się różnic międzypopulacyjnych powstałych tysiące lat temu.

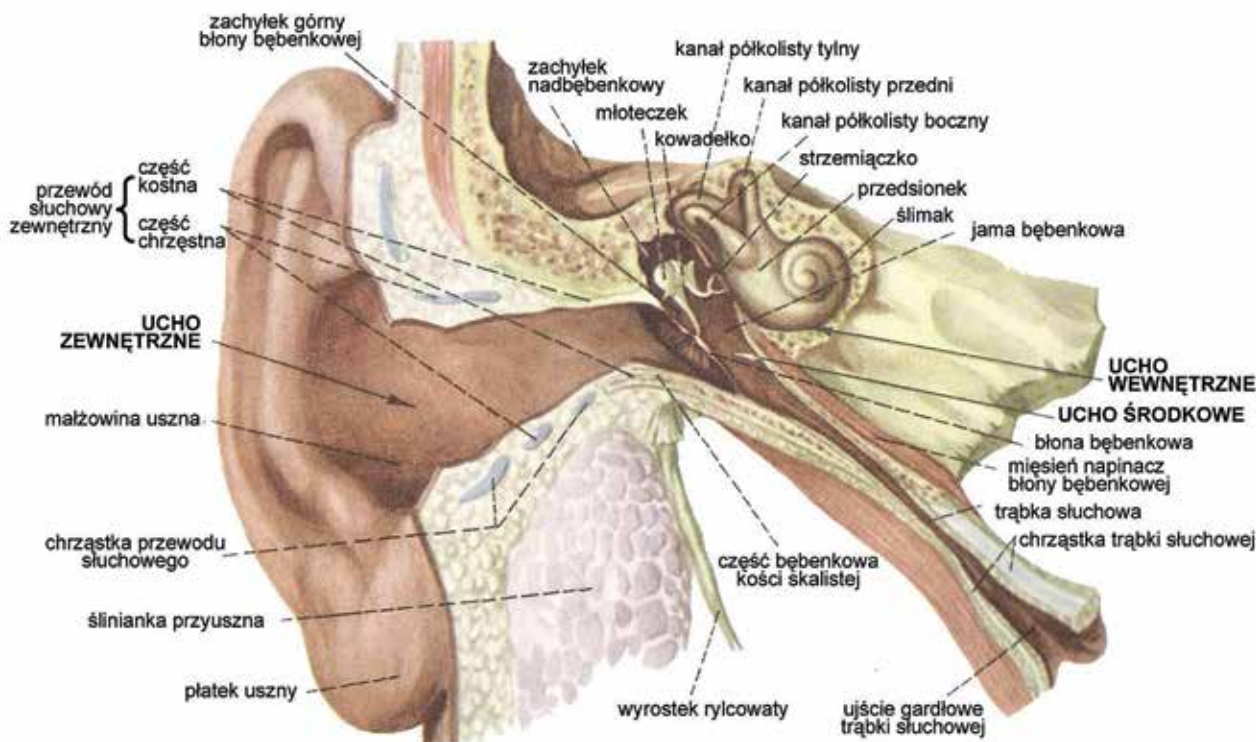
Agnieszka Augustyn, licencjat biologii, Zakład Antropologii Instytutu Zoologii, Uniwersytet Jagielloński. E-mail: agnieszka.augustyn@uj.edu.pl.  
Promotor: dr hab. Krzysztof Szostek, e-mail: krzysztof.szostek@uj.edu.pl.

## GŁUCHOTA I WPŁYW JĘZYKA MIGOWEGO NA FUNKCJONOWANIE MÓZGU

*Izabela Solarz (Kraków)*

Głuchota i Głusi są w społeczeństwie od zawsze. Informacje o nich można znaleźć nawet w tekstach starożytnej Mezopotamii. Niemniej do czasu powstania szkół dla osób Głuchych, te przekazy były two-

żym z wadą słuchu decyduje się na operację wszczepienia implantu ślimakowego lub na używanie aparatu, natomiast osoby słyszące mogą uczęszczać na kursy języka migowego.



Ryc. 1. Schemat budowy anatomicznej ucha człowieka. Źródło: e-audiologia.pl.

żone wyłącznie przez osoby słyszące. Wychodzenie z niebytu przez osoby Głuche zapoczątkował ksiądz Charles-Michael de l'Epee, założyciel szkół dla osób niesłyszących i propagator używania naturalnego języka migowego, który żył i działał w XVIII wieku.

Obecnie głuchota nie zamyka już drogi do edukacji czy uczestnictwa w życiu społeczeństwa. Część osób

### Czym jest głuchota

Utrata słuchu to niezdolność do odbierania bodźców akustycznych. Może być spowodowana zaburzeniem przekazywania dźwięków do ucha wewnętrznego lub uszkodzeniem narządu słuchu lub szlaku nerwowego. Z takim uszkodzeniem można się

urodzić lub nabyć je w trakcie życia, z czego wynika podział na głuchotę wrodzoną i nabytą.

W klasyfikacji ICD-10 różne rodzaje upośledzenia słuchu oznaczone są kodem H90 i H91.

Ucho odbiera fale dźwiękowe, przekształca je w drgania mechaniczne, a drgania w impulsy nerwowe. Ucho składa się z trzech głównych części:

- Ucha zewnętrznego (małżowina, przewód słuchowy zewnętrzny, powierzchnia błony bębenkowej)
- Ucha środkowego (błona bębenkowa, jama bębenkowa, kosteczki słuchowe, trąbka słuchowa, powierzchnia zewnętrzna okienka owalnego)
- Ucha wewnętrznego (błędnika) będącego narządem zmysłu słuchu (ślimak) i równowagi (kanały półkoliste).

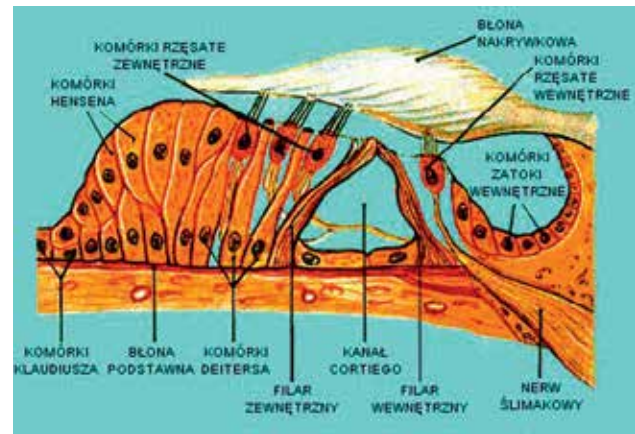
Małżowina dzięki swojemu kształtowi zbiera dźwięki i kieruje je do kanału słuchowego, który mierzy ok. 26–30 cm.

Ucho środkowe to przestrzeń wypełniona powietrzem. Odpowiada za mechaniczne wzmocnienie i doprowadzenie fal dźwiękowych przez okienko owalne do ucha środkowego.

Błona bębenkowa zamienia fale dźwiękowe w drgania mechaniczne, pobudzając kosteczki słuchowe. Młoteczek z jednej strony łączy się z błoną bębenkową, a z drugiej strony łączy się z kowadłkiem, kowadełko ze strzemiączkiem, a ono z kolei łączy się z błoną okienka owalnego. Kosteczki słuchowe są najmniejszymi kośćmi organizmu ludzkiego. Ich zadaniem jest wzmocnienie drgań błony bębenkowej i doprowadzenie ich do ucha wewnętrznego.

Trąbka słuchowa to kanał łączący ucho środkowe z gardłem, o długości ok. 35 mm. Normalnie otwarta jest jedynie wąska część, ale jej przekrój może się zwiększać w celu wyrównania ciśnienia powietrza w uchu. Jest to droga, którą mogą wnikać patogeny lub szerzyć się procesy zapalne. Okienko owalne oddzielające jamę bębenkową od ucha wewnętrznego odbiera drgania mechaniczne stykając się bezpośrednio ze strzemiączkiem. Ułatwia przekazywanie ich do ślimaka, czyli rzeczywistego narządu słuchu. Ślimak jest wypełniony płynem i zawiera narząd Cortiego. Komórkami zmysłowymi narządu Cortiego są komórki rzęsate opatrzone rzęskami, wspomagane przez liczne komórki pomocnicze. Podczas drgań następuje uginanie i rozciąganie rzęsek co generuje potencjał elektryczny przekazywany do zakończeń czuciowych nerwu ślimakowatego. Zniszczenie narządu Cortiego odpowiada za całkowitą i nieodwracalną głuchotę.

W ślimaku znajdują się pierwsze neurony drogi słuchowej. Ich aksony tworzą nerw ślimakowy, będący częścią nerwu czaszkowego VIII (słuchowo-równoważnego). Przełączenie na drugi neuron następuje



Ryc. 2. Schemat budowy narządu Cortiego. Źródło: sound.eti.pg.gda.pl.

w jądrach ślimakowych, które znajdują się na granicy mostu i rdzenia przedłużonego. Aksony jąder ślimakowych tworzą tzw. prążki ślimakowe. Prążek przedni biegnie do jąder górnych oliwki, dalej tworząc wstęgę boczną, która biegnie do wzgórków dolnych śródmózgowia. Prążek tylny wnika do wstęgi bocznej, która po opuszczeniu wzgórków dolnych śródmózgowia biegnie do ciała kolankowatego przyśrodkowego, znajdującego się we wzgórzu. Jądra oliwki, wstęga boczna i wzgórek dolny odpowiadają za słyszenie obu-uszne i lokalizację źródła dźwięków.

Droga słuchowa dośrodkowa ma na wszystkich odcinkach projekcję tonotopową odzwierciedlającą analizę częstotliwości drgań dokonywaną na poziomie ślimaka. Ponadto włókna nerwowe drogi słuchowej ulegają częściowemu krzyżowaniu się, co umożliwia obustronny odbiór informacji dźwiękowej

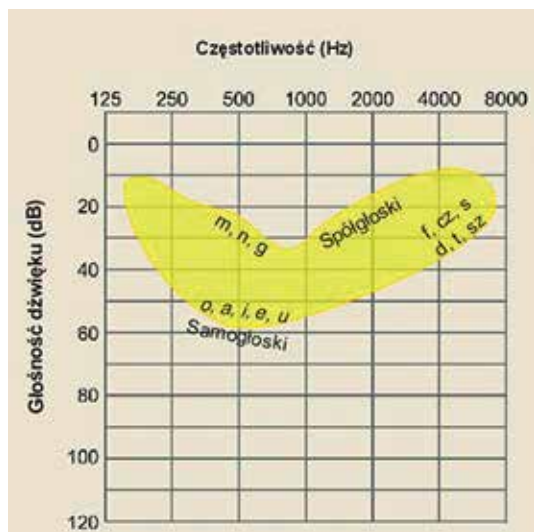
We wzgórzu dochodzi do przełączenia na czwarty neuron drogi słuchowej. Wypustki jądra docierają do warstwy IV pierwszorzędnego ośrodka korowego słuchu, który znajduje się w zakręcie poprzecznym Heschla, w tylnogórnej części zakrętu skroniowego górnego, tzw. pole 41 Brodmana. Sąsiadujące z polem rzutowym pole 42 pełni funkcje kojarzeniowe i integracyjne.

Oprócz całkowitej głuchoty istnieje również niedosłuch, który nie pozbawia całkowicie możliwości odbierania dźwięków. Stopnie ubytku słuchu określa się jako lekki, umiarkowany, znaczny i głęboki. W zależności od tego stopnia, osoba doświadcza różnych trudności ze słuchem.

Tab. 1. Trudności w odbieraniu dźwięków zależnie od stopnia ubytku słuchu.

Stopień ubytku słuchu	Trudności w odbieraniu dźwięków
<b>Lekki</b>	Ciche dźwięki nie są słyszalne. Rozumienie mowy w hałaśliwym otoczeniu jest utrudnione.
<b>Umiarkowany</b>	Obserwuje się niemożność słyszenia dźwięków cichych i umiarkowanie głośnych. Rozumienie mowy staje się bardzo trudne, jeśli występuje hałas w tle.
<b>Znaczny</b>	Rozmowy muszą być prowadzone głośno. Rozmowy w grupie są możliwe, ale wymagają ogromnego wysiłku.
<b>Głęboki</b>	Niektóre wyjątkowo głośne dźwięki są słyszalne. Komunikacja bez aparatu słuchowego jest niemożliwa, nawet przy największych staraniach.

Ponieważ mowa składa się z głosek o różnych częstotliwościach, nie ma konkretnego poziomu, od którego zaznacza się trudności z jej usłyszeniem. Na wynikach badania słuchu, audiogramu, zaznacza się tzw. „banan mowy”, który pokazuje spektrum, w którym słyszalna jest ludzka mowa.



Ryc. 3. Banan mowy – wizualizacja dźwięków mowy na audiogramie. Źródło: laryngologia.pl.

Nie wszyscy głusi czują się w jakiś sposób upośledzeni i chcą za wszelką cenę dołączyć do świata dźwięków. Czują się Głusi – pisani wielką literą. Mają własną kulturę i uważają siebie za mniejszość, nie grupę chorych. Ma to swoje podłoże w tym, że posługują się innym językiem, który jest najsilniejszym

nośnikiem i wyznacznikiem kultury. Postrzegają siebie jako odrębnych, co niesie za sobą pewien stopień izolacji i trudności w zrozumieniu ich zwyczajów, poglądów czy postulatów.

## Głusi w Polsce

W Polsce żyje około 100 tysięcy osób Głuchych lub niedosłyszących. Jednak większość z nas prawdopodobnie nigdy nie rozmawiała z taką osobą. Głusi czują się w Polsce pomijani i izolowani. Mogą się bez problemu kształcić tylko w niewielkiej liczbie zawodów, a ich postulaty są ignorowane przez Rząd. Wpływa to na frustrację i narastanie negatywnych nastrojów w ich społeczności, która ostatecznie doprowadziła do protestu przed budynkiem Sejmu RP i debaty z posłami, w której uczestniczyli przedstawiciele Głuchych.

Głównym powodem takiej izolacji jest obawa społeczeństwa – trudność porozumienia z Głuchą osobą. Ponieważ posługują się innym językiem, słyszące osoby czują się niezręcznie w kontakcie z nimi. Nie wiedzą, jak powinny się zachować i wolą się wycofać z interakcji, niż okazać się niekompetentne. Słyszący uważają, że brakiem taktu byłoby napisanie odpowiedzi za pomocą telefonu i pokazanie jej drugiej osobie, co wśród Głuchych jest przyjęte jako sposób komunikacji.

## Porozumiewanie się osób Głuchych

W Polsce mamy do czynienia z dwoma różnymi sposobami porozumienia się osób głuchych – Systemem Językowo-Migowym i Polskim Językiem Migowym.

System Językowo-Migowy (SJM) jest to tzw. język migany, w którym, zachowując strukturę gramatyczną języka polskiego, wykorzystuje się znaki migowe do konstruowania wypowiedzi słownej. System Językowo-Migowy stosuje się zawsze z językiem mówionym. W uproszczeniu można go traktować jako kalkę języka fonicznego na gesty, z zachowaniem wszystkich zasad gramatyki, jak odmiana przez przypadki czy zaimki zwrotne.

Polski Język Migowy (PJM) to język naturalny, wspierany szczątkową mową lub artykulacją. Posiada własną specyficzną gramatykę pozycyjno-przestrzenną, w której o sensie zdania decyduje szyk oraz sposób pokazywania znaków określających wyrazy. PJM nie jest kalką języka fonicznego ani jego tłumaczeniem. To nowy język z własnymi zasadami i słownictwem.

Obecnie Głusi walczą o możliwość nauczania w PJM, ponieważ w tej chwili w szkołach dzieci

zmuszane są do nauki w SJM i traktowania języka polskiego jako pierwszego. Środowiska zrzeszające Głuchych chcą, żeby w szkołach PJM był nauczany jako pierwszy język, ponieważ jest językiem naturalnym, przyswajającym w domu. Chcą, żeby język polski był nauczany jako język obcy, za czym idzie inna metodyka nauczania. Głusi uważają ten sposób nauki za bardziej odpowiedni dla nich. Od kilku miesięcy walczą o zainteresowanie Rządu w tej sprawie i uruchomienie drogi legislacyjnej w tym kierunku.

### Język migowy

Językoznawcy są zgodni – język migowy jest prawdziwym, pełnym językiem naturalnym. Wszystkie języki składają się z różnych elementów, obejmujących także hierarchię procesów lingwistycznych. Język migowy nie jest tutaj wyjątkiem. Aby móc go zaliczyć do języków naturalnych, musiał spełnić następujące kryteria:

- być ojczysty dla swoich użytkowników
- pozwalać określić etapy rozwoju języka zależnie od wieku dziecka
- uczenie się dziecka migać po okresie krytycznym odbija się na sposobie posługiwania się językiem
- mieć styl formalny i nieformalny
- mieć dialekty, migi środowiskowe i rodzinne
- pozwalać w nim tworzyć

To wszystko sprawia, że język migowy nie powinien być traktowany jako gorszy brat języka fonicznego. Co więcej, jedna z głównych teorii powstania języka zakłada, że ewoluował on z systemu gestów. Ta teoria wspierana jest przez stwierdzenie, że małpy też porozumiewają się gestami i da się je nauczyć języka migowego. We wszystkich kulturach ludzie gestykują w czasie mówienia, gestykują również niewidomi. Dorosłe osoby potrafią przystosować gesty do sytuacji, której się znajdują, jak głośne środowisko pracy. U wielu dzieci gest pojawia się zanim zaczną one używać słów. Możemy się zastanawiać, czy obszary mózgu, odpowiedzialne za wokalizację i gestykulację, są tak blisko powiązane, ponieważ te systemy były ze sobą od początku połączone.

Przyzwyczajeni jesteśmy do traktowania gestów jako komunikacji niewerbalnej. Tymczasem sami codziennie dostarczamy sobie dowodów, że nie jest to takie oczywiste. Pokazałeś dzisiaj komuś kciuk uniesiony w górę? Pokazałeś mu więc słowo „w porządku”. A kiedy ostatnio tłumaczyłeś komuś drogę, czy równocześnie pokazywałeś tę drogę i zakręty swoimi dłońmi? W czasie wakacji za granicą pomagałeś sobie rozpaczliwym machaniem? Gratulacje, używałeś gestu jako słów.

### Wpływ języka migowego na mózg

Nie da się zaprzeczyć, że język, którym się posługujemy, wpływa na organizację naszego mózgu i postrzeganie świata. Mitem jest, że język migowy nie powoduje pełnego rozwoju możliwości dziecka. W rzeczywistości nauczanie się języka migowego jest równoznaczne z przyswojeniem języka fonicznego i nie powoduje patologii, które pojawiają się w wyniku deprywacji nauki języka. Specjaliści zalecają wspomaganie się językiem migowym nawet dzieciom, którym wszczepiono implant ślimakowy.

Najnowsze techniki neuroobrazowania, zwłaszcza funkcjonalny rezonans magnetyczny, pozwalają nam przyglądać się działaniu mózgu osoby, która tworzy lub odbiera komunikat w języku migowym. Daje to wyjątkową możliwość obserwacji aktywności neuronalnej w czasie używania tak niezwykłego, przestrzennego języka.

Wszystkie badania, których wyniki zostały niżej przedstawione, zostały przeprowadzone z udziałem użytkowników Amerykańskiego Języka Migowego ASL. Ma on ten sam rodowód, co Polski Język Migowy i powstał na bazie francuskiego języka migowego.

Język migowy aktywuje zasadniczo te same obszary, które aktywuje język foniczny. W czasie pokazywania znaków można zaobserwować dodatkową aktywację płata ciemieniowego, co jest pierwszym dowodem na różnice w funkcjonowaniu mózgow użytkowników różnych języków.

Osoby Głuche, jak można się spodziewać, mają mniejszą objętość istoty białej w zakręcie Heschla (część zakrętu skroniowego), który jest pierwszorzędową korą słuchową. Związane jest to z brakiem bodźców, które stymulowałyby aktywność tego rejonu.

Skoro język jest tak ważny dla funkcjonowania, pojawia się pytanie – czy wyjątkowość języka migowego odbija się na działaniu mózgu jego użytkowników?

Na to pytanie można spokojnie odpowiedzieć, że tak, na co zaraz przedstawię argumenty. Zanim do tego przejdę, chciałabym jednak od razu zaznaczyć, że te zmiany nie powodują gorszego funkcjonowania osoby. To absolutnie nie są zmiany patologiczne czy niepożądane. Przeciwnie, są dowodem na prawidłową kompensację pewnych funkcji poznawczych i przystosowanie do używanego sposobu komunikowania się. Język migowy to nie jest ułomny substytut języka wokalnego, który ogranicza potencjał użytkownika.

Ważnym początkiem badań w tym kierunku było zwrócenie uwagi, że język migowy ma niezwykłą gramatykę, która opiera się na przestrzeni trójwymiarowej (przykładem tego jest pokazanie na linii następstwa czasu – wydarzenia najdawniejsze pokazywane

są z lewej strony, w miarę przemieszczania się w stronę terażniejszości, znaki są wykonywane coraz bardziej do środka, aż do pokazywania przyszłości po prawej stronie). Wiele znaków jest pokazywanych w silnym odchyleniu od miejsca, gdzie spodziewalibyśmy się je zobaczyć – na środku. W związku z tym, osoby posługujące się językiem migowym rozwijają lepszą zdolność postrzegania ruchu w obszarze peryferyjnym, a także do przełączania uwagi na pole peryferyjne, co skutkuje lepszym przeszukiwaniem przestrzeni w porównaniu do osób słyszących, nie posługujących się językiem migowym.

Inną znaczącą zmianą jest lepsza zdolność do rotacji mentalnych osób znających język migowy. Badania Talbot i Haude udowodniły również, że poziom zdolności do rotacji mentalnych korelował z umiejętnościami językowi Amerykańskiego Języka Migowego. Związane jest to również ze specyfiką języka – wszystkie znaki są pokazywane z perspektywy osoby migającej. Osoba, która odbiera komunikat, musi go obrócić w swoim umyśle. Można to porównać do pokazywania drogi – pokazujemy ją ze swojej perspektywy, a osoba patrząca, musi ją „obrócić w głowie”. O wiele łatwiej przychodzi nam rozpoznanie drogi, jeśli obróci się w tę samą stronę, w którą stoimy i wtedy zacznie pokazywać – to właśnie przykład rotacji mentalnych. Osoby słyszące często w ten sposób przedstawiają komuś trasę, którą ma do pokonania, ponieważ obrócenie jej tak, aby przedstawić ją z perspektywy rozmówcy nie jest proste. Osoby niesłyszące mają z taką zmianą perspektywy mniejsze trudności.

Jak można się domyślić, posługiwanie się językiem migowym wpływa również na przetwarzanie ruchu. To na nim opiera się cały język i bez niego nie byłoby komunikacji. Widać to w różnicy aktywności górnej części płatu skroniowego – u osób słyszących lateralizacja w tym regionie jest raczej przesunięta w prawo, w przeciwieństwie do osób migających, u których ten obszar silniej jest aktywny po lewej stronie. Może być to powiązane z faktem, że dziecko, które uczy się języka migowego, musi odczytać z ruchu jego semantyczne znaczenie. Ponieważ lewa półkula odpowiada za rozumienie języka, staje się ona preferowana zarówno dla przetwarzania znaków które mają znaczenie, jak i ruchów bez znaczenia językowego. Być może przyspiesza to komunikację między ośrodkami, a co za tym idzie, pozwala szybciej rozpoznawać znaki, jednak taka hipoteza nie ma swojego potwierdzenia w badaniach.

Osoby posługujące się językiem migowym mają zwiększoną objętość tylnej kory wyspy. Związane może to być z nauką czytania z ruchu warg jako pomocą w komunikacji z osobami słyszącymi. To

wytłumaczenie może jednak nie być do końca satysfakcjonujące – nie wszystkie osoby Głuche czytają z ruchu warg. Ta umiejętność jest nabywana raczej mimochodem i może być zastosowana tylko w specyficznych warunkach. Moim zdaniem hipotezy należy poprowadzić raczej w stronę lepszego odczytywania subtelných zmian w wyrazie twarzy w czasie tworzenia migowych komunikatów.

Warto również przyjrzyć się osobom dwujęzycznym. Dwujęzyczność migowo-foniczna jest wyjątkowa, ponieważ obejmuje dwie różne modalności. Najczęściej nabywają ją słyszące dzieci głuchych rodziców, które jeden język przyswajają od rodziców, drugi od słyszących krewnych i w szkole czy przedszkolu. MacSweeney w 2001 roku zasugerował, że w czasie wykonywania komunikatów w języku migowym osoby dwujęzyczne dwumodalnie angażują bardziej niż osoby dwujęzyczne jednomodalnie tylne regiony górnej kory skroniowej. Ta różnica w organizacji miałaby wynikać z konieczności oddzielenia systemu przetwarzania mowy fonicznej od języka migowego, który przetwarzany jest w tym samym obszarze. Może to zapobiegać nakładaniu się na siebie pobudzenia, dzięki czemu systemy nie przeszkadzają sobie wzajemnie.

### Zmiany w postrzeganiu twarzy

W wielu językach migowych twarz pełni bardzo ważną rolę. Nie jest tylko maską, ale bierze aktywny udział w tworzeniu komunikatu. Bez niej nie da się w pełni komunikować. Co więcej, nie jest jak w językach fonicznych częścią komunikacji niewerbalnej, ale za jej pomocą można wyrażać konkretne słowa i struktury gramatyczne. Odpowiednie ułożenie ust i języka oznacza „oszustwo”, a uniesione brwi tworzą ze zdania pytanie. Oprócz tego, wbrew intuicji, okazuje się, że osoba obierająca komunikat w języku migowym, skupia wzrok na twarzy adresata, nie na jego dłoniach, w których teoretycznie znajduje się najwięcej przekazu.

Badania McCullough i zespołu (2005) pokazały silną lewopółkulową lateralizację bruzdy skroniowej górnej w przypadku odczytywania wyrazu twarzy niosącego znaczenie językowe, ale tylko kiedy wyrażenie pojawiało się w kontekście czasownika, którego symbol był pokazywany dłońmi. Porównano to do wyniku uzyskanego u słyszących osób, które nie potrafią migać – w ich przypadku zaobserwowano prawopółkulową lateralizację, zarówno w czasie językowej, jak i emocjonalnej ekspresji wyrazu twarzy. Zgadzałoby się to z ogólną tendencją do lokalizacji funkcji językowych w lewej półkuli.

Te same badania pokazały wzrost lewopółkulowej aktywności w zakręcie wrzecionowatym, zarówno w czasie pokazywania emocjonalnego wyrazu twarzy, jak i czasie pokazywania kontekstu czasownika. Natomiast słyszący przejawiali bilateralną aktywację w każdej z tych aktywności.

To również potwierdza spostrzeżenie, że wszystkie zbadane funkcje, które u osób zdrowych znajdują się w prawej półkuli, ale w językach migowych mają znaczenie w języku, mają tendencję do przenoszenia się do lewej, językowej półkuli.

### Podsumowanie

Wszystko to wskazuje, że posługiwanie się językiem migowym ma wpływ na organizację pracy mózgu. Dotyczy to zarówno ogólnego przetwarzania

mowy, jak i bardziej specyficznych funkcji, jak odbieranie wyrazu twarzy. Okazuje się, że posługiwanie się językiem migowym nie prowadzi do upośledzenia funkcjonowania czy obniżenie ilorazu inteligencji. Na przekór stereotypom nauka języka migowego prowadzi do wytworzenia nowej, lepiej przystosowanej organizacji procesów przetwarzania mowy, gestów i wyrazu twarzy. To wyjątkowy dowód na plastyczność mózgu i jego zdolność do przystosowania się do warunków życia, zwłaszcza w tak ludzkiej dziedzinie, jak język.

*Szczególne podziękowania dla prof. dr hab. Ryszarda Przewłockiego za opiekę naukową oraz dla Beaty Ziarkowskiej-Kubiak za pokazanie wyjątkowości Polskiego Języka Migowego.*

Izabela Solarz, studentka w zakładzie Neurobiologii i Neuropsychologii, Instytut Psychologii Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego.  
E-mail: iza.solarz@gmail.com.

## DDT – PRZEKLEŃSTWO CZY BŁOGOSŁAWIEŃSTWO XX WIEKU?

*Anna K. Wójtowicz, Konrad A. Szychowski (Kraków)*

### Wstęp

DDT (1,1-Bis(4-chlorofenylo)-2,2,2-trichloroetan), najślawniejszy z kiedykolwiek stosowanych pestycydów, zsyntetyzowany został w 1874 roku przez austriackiego chemika Othmara Zeidlera, jednak środek ten przez wiele lat nie znajdował zastosowania. Owadobójcze właściwości tego związku zostały odkryte dopiero 66 lat później przez Paula Hermanna Müllera, który w 1948 roku za odkrycie „nadzwyczajnych właściwości DDT” otrzymał nagrodę Nobla. Na świecie związek ten sprzedawany był pod różnymi nazwami handlowymi takimi jak: Ditox, Tritox, Anofex, Cesarex, Chlorophenothane, Dedelo, Dinocide oraz wiele innych. W Polsce produkowany był od 1947 roku w Zakładach Chemicznych Organika Azot w Jaworznie pod nazwą handlową Azotox. W Stanach Zjednoczonych przez pewien czas DDT był szeroko dostępny i reklamowany jako idealny środek na wszelkiego rodzaju szkodniki (Ryc. 1). DDT na dużą skalę stosowany był podczas II wojny światowej gdzie używano go do zwalczania wszy przenoszących dur plamisty oraz komarów roznoszących malarię. Żołnierze byli posypywani proszkiem

DDT, nosili bieliznę nasączoną tym związkiem, a także przebywali w namiotach i pomieszczeniach opryskiwanych tą substancją. Tego typu praktyki niewątpliwie przyczyniły się do ocalenia zdrowia i życia tysiącom walczących żołnierzy. Po spektakularnym sukcesie na froncie DDT był rutynowo wykorzystywany do kontroli populacji komarów oraz szkodników upraw na całym świecie. Szacunki z lat 70. XX wieku dokonane przez WHO (ang. *World Health Organization*) mówiły, że dzięki stosowaniu DDT około jeden miliard ludzi uniknął zarażenia malarią w okresie poprzedzających dwudziestu pięciu lat. Koniec złotego okresu stosowania DDT przyniosła publikacja w 1962 roku książki Racheli Carson pt. „Milcząca Wiosna” (ang. *Silent Spring*). Książka opisywała wpływ DDT na organizmy zwierząt, w szczególności ptaków, których to rozród został poważnie zaburzony, a niektóre gatunki zaczęły zanikać. Publikacja ta miała wielki wpływ na opinię publiczną oraz środowiska ekologów, co doprowadziło do zakazu używania DDT w kolejnych krajach. Jako pierwsze w 1970 roku zakaz stosowania DDT wprowadziły Norwegia i Szwecja, następnie w 1972 roku USA. W Polsce zabroniono używać tego związku dopiero w cztery