



You have downloaded a document from
RE-BUŚ
repository of the University of Silesia in Katowice

Title: Lateralizacja i lokalizacja funkcji językowych w mózgu (przegląd najważniejszych zagadnień)

Author: Katarzyna Brzezinka

Citation style: Brzezinka Katarzyna. (2016). Lateralizacja i lokalizacja funkcji językowych w mózgu (przegląd najważniejszych zagadnień). W: B. Mitrenga (red), "Słowo - wartość - jakość w języku i w tekście" (S. 185-204). Katowice : Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego.



Uznanie autorstwa - Użycie niekomercyjne - Bez utworów zależnych Polska - Licencja ta zezwala na rozpowszechnianie, przedstawianie i wykonywanie utworu jedynie w celach niekomercyjnych oraz pod warunkiem zachowania go w oryginalnej postaci (nie tworzenia utworów zależnych).



UNIwersYTET ŚLĄSKI
W KATOWICACH



Biblioteka
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Lateralizacja i lokalizacja funkcji językowych w mózgu (przegląd najważniejszych zagadnień)

Wstęp

Artykuł niniejszy ma charakter ogólnoprzeglądowy (jako taki stanowi pewien typ pomocy dydaktycznej). Dostarcza przeglądu publikacji z zakresu neurolingwistyki (ze szczególnym uwzględnieniem tych prac, w których autorzy podjęli próby zlokalizowania wybranych funkcji językowych w mózgu). Cel szkicu sprowadza się w gruncie rzeczy do poszukiwania odpowiedzi na pytanie: gdzie i jak (w świetle najnowszych badań) w ludzkim mózgu rozmieszczone są składowe reprezentacji językowej (języka i mówienia)? Opracowanie to ma na celu nie tylko spojrzenie na dokonania przyrodznawców okiem humanisty, lecz także zbudowanie na podstawie otrzymanych przez nich wyników względnie spójnego wizerunku języka – takiego, jakim „widzi” go mózg.

Niniejsze studium składa się z kilku części. W rozdziale pierwszym scharakteryzowany zostanie bliżej przedmiot dociekań neurologii – anatomia i fizjologia układu nerwowego. W rozdziale drugim zostanie przybliżony obiekt zainteresowań lingwistyki – zdolność językowa. W obu rozdziałach moja uwaga zogniskuje się na strukturze obu wielkości, mianowicie na jednostkach mózgu i języka, do jakich odwołują się uczeni, próbując uchwycić w opisie to, co zarazem „mózgowe” i „językowe”. W trzecim rozdziale przywołane będą najświeższe doniesienia ze świata neuronauki na temat miejsca: lateralizacji/lokalizacji funkcji językowo-mownych w mózgu, podjęta jednocześnie zostanie próba „przetłumaczenia” wagi tych odkryć na metajęzyk lingwistyki. Innymi słowy: „aktywne językowo” okolice i pola mózgu zostaną przyporządkowane jednostkom mowy ludzkiej, jakie wyodrębniają w toku badań materiałowych lingwiści. Ostatnią, a przy tym wyjątkowo istotną, część tej pracy stanowi dość obszerna bibliografia, w której zainteresowany czytelnik znajdzie odesłania do szczegółowych studiów (niemal wyłącznie obcojęzycznych) nad rolą mózgu w przetwarzaniu języka. Jako że nie istnieje na gruncie rodzimym

tęgo typu zbiorczą publikacją, prezentowany artykuł, w autorskim zamyśle, ma wypełnić zaistniałą lukę wydawniczą.

1. Anatomia i fizjologia układu nerwowego – wybrane zagadnienia

Układ nerwowy zbudowany jest z tkanki nerwowej, którą tworzą komórki nerwowe (neurony), głąj oraz włókna nerwowe. Ciało ludzkiej komórki nerwowej (neuronu) zawiera wszystkie organella komórkowe, charakterystyczne dla każdej, typowej komórki zwierzęcej. Od innych komórek nerwowych neurony różnią się tym, że posiadają neuryty, tj. dendryty i aksony. O ile jednak dendryty (w liczbie od jednego do kilku) „odbierają” informacje z receptorów, o tyle akson (zazwyczaj jeden) „nada je” informacje – przetworzone w jądrze komórkowym – do efektorów. Neurony kontaktują się ze sobą za pomocą synaps (wyspecjalizowanych części dendrytów i aksonów): chemicznych lub elektrycznych; mianowicie: na styku synaps (w kolbkach synaptycznych) pod postacią impulsów elektrycznych – przewodzonych za pośrednictwem substancji neuroprzekaznikowych – dokonuje się, w najogólniejszym tego słowa znaczeniu, kodowanie i transmitowanie informacji (szerzej na ten temat w: LONGSTAFF, 2002).

Układ nerwowy dzieli się (na podstawie kryterium anatomicznego) na układy: obwodowy i ośrodkowy oraz (w oparciu o kryterium fizjologiczne): autonomiczny i somatyczny. Układ ośrodkowy składa się z mózgowia i rdzenia kręgowego, przy czym rdzeń przekazuje informacje z ciała do mózgowia i z mózgowia do ciała, a mózgowie odpowiada za przetwarzanie odbieranych i nadawanych informacji. Układ obwodowy stanowią nerwy czaszkowe i rdzeniowe, które przesyłają informacje ze zmysłów do mózgu lub rdzenia, a następnie z mózgu lub rdzenia do mięśni. Układy: autonomiczny (wegetatywny) i somatyczny (animalny) stanowią (w pewnym sensie) części układu nerwowego ośrodkowego i autonomicznego. Układ autonomiczny obejmuje przy tym swoim działaniem mięśnie gładkie i odpowiada za ruchy nieświadome, tj. pobudza (współczulnie) i hamuje (przywspółczulnie) czynności narządów. Układ somatyczny unerwia z kolei ruchowo mięśnie prądkowane i wywołuje ruchy świadome (zob. układ pozapiramidowy i piramidowy). (Najważniejsze – niezbędne dla zrozumienia treści wyłożonych w tej pracy – informacje podane są za: BOCHENEK, REICHER, 2004).

Mózgowie obejmuje blok cybernetyczno-informacyjny (korowy), czyli mózg (w tym: kresomózgowie i międzymózgowie), oraz blok energetyczny (podkorowy), a więc mózdzek i pień (w tym: śródmózgowie, most i rdzeń). W dalszej kolejności omówiony zostanie jedynie blok cybernetyczno-

-informatyczny, umiejscowiony w mózgu i odpowiedzialny m.in. za funkcje językowe (por. KACZMAREK, 1995).

Mózg – największe skupisko tkanki nerwowej w jamie czaszki u kręgowców – stanowi materialne podłoże zjawisk psychicznych i zespół najwyższych ośrodków nerwowych. Mózg ludzki składa się z dwóch półkul, przedzielonych szczeliną podłużną, i łączących je kilku spoidel. Obydwie półkule pokrywa płaszcz kory mózgowej, zawierającej istotę szarą (ciała neuronów) i istotę białą (włókna neuronów). Kora jest zorganizowana, w skali mikro- i makroskopowej, pionowo (np. w warstwy, kolumny, jądra) oraz poziomo (np. w płaty, okolice, pola). W korze mózgowej znajdują się bruzdy (szczeliny) i zakręty (zawoje), np. bruzda środkowa (Rolanda) oddziela płaty: czołowy i ciemieniowy, a bruzda boczna (Sylwiusza) rozdziela płaty: czołowy i skroniowy. W każdej z półkul wyróżnia się płaty (4–6; różni badacze podają różne w tym względzie dane), w obrębie których wyszczególnia się pola (52¹–109), łączące się w okolice (9²). Płaty: skroniowy, ciemieniowy i potyliczny, pełniąc funkcję analizatorów informacji płynących z receptorów, odpowiadają za percepcję odpowiednio: słuchową, czuciową i wzrokową. Płat czołowy, pełniąc funkcję wykonawczą, odpowiada z jednej strony za ekspresję myśli i mowy, a z drugiej – za ruch (niektórzy autorzy wyróżniają jeszcze dwa płaty: wyspowy i limbiczny, którym przypisuje się zdolności kontrolujące i emocjonalne). Ponieważ różne fragmenty kory specjalizują się w odgrywaniu rozmaitych ról, w płaszczu kory okrywającym mózg wyodrębnia się korę: pierwszorzędową (projekcyjną), drugorzędową (asocjacyjną) oraz trzeciorzędową (integracyjną), które (każda z osobna) umożliwiają: transmisję, analizę i syntezę napływających bodźców i informacji. Oto najważniejsze pola korowe i ich „współrzędne anatomiczne”:

1. BA³ 1, 2, 3, 43: zakręt zaśrodkowy (pierwotna okolica czuciowo-ruchowa)
2. BA 4: zakręt przedśrodkowy (pierwotna okolica czuciowo-ruchowa)
3. BA 5: płacik ciemieniowy górny
4. BA 6: zakręt czołowy środkowy, zakręt przedśrodkowy (okolica przedruchowa)
5. BA 7: przedklinek
6. BA 8: część tylna (ogonowa) zakrętu czołowego środkowego (czołowe pole gałkowo-głowowe)

¹ Liczba pól (52) jest zgodna z mapą cytoarchitektoniczną mózgu według K. Brodmanna (z 1907 roku).

² W obrębie poszczególnych płatów wyróżnia się następujące okolice: potyliczną, ciemieniową dolną, ciemieniową górną, zaśrodkową, przedśrodkową, czołową, skroniową, wyspową i limbiczną (BOCHENEK, REICHER, 2004)

³ BA to skrót od ang. *Brodman Area*.

7. BA 9, 10, 11, 12: środkowy, dolny zakręt czołowy; zakręt prosty; zakręt oczodołowy
8. BA 17: ściana bruzdy ostrogowej
9. BA 18, 19: kliniek (płat potyliczny)
10. BA 20: zakręt skroniowy dolny
11. BA 21: zakręt skroniowy środkowy
12. BA 22: zakręt skroniowy górny
13. BA 23, 24, 32: zakręt obręczy
14. BA 25: zakręt obręczy (okolice bruzd ciała modzelowatego)
15. BA 27, 28, 35, 36: zakręt hipokampa
16. BA 29, 30: cieśń zakrętu obręczy
17. BA 34: płat wyspowy
18. BA 37: zakręt potyliczno-skroniowy przyśrodkowy
19. BA 38: biegun skroniowy (temporalny)
20. BA 39: zakręt kątowy
21. BA 40: zakręt nadbrzeżny
22. BA 41, 42: zakręty poprzeczne Heschla (zakręty skroniowe poprzeczne)
23. BA 44, 45: zakręt czołowy dolny (część wieczkowa, część trójkątna)
24. BA 46: zakręt czołowy środkowy
25. BA 47: część oczodołowa zakrętu czołowego dolnego
26. BA 52: zakręt skroniowy górny (przy gałęzi tylnej).

Wszystkie funkcje w mózgu są zlateralizowane i zlokalizowane. Lateralizacja (między półkulami mózgowymi: lewą i prawą) polega na przypisaniu funkcji do jednej z półkul (ściślej do półkuli dominującej). Lokalizacja (w półkulach mózgowych: lewej lub prawej) sprowadza się natomiast do przyporządkowania tych funkcji do jakiejś okolicy w jednej z półkul (dominującej lub niedominującej). Lateralizację/lokalizację funkcji w mózgu ustala się w toku badań, które prowadzi się z wykorzystaniem wielu metod i narzędzi, zob. m.in. obserwacja kliniczna, drażnienie kory mózgowej, próba amytalowa, komisurotomia, hemisferektomia, technika słyszenia rozdzielnościowego, pozytonowa tomografia emisyjna, czynnościowy rezonans magnetyczny (por. GLEASON, RATNER, 2005; MAZURKIEWICZ-SOKOŁOWSKA, 2006).

Podsumowując: w centrum zainteresowań autorki będą się sytuować reprezentacje ludzkiej mowy (narzędzi językowych i czynności mownych) umiejscowione w mózgowiu, a ściślej – w korze mózgowej (w istocie szarej) i pod korą (w istocie białej), oraz ustalone przy wykorzystaniu nowoczesnych technik typu PET i MRI.

2. Lingwistyka – nauka o zdolności językowej

Lingwistyka to nauka o zdolności językowej. Zdolność językowa – specyficznie ludzki dar mowy – realizuje się w dwóch wymiarach: w języku i w mówieniu, które pozostają do siebie w takim stosunku, że czynność mówienia, jako konkretny akt mowy, aktualizuje potencję, jaką zawiera w sobie narzędzie języka; z kolei narzędzie języka, ściślej: konkretny język, realizuje pole możliwości, jakie otwiera przed nim – wspólna i przyrodzona wszystkim ludziom moc – zdolność językowa. Lingwistyka opisuje tedy wyrażenia językowe: ich budowę i znaczenie (w aspekcie instrumentalnym), a także sposób ich użycia (w aspekcie operacyjnym). Językoznawca w pierwszej kolejności podejmuje trud wyodrębnienia w tkance mowy: w języku-narzędziu i w mówieniu-czynności pierwotnych jednostek i wtórnych wobec nich konstrukcji.

Jednostki mowy ludzkiej (tak języka, jak i mówienia) można podzielić, m.in. ze względu na pełnione przez nie najważniejsze funkcje: reprezentacyjną i komunikacyjną, na dwie klasy, mianowicie na: jednostki zdaniotwórcze (wzorce narzędzi) i jednostki tekstotwórcze (wzorce czynności), tj. *primo*, jednostki reprezentacji epistemicznej (kompetencji językowej), służące przekazywaniu wiedzy w zdaniach (akceptowalnych gramatycznie i semantycznie), *secundo*, jednostki komunikacji intencjonalnej (kompetencji komunikacyjnej), wyspecjalizowane m.in. w wyrażaniu intencji w tekstach (fortunnych pragmatycznie). Podział ten uwzględnia również odrębność mechanizmów, dzięki którym mówiący i słuchający powołują do istnienia wyższe produkty języka i mówienia, tj. wy-twarzane zdania i od-twarzane teksty. O ile jednak główną jednostką zdaniotwórczą jest leksem, a zwłaszcza leksem syntaktemiczny – czasownik, o tyle równoległą jednostką tekstotwórczą jest tekstem, realizujący ogólniejszy wzorzec tekstowy.

(NOWAK, 2015: 129)

Poniżej zamieszczono zestawienie jednostek mowy ludzkiej, do którego autorka będzie się odwoływała w dalszych częściach swojej pracy (na podstawie: NOWAK, 2015: 136):

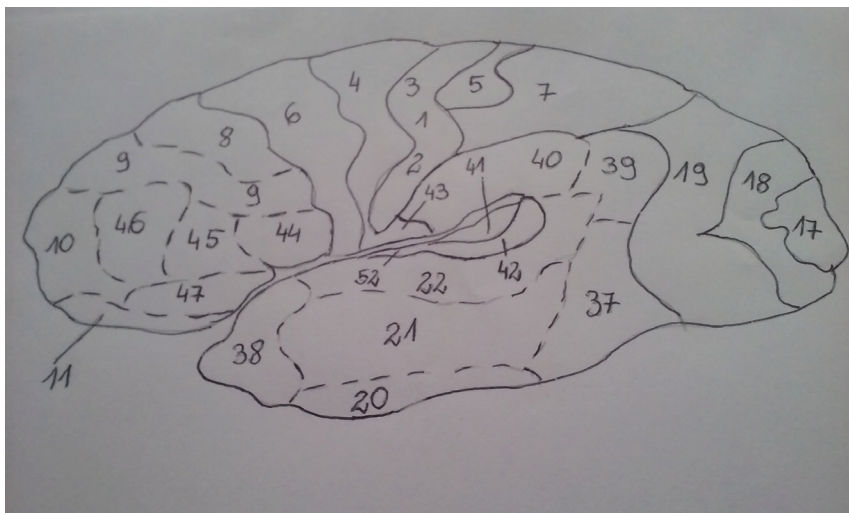
1. jednostki formy planu (płaszczyzny) wyrażania
 - 1.1. jednostki zdaniotwórcze (do-zdaniowe): „gramatyczne”
 - 1.1.1. jednostki emiczne (reprezentacyjne):
 - 1.1.1.1. fonem (→ prozodem):
 - 1.1.1.1.1. segmentalny: samogłoska → sylaba/sylaby (→ takt)
 - 1.1.1.1.2. prozodyczny: takt → fraza (← sylaby)
 - 1.1.1.2. morfem (→ fleksem):

- 1.1.1.2.1. leksykalny: rdzeń → temat/tematy (→ międzyrostek)
- 1.1.1.2.2. gramatyczny: międzyrostek → złożenie (← tematy)
- 1.1.1.3. leksem (→ syntaktem):
 - 1.1.1.3.1. syntaktemiczny: czasownik → zdanie/zdania (→ spójnik)
 - 1.1.1.3.2. parataktemiczny: spójnik → wypowiedzenie (← zdania)
- 1.1.2. jednostki etyczne (realizacyjne):
 - 1.1.2.1. fon (głoska) (← fonem)
 - 1.1.2.2. morf (cząstka) (← morfem)
 - 1.1.2.3. leks (forma) (← leksem)
- 1.1.3. jednostki taktyczne (kombinatoryczne): funktory (→ konstrukcje)
 - 1.1.3.1. fonotaktyczne, np. samogłoska (→ sylaba), takt (→ fraza)
 - 1.1.3.2. morfotaktyczne, np. rdzeń (→ temat), międzyrostek (→ złożenie)
 - 1.1.3.3. syntaktyczne, np. czasownik (→ zdanie), spójnik (→ wypowiedzenie)
- 1.2. jednostki tekstotwórcze (do-tekstowe): „pragmatyczne”
 - 1.2.1. jednostki emiczne (reprezentacyjne): tekstem (wzorzec gatunku i tekstu)
 - 1.2.2. jednostki etyczne (realizacyjne): tekst (wypowiedź)
 - 1.2.3. jednostki lektyczne (selekcyjne): kwalifikatory, np.:
 - 1.2.3.1. psycholektalne
 - 1.2.3.2. socjolektalne
 - 1.2.3.3. etnolektalne
- 2. jednostki formy planu (płaszczyzny) treści:
 - 2.1. jednostki zdaniotwórcze i tekstotwórcze: „semantyczne”
 - 2.1.1. jednostki emiczne (reprezentacyjne): semem

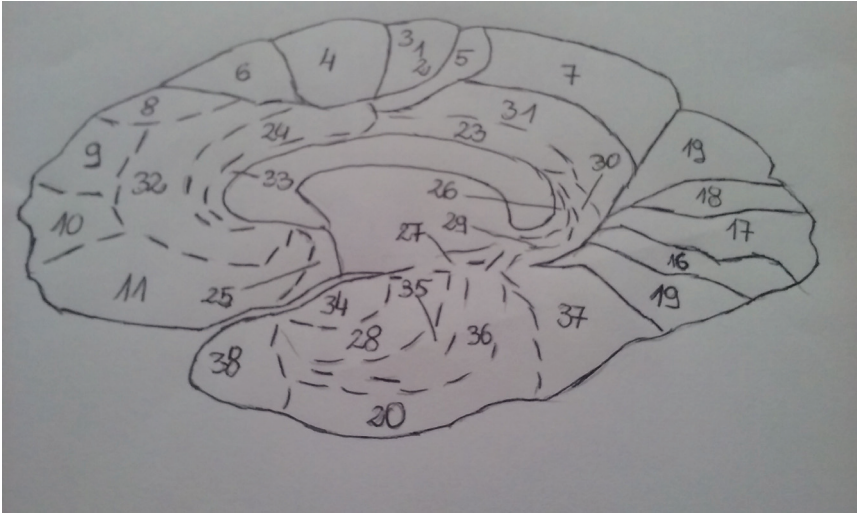
Warto przypomnieć, że cel artykułu ogniskuje się wokół prób znalezienia odpowiedzi na pytanie: gdzie i jak w ludzkim mózgu, w świetle wyników najnowszych badań opartych na technikach neuroobrazowych, rozmieszczone są jednostki języka i mowy oraz ich konstrukcje? Innymi słowy: w niniejszym szkicu skupiono się na tym, gdzie w mózgu znajdują się poszczególne składowe reprezentacji językowej, np. fonemy, morfemy, leksemy, tekstemy i sememy, oraz ich produkcje, np. sylaby i frazy, tematy i złożenia, zdania i wypowiedzenia. Odpowiedzi na tak postawione pytanie można poszukiwać na gruncie interdyscyplinarnej gałęzi wiedzy – neurolingwistyki.

3. Neurolingwistyka – nauka o zdolności językowej w układzie nerwowym

Neurolingwistyka, czyli neurologia języka, stanowi swoistą fuzję dwóch dziedzin wiedzy: neurologii i lingwistyki, z czego można wnosić, że jeśli główny obiekt badań neurologicznych stanowi układ nerwowy, a docelowy przedmiot analiz lingwistycznych – zdolność językowa, to neurolingwistyka jest niczym innym, jak interdyscyplinarną nauką o zdolności językowej w układzie nerwowym. Neurolog języka i neurolingwista poszukują w mózgu odpowiedzi na szereg kwestii dotyczących języka, por. pytania w rodzaju: gdzie co jest? (pytanie o korową lokalizację jednostek), co się z czym łączy? (pytanie o podkorową reprezentację operacji), co, kiedy i gdzie się aktywuje? (pytanie o kolejne etapy przetwarzania języka w mózgu). Niniejszy artykuł ogranicza się jedynie do opisu tego, gdzie (na podstawie wyników badań przedstawionych w zgromadzonej literaturze) mieszczą się niektóre wybrane funkcje: gramatyczne, semantyczne i pragmatyczne. W kolejnych punktach zostały przedstawione rezultaty długotrwałych i żmudnych poszukiwań: zarówno materiałowych, jak i bibliograficznych. Najlepiej prześledzić je, posiłkując się dołączoną do zestawienia mapą cytoarchitektoniczną mózgu (ryc. 1 i 2) oraz specjalnie przygotowaną bibliografią.



Ryc. 1. Powierzchnia górno-boczna mózgu



Ryc. 2. Powierzchnia przyśrodkowa mózgu

3.1. Funkcje gramatyczne

Składnia

1. generowanie zdań: BA 8, 9, 10, 21, 22, 39 (BROWN, 2006: 279–803)
2. kodowanie semantyczne: BA 47 (LI, 2000: 79–83)
3. odświeżanie aktywne semantyczne: BA 47 (DESMOND, 1995: 1411–1419)
4. odświeżanie pamięci semantycznej: BA 45 (DÜZEL, 2001: 104–123)
5. pamięć robocza syntaktyczna: BA 44 (FIEBACH, 2005: 79–91)
6. pamięć robocza werbalna: BA 5, 7, 13, 14, 15, 16, 27, 28, 34, 35, 36, 44, 48 (CATALAN, 1988: 253–264)
7. płynność semantyczna: BA 24, 32, 33, 44 (HEIM, 2008: 1362–1368)
8. płynność werbalna: BA 9, 10, 45, 46 (ABRAHAMS, 2003: 29–40)
9. procesy syntaktyczne: BA 9, 10 (WANG, 2008: 1371–1378)
10. przetwarzanie gramatyczne: BA 44, 45 (SAHIN, 2006: 540–562)
11. rozumienie zdań: BA 44 (GROSSMAN, 2002: 296–313)
12. spójność temporalna: BA 47 (VUUST, 2006: 832–841)
13. wiązanie elementów języka: BA 44 (MCDERMOTT, 2003: 293–303)
14. wyszukiwanie leksykalne: BA 45 (SAHIN, 2006: 540–562)

W dziedzinie składni najaktywniejsze pola to: 9 (3 razy), 10 (3 razy), 44 (7 razy), 45 (4 razy), 46 (2 razy), 47 (3 razy); pozostałe pola aktywują się jednokrotnie.

Morfologia

1. fleksja: BA 44, 45, 47 (SAHIN, 2006: 540–562)
2. generowanie czasownika: BA 9, 10 (BUCKNER, 1995: 2163–2173)
3. generowanie słów: BA 21, 37 (FRIEDMAN, 1998: 231–256)
4. generowanie słów wewnętrznie specyficznych: BA 22, 44, 45 (FRIEDMAN, 1998: 231–256)
5. kompletowanie tematu fleksyjnego: BA 9, 10 (DESMOND, 1998: 368–376)
6. odświeżanie słów w jednostkach wewnętrznie specyficznych: BA 38 (GRABOWSKI, 2001: 199–212)
7. przetwarzanie gramatyczne: BA 44, 45 (SAHIN, 2006: 540–562)

Podczas przetwarzania właściwości morfologicznych języka najczęściej aktywują się pola: 9 (2 razy), 10 (2 razy), 44 i 45 (po 3 razy); pozostałe pola „zaświeciły się” tylko raz.

Fonologia

1. aktualizacja pamięci werbalnej: BA 6 (TANAKA, 2005: 496–505)
2. czytanie: BA 39 (ISCHEBECK, 2004: 727–741)
3. czytanie mowy z twarzy (widzenie gestów artykulacyjnych): BA 41, 42 (CALVERT, 2003: 57–70)
4. czytanie nowych słów (głosne i ciche): BA 6 (DIETZ, 2005: 81–93)
5. czytanie ustami: BA 6, 8 (PAULESU, 2003: 2005–2013)
6. decyzje leksykalne (rozróżnianie słów i pseudosłów): BA 6 (PRICE, 1994: 1255–1269)
7. efekt powtórzenia torowania: BA 41, 42 (HAIST, 2001: 340–350)
8. ekspresja i percepcja prozodii i informacji emocjonalnej: BA 44 (WILDGRUBER, 2005: 1233–1241)
9. generowanie melodii frazy: BA 6, 45 (BROWN, 2006: 2791–2803)
10. inicjacja mowy: BA 6, 24, 32, 33 (NATNANEL-JAMES, 1997: 559–566)
11. integracja prozodii: BA 21 (HESLING, 2005: 937–947)
12. konwersja grafem-fonem: BA 44 (HEIM, 2005: 982–993)
13. łączy ortograficzno-fonologiczne: BA 37 (HASHIMOTO, 2004: 311–322)
14. odbiór języka: BA 22 (HALL, 2002: 140–149)
15. odnawianie słów: BA 6, 37 (ABRAHAMS, 2003: 29–40)
16. pamięć krótkotrwała słuchowa: BA 41, 42 (ZHANG, 2003: 91–98)
17. pamięć robocza słuchowa: BA 5, 7, 41, 42 (ZHANG, 2003: 91–98)
18. percepcja informacji prozodycznej: BA 44 (HESLING, 2005: 937–947)
19. percepcja mowy: BA 6 (WILSON, 2004: 701–702)
20. percepcja tonów harmonicznnych (bardziej prawa niż lewa): BA 41, 42 (HALL, 2002: 140–149)
21. percepcja wizualna mowy (neurony lustrzane): BA 41, 42 (CALVERT, 2003: 57–70)

22. płynność fonologiczna: BA 24, 32, 33, 44 (ABRAHAMS, 2003: 29–40; HEIM, 2008: 1362–1368)
23. powtarzanie mnemoniczne: BA 6 (KAPUR, 1996: 243–249)
24. powtarzanie słów: BA 22 (HERHOLZ, 1994: 47–50)
25. programowanie ruchów mowy: BA 6, 8, 44 (FOX, 2000: 1985–2004)
26. przetwarzanie dyskretne wzorców akustycznych: BA 42 (MIRZ, 1999: 161–169)
27. przetwarzanie dźwięków złożonych: BA 21, 22 (MIRZ, 1999: 161–169)
28. przetwarzanie fonologiczne: BA 44, 45, 46, 47 (McDERMOTT, 2003: 293–303)
29. przetwarzanie intensywności dźwięków: BA 41, 42 (LASOTA, 2003: 213–218)
30. przetwarzanie kompleksów dźwiękowych: BA 22 (MIRZ, 1999: 161–169)
31. przetwarzanie podstawowe bodźców słuchowych (mownych i innych): BA 41, 42 (MIRZ, 1999: 161–169)
32. przetwarzanie pojedynczych liter: BA 37 (FOLWERS, 2004: 829–839)
33. przetwarzanie sekwencyjne dźwięków: BA 6 (PLATEL, 1997: 229–243)
34. przetwarzanie selektywne tekstu i mowy: BA 21 (VOROBYEV, 2004: 309–322)
35. przetwarzanie słuchowe języka: BA 22 (SÖDERFELDT, 1997: 82–87)
36. przetwarzanie właściwości fonologicznych czytanych form słów: BA 19 (DIETZ, 2005: 81–93)
37. reagowanie na formę wizualną (form) słów: BA 18 (VOROBYEV, 2004: 309–322)
38. reagowanie na prezentację wizualną (rozróżnianie liter i pseudoliter): BA 6 (LONGCAMP, 2003: 1492–1500)
39. reprezentacja wewnętrzna dźwięków mowy (neurony lustrzane): BA 41, 42 (CALVERT, 2003: 57–70)
40. rozpoznawanie wizualne słów: BA 41, 42 (CALVERT, 2003: 57–70)
41. rozumienie prozodii afektywnej: BA 22, 45 (WILDGRUBER, 2005: 1233–1241)
42. ruchy twarzy, warg, języka: BA 4 (FOX, 2000: 1985–2004)
43. segregacja dźwięków: BA 41, 42 (ALAIN, 2005: 592–599)
44. tłumaczenie języka: BA 8 (PRICE, 1999: 2221–2235)
45. torowanie słuchowe: BA 41, 42 (TULVING, 1994: 2012–2015)
46. uczenie się dźwięków podstawowych drugiego języka: BA 22 (WANG, 2003: 1019–1027)
47. uwaga selektywna skierowana na mowę: BA 20, 22, 23, 26, 29, 30, 31, 38, 44, 45, 47 (VOROBYEV, 2004: 309–322)
48. uwaga selektywna skierowana na rytm: BA 6 (PLATEL, 1997: 229–243)
49. uwaga skierowana na głosy ludzkie: BA 6, 9, 10 (NAKAI, 2005: 75–82)
50. uwaga skierowana na procesy mowy: BA 44 (GIRAUD, 2004: 247–255)

51. uwaga skierowana na relacje fonologiczne: BA 5, 7 (McDERMOTT, 2003: 293–303)
52. wrażliwość na dźwięki wysokie: BA 41, 42 (PATTERSON, 2002: 767–776)
53. wstęp leksykalno-semantyczny do reprezentacji melodii: BA 22, 47 (PLATEL, 1997: 229–243)
54. wykrywanie częstych dewiacji: BA 22, 41, 42 (LIEBENTHAL, 2003: 1395–1404)
55. wykrywanie dźwięków szybkich (lewa i prawa): BA 41, 42 (LEHMANN, 2007: 1637–1642)
56. wyrażanie informacji emocjonalnej: BA 44 (WILDGRUBER, 2005: 1233–1241)
57. zmiana języka: BA 6 (PRICE, 1999: 2221–2235)

W trakcie przeprowadzania operacji fonologicznych najczęściej razy aktywowały się pola: 42 (16 razy), 6 (15 razy), 41 (14 razy), 44 (7 razy), 8, 21, 37, 45, 47 (po 3 razy), 5, 7, 24, 32, 33 (po 2 razy); pozostałe pola były aktywne tylko raz.

3.2. Funkcje semantyczne

1. kategoryzacja semantyczna: BA 5, 7, 9, 10, 37 (HUGDAHL, 1999: 49–58)
2. kodowanie słów i twarzy: BA 17, 18, 19, 23, 26, 29, 30, 31, 44, 45, 47 (LEUBE, 2001: 2773–2777)
3. kojarzenie słów z percepcjami wizualnymi: BA 37 (ABRAHAMS, 2003: 29–40)
4. kojarzenie twarz-imię: BA 11, 18, 19, 37 (HERHOLZ, 2001: 643–650)
5. konfrontowanie nazywania: BA 18, 19 (ABRAHAMS, 2003: 29–40)
6. kreatywność werbalna: BA 40 (BECHTEREVA, 2004: 11–20)
7. nazywanie obiektów: BA 6, 24, 32, 33 (BACIU, 1999: 293–298)
8. nazywanie słów: BA 37 (ABRAHAMS, 2003: 29–40)
9. odświeżanie pamięci semantycznej: BA 45 (CHOU, 2006: 915–924)
10. odświeżanie słów: BA 37, 38 (ABRAHAMS, 2003: 29–40)
11. pamięć robocza werbalno-semantyczna: BA 27, 28, 34, 35, 36, 48 (HOENIG, 2005: 597–609)
12. parafrazowanie semantyczne: BA 37 (THIOUX, 2005: 284–290)
13. płynność semantyczna: BA 24, 32, 33, 44 (HEIM, 2008: 1362–1368)
14. powtarzanie słów: BA 22 (HERHOLZ, 1994: 47–50)
15. przetwarzanie leksykalno-semantyczne: BA 20, 23, 26, 29, 30, 31 (ISCHEBECK, 2004: 727–741)
16. przetwarzanie semantyczne: BA 21, 22, 38, 46, 47 (CHOU, 2006: 915–924)
17. przetwarzanie semantyczne (bardziej szczegółowe i kompletne): BA 40 (CHOU, 2006: 915–924)

18. przetwarzanie wieloznaczności leksykalno-semantycznych: BA 38 (HOENIG, 2005: 597–609)
 19. rozumienie słów obrazowych: BA 5, 7, 37, 41, 42 (BEDNY, 2006: 127–139)
 20. uwaga skierowana na relacje semantyczne: BA 37 (MCDERMOTT, 2003: 293–303)
 21. rozumienie i produkcja językowa: BA 20 (PAPATHANASSIOU, 2000: 347–357)
 22. rozumienie jednostek przyswojonych na wczesnych etapach życia: BA 38 (ELLIS, 2006: 958–968)
 23. rozumienie metafor: BA 9, 10, 20, 37 (SHIBATA, 2007: 92–102)
 24. rozumienie wieloznaczności semantycznej: BA 20, 38 (ZEMPLENI, 2007: 1270–1279)
 25. wykrywanie częstych dewiacji: BA 6, 22, 41, 42 (LIEBENTHAL, 2003: 1395–1404)
 26. znajdowanie słów: BA 37 (ABRAHAMS, 2003: 29–40)
 27. znak językowy: BA 19, 37, 45 (HORWITZ, 2003: 1868–1876)
- Semantycznie najaktywniejsze pola to: 38 (5 razy), 19, 20 (4 razy), 18, 23, 26, 31, 45 (3 razy), 6, 5, 7, 9, 10, 22, 24, 40, 41, 42, 44 i 47 (aktywowały się po 2 razy); pozostałe pola aktywowały się jednokrotnie.

3.3. Funkcje pragmatyczne

1. inicjowanie i hamowanie werbalne (prawa): BA 24, 32, 33 (NATHANIEL-JAMES, 1997: 559–566)
2. interakcji ja/inni podczas percepcji socjalnej: BA 24, 32, 33 (LAWRENCE, 2006: 1173–1184)
3. komponent emocjonalny zachowania: BA 11 (ROGERS, 1999: 9029–9038)
4. kontrolowanie wykonawcze zachowania: BA 9, 10 (KÜBLER, 2006: 1331–1342)
5. kreatywność zadaniowa werbalno-sprawcza: BA 39 (BECHTEREVA, 2004: 11–20)
6. odróżnianie siebie od innych: BA 38 (RUBY, 2004: 988–999)
7. pamięć epizodyczna autobiograficzna: BA 27, 28, 34, 35, 36, 48 (DASELAAR, 2008: 217–229)
8. pamięć kontekstu (odświeżanie tła): BA 27, 28, 34, 35, 36, 48 (STERPENICH, 2007)
9. percepcja socjalna i empatia: BA 40 (DEPPE, 2005: 171–182)
10. planowanie: BA 6, 9, 10 (FINCHAM, 2002: 3346–3351)
11. podejmowanie decyzji: BA 9, 10, 11, 47 (ROGERS, 1999: 9029–9038)
12. przetwarzanie emocji i autorefleksja podczas podejmowania decyzji: BA 5, 6, 7, 9, 10, 40, 46 (DEPPE, 2005: 171–182)

13. przetwarzanie ironii (prawa): BA 38 (WAKUSAWA, 2007: 1417–1426)
14. przypisywanie intencji innym: BA 9, 10, 20, 21, 22, 37, 38, 47 (BRUNET, 2000: 157–166)
15. reagowanie na informację zwrotną (procesy motywacji/nagrody): BA 13, 14, 15, 16 (TSUKAMOTO, 2006: 39–44)
16. reagowanie na zmianę nagrody podczas podejmowania decyzji: BA 13, 14, 15, 16 (YARKONI, 2005: 537–554)
17. rozumienie humoru: BA 13, 14, 15, 16, 38 (BAROLO, 2006: 1789–1798)
18. rozumowanie: BA 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 22, 24, 25, 32, 33, 37, 38, 40, 47 (GOEL, 1995: 1741–1746)
19. styl indywidualny emocjonalnego reagowania: BA 11 (ROGERS, 1999: 9029–9038)
20. teoria umysłu: BA 39 (GOEL, 1995: 1741–1746)
21. wykrywanie konfliktu intencji/informacji zwrotnej: BA 9, 10, 46 (ROGERS, 1999: 9029–9038)

Przy funkcjach pragmatycznych największą aktywnością wykazywały się pola: 9, 10 (7 razy), 38 (5 razy), 13, 14, 15, 16 (4 razy), 11, 24, 32, 33, 40, 47 (3 razy), 27, 28, 34, 35, 36, 39, 46, 48 (2 razy); pozostałe pola – tylko jeden raz.

Niektóre z przytoczonych rezultatów odbiegają od utrwalonej wizji „umeblowania” języka w mózgu, sugerując nawet (w kilku punktach) pewną jej rewizję, por. klasyczne poglądy na kwestię lokalizacji funkcji językowych w mózgu, np. KACZMAREK, 1986 i 1995, które (m.in. ze względu na oszczędność miejsca, jak również powszechną znajomość i jej ogólnodostępność) w tej pracy nie będą referowane.

Drobniagowa analiza (jakościowo-ilościowa, dotycząca treści funkcji i częstości aktywacji określonych pól przy jej realizacji) sporządzonych zestawień pozwala wyciągać wnioski dotyczące rozmaitych jednostek (fonemów, morfemów i leksemów) oraz procesów. Praca ta ogranicza się do zaprezentowania hipotetycznej – wydedukowanej z zestawień funkcji i pól – lokalizacji reprezentacji niektórych jednostek języka w mózgu, np.:

1. jednostka emiczna: fonem
 - 1.1. obserwacja: powtarzalność pól: 41 i 42
 - 1.2. hipoteza: reprezentacja fonemu: w półkuli lewej, w płacie skroniowym, w zakrętach poprzecznych
 - 1.3. dowód:
 - 1.3.1. przetwarzanie dyskretne wzorców akustycznych: BA 42
 - 1.3.2. reprezentacja wewnętrzna dźwięków mowy: BA 41, 42
 - 1.3.3. percepcja wizualna mowy (neurony lustrzane): BA 41, 42
 - 1.3.4. segregacja dźwięków: BA 41, 42
2. jednostka taktyczna: fonotaktyczna
 - 2.1. obserwacja: powtarzalność pola 44

- 2.2. hipoteza: reprezentacja reguł fonotaktycznych: w półkuli lewej, w płacie czołowym, w zakręcie dolnym, w części wieczkowej
- 2.3. dowód:
 - 2.3.1. przetwarzanie sekwencji dźwięków: BA 44
 - 2.3.2. uwaga skierowana na procesy mowy: BA 44
 - 2.3.3. konwersja grafem-fonem: BA 44
 - 2.3.4. płynność fonologiczna: BA 24, 32, 33, 44
 - 2.3.5. programowanie ruchów mowy: BA 6, 8, 44
 - 2.3.6. przetwarzanie fonologiczne: BA 44, 45, 46, 47

Uwagę przykuwają też inne korelacje, np. odrębna lokalizacja ośrodków zaangażowanych w derywację (słowotwórstwo proste) i kompozycję (słowotwórstwo złożone), por. generowanie słów: BA 21, 37 (m.in. tylna część lewego zakrętu dolnego skroniowego) i generowanie słów wewnętrznie specyficznych: BA 22, 44, 45 (lewe zakręty: skroniowy górny i czołowy dolny, część wieczkowa i trójkątna). Co ciekawe, ośrodki słowotwórczo-kompozycyjne odpowiadają w części okolicy odpowiedzialnej za aplikację reguł fleksyjnych (por. fleksja: BA 44, 45, 47).

Zakończenie

Poszukiwanie związków między miejscem aktywacji w korze mózgowej a realizowaną w tym miejscu funkcją językową może (w przyszłości) odgrywać rolę argumentu w dyskusjach językoznawców. Przedstawione odkrycia z pewnością poszerzają naszą obecną wiedzę o języku i mózgu. Przede wszystkim jednak zmuszają nas do uznania faktu, iż język i mówienie nie są bytami zawieszonymi w próżni, lecz władzami mentalnymi zakodowanymi głęboko w swoim materialnym podłożu – w mózgu. Nakreślona ścieżka poszukiwań wydaje się bardzo obiecująca. W kolejnych publikacjach warto byłoby „wyłowić” ze sporządzonych w tym artykule zestawień kolejne ciekawe korelacje, jak również uzupełnić przedstawiony katalog o nowe odkrycia i ustalenia, jakich dostarcza, przeżywająca obecnie swój rozkwit, neurolingwistyka.

Literatura

Opracowania ogólne

- BOCHENEK A., REICHER M. et al., ŁASIŃSKI W. red., 2004: *Anatomia człowieka. T. 6: Układ nerwowy ośrodkowy*. Warszawa.
- GLEASON BERKO J., RATNER BERNSTEIN N., 2005: *Psycholingwistyka*. BOBRYK J. et al., przeł. Gdańsk.

- HERZYK A., 1997: *Taksonomia afazji. Kryteria klasyfikacji i rodzaje zespołów zaburzeń*. „Audifonologia” t. 10, s. 83–101.
- KACZMAREK B.L., 1986: *Płaty czołowe a język i zachowanie człowieka*. Wrocław.
- KACZMAREK B.L., 1995: *Mózgowa organizacja mowy*. Lublin.
- LONGSTAFF A., 2002: *Neurobiologia*. WRÓBEL A., red. Warszawa.
- MAZURKIEWICZ-SOKOŁOWSKA J., 2006: *Transformacje i strategie wiązania w lingwistycznych badaniach eksperymentalnych*. Kraków.
- NARKIEWICZ O., MORYŚ J., 2003: *Neuroanatomia czynnościowa i kliniczna. Podręcznik dla studentów i lekarzy*. Warszawa.
- NOWAK T., 2015: *O propozycjach klasyfikacji jednostek mowy ludzkiej – polemicznie*. „Forum Lingwistyczne” nr 2, s. 123–138.
- NOWAK T.: *Język w ogniu badań eksperymentalnych (obserwacje i interpretacje)*. (W druku).
- PANASIUK J., 2013: *Afazja a interakcja. Tekst – metatekst – kontekst*. Lublin.
- PĄCHALSKA M., 1999: *Afazjologia*. Warszawa.
- SADOWSKI B., 2006: *Biologiczne mechanizmy zachowania się ludzi i zwierząt*. Warszawa.

Opracowania szczegółowe

- ABRAHAMS S. et al., 2003: *Functional magnetic resonance imaging of verbal fluency and confrontation naming using compressed image acquisition to permit overt responses*. “Human brain mapping” t. 20 (1), s. 29–40.
- ALAIN C. et al., 2005: *Left thalamo-cortical network implicated in successful speech separation and identification*. “NeuroImage” t. 26 (2), s. 592–599.
- BACIU MV. et al., 1999: *fMRI assessment of hemispheric language dominance using a simple inner speech paradigm*. “NRM in Biomedicine” t. 12 (5), s. 293–298.
- BARTOLO A. et al., 2006: *Humor comprehension and appreciation: an FMRI study*. “Journal of cognitive neuroscience” t. 18 (11), s. 1789–1798.
- BECHTEREVA N.P. et al., 2004: *PET study of brain maintenance of verbal creative activity*. “International Journal of Psychophysiology” t. 53 (1), s. 11–20.
- BEDNY I. et al., 2006: *Neuroanatomically separable effects of imageability and grammatical class during single-word comprehension*. “Brain and Language” t. 98 (2), s. 127–139.
- BROWN S. et al., 2006: *Music and language side by side in the brain: a PET study of the generation of melodies and sentences*. “The European Journal of Neuroscience” t. 23 (10), s. 2791–2803.
- BRUNET E. et al., 2000: *A PET investigation of the attribution of intentions with a non-verbal task*. “NeuroImage” t. 11 (2), s. 157–166.
- BUCKNER R.L. et al. 1995: *Dissociation of human prefrontal cortical areas across different speech production tasks and gender groups*. “Journal of Neurophysiology” t. 74 (5), s. 2163–2173.
- CALVERT G.A. et al., 2003: *Reading speech from still and moving faces: the neural substrates of visible speech*. “Journal of Cognitive Neuroscience” t. 15 (1), s. 57–70.
- CATALAN M.J. et al., 1998: *The functional neuroanatomy of simple and complex sequential finger movements: a PET study*. “Brain” t. 121, s. 253–264.

- CHOU T.I. et al., 2006: *Developmental and skill effects on the neural correlates of semantic processing to visually presented words*. "Human Brain Mapping" t. 27 (11), s. 915–924.
- DASELAAR S.M. et al., 2008: *The spatiotemporal dynamics of autobiographical memory: neural correlates recall, emotional intensity and reliving*. "Cerebral Cortex" t. 18 (1), s. 217–229.
- DEPPE M. et al., 2005: *Nonlinear responses within the medial prefrontal cortex reveal when specific implicit information influences economic decision making*. "Journal of Neuroimaging" t. 15 (2), s. 171–182.
- DESMOND J.E. et al., 1995: *Functional MRI measurement of language lateralization in Wada-tested patients*. "Brain" t. 118, s. 1411–1419.
- DESMOND J.E. et al., 1998: *Dissociation of frontal and cerebellar activity in a cognitive task: evidence for a distinction between selection and search*. "NeuroImage" t. 7, s. 368–376.
- DIETZ N.A. et al., 2005: *Phonological decoding involves left posterior fusiform gyrus*. "Human Brain Mapping" t. 26 (2), s. 81–93.
- DÜZEL E. et al., 2001: *Comparative electrophysiological and hemodynamic measures of neural activation during memory-retrieval*. "Human Brain Mapping" t. 13 (2), s. 104–123.
- ELLIS E.W. et al., 2006: *Traces of vocabulary acquisition in the brain: Evidence from covert object naming*. "NeuroImage" t. 33 (3), s. 958–968.
- FIEBACH C.J. et al., 2005: *Revisiting the role of Broca's area in sentence processing: syntactic integration versus syntactic working memory*. "Human Brain Mapping" t. 24 (2), s. 79–91.
- FINCHAM J.M. et al., 2002: *Neural mechanisms of planning: a computational analysis using event-related fMRI*. "Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America" T. 99 (5), s. 3346–3351.
- FLOWERS D.E. et al., 2004: *Attention to single letters activates left extrastriate cortex*. "NeuroImage" t. 21 (3), s. 829–839.
- FOX P.T. et al., 2000: *Brain correlates of stuttering and syllable production. A PET performance-correlation analysis*. "Brain" t. 123, s. 1985–2004.
- FRIEDERICI, 2011: *The role of Broca's area in language*. "Physiological Reviews" t. 91 (4), s. 1357–1392.
- FRIEDMAN L. et al., 1998: *Brain activation during silent word generation evaluated with functional MRI*. "Brain and Language" t. 64 (2), s. 231–256.
- GIRAUD A.L. et al., 2004: *Contributions of sensory input, auditory search and verbal comprehension to cortical activity during speech processing*. "Cerebral Cortex" t. 14 (3), s. 247–255.
- GOEL V. et al., 1995: *Modeling other minds*. "Neuroreport" t. 6 (13), s. 1741–1746.
- GOEL V. et al., 1998: *Neuroanatomical correlates of human reasoning*. "Journal of Cognitive Neuroscience" t. 10 (3), s. 293–302.
- GRABOWSKI T.J. et al., 2001: *A role for left temporal pole in the retrieval of words for unique entities*. "Human Brain Mapping" t. 13 (4), s. 199–212.
- GROSSMAN M. et al., 2002: *Sentence processing strategies in healthy seniors with poor comprehension: an fMRI study*. "Brain and Language" t. 80 (3), s. 296–313.

- HAIST F. et al., 2001: *Linking sight and sound: fMRI evidence of primary auditory cortex activation during visual word recognition*. "Brain and Language" t. 76 (3), s. 340–350.
- HALL D.A. et al., 2002: *Spectral and temporal processing in human auditory cortex*. "Cerebral Cortex" t. 12 (2), s. 140–149.
- HASHIMOTO R. et al., 2004: *Learning letters in adulthood: direct visualization of cortical plasticity for forming a new link between orthography and phonology*. "Neuron" t. 42 (2), s. 311–322.
- HEIM S. et al., 2005: *The role of the left Brodmann's areas 44 and 45 in reading words and pseudowords*. "Brain Research. Cognitive Brain Research" T. 25 (3), s. 982–993.
- HEIM S. et al., 2008: *Specialisation in Broca's region for semantic, phonological, and syntactic fluency?* "NeuroImage" t. 40 (3), s. 1362–1368.
- HERHOLZ K. et al., 1994: *Individual metabolic anatomy of repeating words demonstrated by MRI-guided positron emission tomography*. "Neuroscience Letters" t. 182 (1), s. 47–50.
- HERHOLZ K. et al., 2001: *Learning face-name associations and the effect of age and performance: a PET activation study*. "Neuropsychologia" t. 39 (6), s. 643–650.
- HESLING I. et al., 2005: *Cerebral mechanisms of prosodic integration: evidence from connected speech*. "NeuroImage" t. 24 (4), s. 937–947.
- HOENIG K. et al., 2005: *Mediotemporal contributions to semantic processing: fMRI evidence from ambiguity processing during semantic context verification*. "Hippocampus" t. 15 (5), s. 597–609.
- HORWITZ B. et al., 2003: *Activation of Broca's area during the production of spoken and signed language: a combined cytoarchitectonic mapping and PET analysis*. "Neuropsychologia" t. (14), s. 1868–1876.
- HUGDAHL K. et al., 1999: *Left frontal activation during a semantic categorization task: an fMRI-study*. "The International Journal of Neuroscience" t. 1–4, s. 49–58.
- ISCHENBECK A. et al., 2004: *Reading in a regular orthography: an FMRI study investigating the role of visual familiarity*. "Journal of Cognitive Neuroscience" t. 16 (5), s. 727–741.
- KAPUR S. et al., 1996: *The neural correlates of intentional learning of verbal materials: a PET study in humans*. "Brain Research. Cognitive Brain Research" t. 4 (4), s. 243–249.
- KÜBLER A. et al., 2006: *Automaticity and reestablishment of executive control – on fMRI study*. "Journal of Cognitive Neuroscience" t. 18 (8), s. 1331–1342.
- LASOTA K.J. et al., 2003: *Intensity-dependent activation of the primary auditory cortex in functional magnetic resonance imaging*. "Journal of Computer Assisted Tomography" t. 27 (2), s. 213–218.
- LAUDE D.T. et al., 2001: *Differential activation in parahippocampal and prefrontal cortex during word and face encoding tasks*. "Neuroreport" t. 12 (12), s. 2773–2777.
- LAWRENCE E.J. et al., 2006: *The role of 'shared representations' in social perception and empathy: an fMRI study*. "NeuroImage" t. 29 (4), s. 1173–1184.
- LEHMANN C. et al., 2007: *Dissociated lateralization of transient and sustained blood oxygen level-dependent signal components in human primary auditory cortex*. "NeuroImage" t. 34 (4), s. 1637–1642.

- LI P.C. et al., 2000: *Left prefrontal cortex activation during semantic encoding accessed with functional near infrared imaging*. "Space Medicine and Medical Engineering" t. 13 (2), s. 79–83.
- LIEBENTHAL E. et al., 2003: *Simultaneous ERP and fMRI of the auditory cortex in a passive oddball paradigm*. "NeuroImage" t. 19 (4), s. 1395–1404.
- LONGCAMP M. et al., 2003: *Visual presentation of single letters activates a premotor area involved in writing*. "NeuroImage" t. 19 (4), s. 1492–1500.
- MCDERMOTT K.B. et al., 2003: *A procedure for identifying regions preferentially activated by attention to semantic and phonological relations using functional magnetic resonance imaging*. "Neuropsychologia" T. 41 (3), s. 293–303.
- MIRZ F. et al., 1999: *Stimulus-dependent central processing of auditory stimuli: a PET study*. "Scandinavian Audiology" t. 28 (3), s. 161–169.
- NAKAI T. et al., 2005: *An FMRI study to investigate auditory attention: a model of the cocktail party phenomenon*. "MRMS: an official journal of Japan Society of Magnetic Resonance in Medicine" t. 4 (2), s. 75–82.
- NATHANIEL-JAMES D.A. et al., 1997: *The functional anatomy of verbal initiation and suppression using the Hayling Test*. "Neuropsychologia" t. 35 (4), s. 559–566.
- PAPATHANASSIAU D. et al., 2000: *A common language network for comprehension and production: a contribution to the definition of language epicenters with PET*. "NeuroImage" t. 11 (4), s. 347–357.
- PATEL H. et al., 1997: *The structural components of music perception. A functional anatomical study*. "Brain" t. 120, s. 229–243.
- PATTERSON R.D. et al., 2002: *The processing of temporal pitch and melody information in auditory cortex*. "Neuron" t. 36 (4), s. 767–776.
- PAULESU E. et al., 2003: *A functional-anatomical model for lipreading*. "Journal of Neurophysiology" t. 90 (3), s. 2005–2013.
- PAULUS M.P. et al., 2003: *Increased activation in the right insula during risk-taking decision making is related to harm avoidance and neuroticism*. "NeuroImage" t. 19 (4), s. 1439–1448.
- PRICE J.C. et al., 1994: *Brain activity during reading. The effects of exposure duration and task*. "Brain" t. 117, s. 1255–1269.
- PRICE J.C. et al., 1999: *A functional imaging study of translation and language switching*. "Brain" t. 122, s. 2221–2235.
- ROGERS R.D. et al., 1999: *Choosing between small, likely rewards and large, unlikely rewards activates inferior and orbital prefrontal cortex*. "The Journal of Neuroscience" t. 19 (20), s. 9029–9038.
- RUBY P. et al., 2004: *How would you feel versus how do you think she would feel? A neuroimaging study of perspective-taking with social emotions*. "Journal of Cognitive Neuroscience" t. 16 (6), s. 988–999.
- SAHIN N.T. et al., 2006: *Abstract grammatical processing of nouns and verbs in Broca's area: evidence from fMRI*. "Cortex" t. 42 (4), s. 540–562.
- SHIBATA M. et al., 2007: *Neural mechanisms involved in the comprehension of metaphoric and literal sentences: an fMRI study*. "Brain Research" t. 29, 1166, s. 92–102.
- SÖDERFELDT B. et al., 1997: *Signed and spoken language perception studied by positron emission tomography*. "Neurology" t. 49 (1), s. 82–87.

- STERPENICH V. et al., 2007: *Sleep-related hippocampo-cortical interplay during emotional memory recollection*. "PLoS Biology" t. 5 (11), s. 2709–2722.
- TANAKA S. et al., 2005: *Modality-specific cognitive function of medial and lateral human Brodmann area 6*. "The Journal of Neuroscience" t. 12, s. 496–501.
- THIOUX M. et al., 2005: *Task-independent semantic activation for numbers and animals*. "Brain Research. Cognitive Brain Research" t. 24 (2), s. 284–290.
- TSUKAMOTO T. et al., 2006: *Activation of insular cortex and subcortical regions related to feedback stimuli in a time estimation task: an fMRI study*. "Neuroscience Letters" t. 399 (1–2), s. 39–44.
- TULVING E. et al., 1994: *Neuroanatomical correlates of retrieval in episodic memory: auditory sentence recognition*. "Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America" t. 91 (6), s. 2012–2015.
- VOROBYEV V.A. et al., 2004: *Linguistic processing in visual and modality-nonspecific brain areas: PET recordings during selective attention*. "Brain Research. Cognitive Brain Research" t. 20 (2), s. 309–322.
- VUUST P. et al., 2006: *It don't mean a thing... Keeping the rhythm during polyrhythmic tension, activates language areas (BA 47)*. "NeuroImage" t. 31 (2), s. 832–841.
- WAKUSAWA K. et al., 2007: *Comprehension of implicit meanings in social situations involving irony: a functional MRI study*. "NeuroImage" t. 37 (4), s. 1417–1426.
- WANG S. et al., 2008: *Broca's area plays a role in syntactic processing during Chinese reading comprehension*. "Neuropsychologia" t. 46 (5), s. 1371–1378.
- WANG Y. et al., 2003: *fMRI evidence for cortical modification during learning of Mandarin lexical tone*. "Journal of Cognitive Neuroscience" t. 15 (7), s. 1019–1027.
- WARBURTON E. et al., 1996: *Noun and verb retrieval by normal subjects. Studies with PET*. "Brain" t. 119, s. 159–179.
- WILDGRUBER D. et al., 2005: *Identification of emotional intonation evaluated by fMRI*. "NeuroImage" t. 24 (4), s. 1233–1241.
- WILSON S.M. et al., 2004: *Listening to speech activates motor areas involved in speech production*. "Nature Neuroscience" t. 7 (7), s. 701–702.
- YARKONI T. et al., 2005: *Prefrontal brain activity predicts temporally extended decision-making behavior*. "Journal of the Experimental Analysis of Behavior" t. 84 (3), s. 537–554.
- ZEKVELD A.A. et al., 2006: *Top-down and bottom-up processes in speech comprehension*. "NeuroImage" t. 32 (4), s. 1826–1836.
- ZEMPLENI M.Z. et al., 2007: *Semantic ambiguity processing in sentence context: Evidence from event-related fMRI*. "NeuroImage" t. 34 (3), s. 1270–1279.
- ZHANG D.R. et al., 2003: *Functional comparison of primacy, middle and recency retrieval in human auditory short-term memory: an event-related fMRI study*. "Brain research. Cognitive brain research" t. 16 (1), s. 91–98.
- ZHANG J.X. et al., 2003: *Frontal activations associated with accessing and evaluating information in working memory: an fMRI study*. "NeuroImage" t. 20 (3), s. 1531–1539.

Katarzyna Brzezinka

The lateralisation and localisation of the linguistic functions
in the brain (an overview of the most important problems)

SUMMARY

The article has the nature of a general overview (*inter alia* it furnishes an overview of publications in the field of neurolinguistics). The author seeks an answer to the following question: where (and) how the units of speech (of language and speech) are located in the brain. The work consists of a number of parts. In the first chapter the author focuses on the nervous system (the object of neurological research). In the second chapter the author focuses on the linguistic capacity (the object of linguistic research). Both chapters distinguish the units of the brain and speech to which researchers refer in their attempts to describe the relationship between language and the brain. The third chapter alludes to (and classifies) the most recent achievements in the field of neuroscience about the lateralisation and localisation of the linguistic functions in the brain. Eventually the units of human speech are ascribed to the selected areas in the brain. The final part of the work contains a comprehensive bibliography of the subject.

Katarzyna Brzezinka

Lateraliät und Lokalisierung der Sprachfunktionen
im Gehirn (die wichtigsten Probleme im Überblick)

ZUSAMMENFASSUNG

Der Beitrag ist ein Überblick über Publikationen auf dem Gebiet der Neurolinguistik. Die Verfasserin bemüht sich, die Frage zu beantworten, wo (und auf welche Weise) die Spracheinheiten (Sprache und Sprechfähigkeit) im menschlichen Gehirn verteilt sind. Die Arbeit besteht aus einigen Teilen. Es werden: im ersten Kapitel das Nervensystem als Forschungsobjekt der Neurologie) und im zweiten Kapitel die Sprechfähigkeit (als Interessengebiet der Linguistik) näher bestimmt. Das dritte Kapitel bringt neueste Berichte der Neurowissenschaften über Lateraliät und Lokalisierung der Sprachfunktionen im Gehirn. Die Verfasserin bewertet diese Informationen, indem sie den bestimmten Gehirnbe-
reichen die einzelnen Spracheinheiten zuordnet. Der letzte Teil beinhaltet eine umfangreiche Bibliografie.