

Piotr Wolski  
Jadwiga Agnieszka Tuchowska

## ASYMETRIA MÓZGU I LATERALIZACJA W JĄKANIU

### WPROWADZENIE

Aż cztery Oscary zdobył w 2010 roku film *Jak zostać królem* (*The King's Speech*), przedstawiający niełatwą drogę do tronu niepewnego siebie, dotkniętego poważnymi trudnościami z płynnym mówieniem księcia Jorku, Alberta. Książę był niezbyt szczęśliwym dzieckiem rodziców, których biografowie charakteryzują jako mało dojrzałych do swojej roli. Płaczliwy i nerwowy chłopiec często chorował. Od wczesnego dzieciństwa poddawano go uciążliwej terapii z powodu dolegliwości ortopedycznych. Oprócz problemów z płynnością mowy przejawiał zaburzenia typowe dla dysleksji. Nauka, zwłaszcza przedmiotów ścisłych, szła mu słabo. Był też – co w tamtych czasach uważano za wymagającą korekty nieprawidłowość – leworęczny. Nie myślano o nim jako o kandydacie do korony i nie zostałby królem, gdyby nie abdykacja starszego brata, która wyniosła „niewydarzonego” księcia na tron Wielkiej Brytanii i uczyniła zeń króla. Panujący w latach 1936–1952 Jerzy VI Windsor okazał się monarchą powszechnie szanowanym i lubianym. Szczególne uznanie wzbudziła jego postawa w trudnych czasach II wojny światowej<sup>1</sup>.

Opowiedziana przez autorów filmu historia księcia zmagającego się ze swoją przypadłością stanowi doskonałą ilustrację dla kilku kwestii, szczególnie ważnych dla właściwego rozumienia związków między lateralizacją i zaburzeniami mowy. Po pierwsze, ukazuje działanie ugruntowanej naukowo w XIX w. normy praworęczności, wraz z idącym za nią przekonaniem, że leworęczność

---

<sup>1</sup> D. Judd, *King George VI*, London 2012.

jest świadectwem patologicznej organizacji mózgu. Po drugie, dostarcza wsparcia dla wpływowej koncepcji upatrującej przyczyny jąkania w popularnej w owych czasach praktyce zmuszania osób leworęcznych do używania prawej ręki. Książę Albert zaczął się bowiem zacinąć dopiero we wczesnym wieku szkolnym, kiedy przystąpiono do korygowania jego leworęczności. Po trzecie, przypadek młodego księcia zdaje się potwierdzać istnienie związku między trudnościami w nauce czytania i pisania a nietypową lateralizacją. Wreszcie, po czwarte, zwraca uwagę na obecność i znaczenie w etiologii jąkania nie tylko czynników organicznych, ale także emocjonalnych.

### ASYMETRYCZNY MÓZG I NORMA PRAWORĘCZNOŚCI – POCZĄTKI

W XIX w., kiedy kształtowały się zręby nowoczesnej nauki o mózgu, uważano ręczność za obserwowalny przejaw dominacji jednej półkuli mózgu nad drugą. W opublikowanym w 1844 r., nieco dziś zapomnianym, dziele pt. *Dwoistość umysłu*, angielski lekarz Andrew L. Wigan przedstawił ideę zakładającą, że półkule mózgowe stanowią nerwowe podłoże dwu, konkurujących ze sobą, częściowo niezależnych systemów psychicznych, z których jeden, zwykle ten lewopółkulowy, dominuje nad drugim<sup>2</sup>. Dwie dekady później założyciel i przewodniczący wpływowego Paryskiego Towarzystwa Antropologicznego, Paul Broka, potwierdził wcześniejsze obserwacje kliniczne, sugerujące związek afazji z uszkodzeniami obszarów czołowych lewej półkuli. Pozycja Broki sprawiła, że jego prace zyskały w świecie naukowym szeroki rozgłos. Zapewne dlatego część późniejszych badaczy uznała go mylnie za odkrywcę ośrodka produkcji mowy, do dziś nazywanego, od jego nazwiska, ośrodkiem Broki. Broka, podobnie jak Wigan i wielu innych współczesnych oraz późniejszych badaczy, uważał, że lewa półkula odpowiada za te przymioty umysłu, które stanowią o naszej gatunkowej wyższości i unikalności. „Cywilizowana”, mówiąca lewa półkula, siedlisko rozumu, uczuć wyższych i moralności, miała dominować nad niemą, „zwierzęcą”, prymitywną i popędową półkulą prawą. Ponieważ ruch mięśni dystalnych lewej ręki jest kontrolowany przez prawą, a prawej przez lewą półkulę, powszechną w naszym gatunku praworęczność uznano za oczywistą konsekwencję lewostronnej dominacji mózgowej. Nauka wiktoriańska odbijała wiele uprzedzeń społecznych. Przy niższych niż dzisiejsze

<sup>2</sup> A. Harrington, *Unfinished business: Models of laterality in the nineteenth century*, [w:] *Brain Asymmetry*, red. R.J. Davidson, K. Hugdahl, Cambridge, Massachusetts 1995, s. 3–27.

standardach metodologicznych szybko znaleziono „dowody” wrodzonej niższości kobiet i ras innych niż biała, w postaci rzekomo słabszej w tych grupach dominacji prawej ręki<sup>3</sup>. Stygmatyzowaną w większości kultur leworęczność także uznano za przejaw patologii<sup>4</sup>.

Powszechna na początku dwudziestego wieku praktyka przeuczania leworęczności ma jedno ze swych ważniejszych źródeł w ideach wpływowego kryminologa, Cezarego Lombrosa, który uważał, że nietypowa dla gatunku ludzkiego dominacja prawopółkulowa jest częsta wśród przestępców i osób chorych psychicznie. Dominacja ta miała się przejawiać leworęcznością, a żeby jej zapobiegać, należało dzieci leworęczne przeuczać na praworęczność<sup>5</sup>. Ten popularny trend wychowawczy uległ w okresie międzywojennym zahamowaniu dzięki pracom i działalności Samuela Ortona oraz Lee Trávisa, którzy upatrywali przyczyn zaburzeń mowy w nieprawidłowym rozwoju lateralizacji. Przymuszanie dzieci leworęcznych do pisania prawą ręką miało ich zdaniem zaburzać naturalny wzorzec dominacji półkulowej, prowadząc przy mówieniu do konfliktu między półkulami mózgu i w konsekwencji m.in. do jąkania się. Podstawą ich koncepcji były głównie obserwacje kliniczne i doświadczenia wychowawcze, sugerujące częstsze występowanie leworęczności wśród dzieci przejawiających zaburzenia płynności czytania i mówienia oraz częste u tych dzieci trudności w odróżnianiu prawej i lewej strony<sup>6</sup>.

## NADINTERPRETACJE A RZECZYWISTOŚĆ

Głośne w drugiej połowie ubiegłego wieku badania psychologicznych następstw chirurgicznej separacji połączeń międzypółkulowych<sup>7</sup> spowodowały

<sup>3</sup> Idem, *Models of mind and the double brain: Some historical and contemporary reflections*, „Cognitive Neuropsychology” 1986, 3 (4), s. 411–427; L.J. Harris, *Cultural Influences on Handedness: Historical and Contemporary Theory and Evidence*, [w:] *Left-Handedness: Behavioral Implications and Anomalies*, red. S. Coren, Vancouver 1990, s. 195–258.

<sup>4</sup> To nie przypadek, że człowieka szlachetnego nazywamy „prawym”, a „lewus” to niezgrabny nieudacznik. W praktycznie wszystkich językach określenia związane z prawą stroną mają pozytywne, a z lewą – negatywne konotacje (I.C. McManus, *Right hand, left hand: the origins of asymmetry in brains, bodies, atoms, and cultures*, London 2003).

<sup>5</sup> H.I. Kushner, *Cesare Lombroso and the pathology of left-handedness*, „The Lancet” 2011, vol. 377 (9760), s. 118–119.

<sup>6</sup> S.T. Orton, *Reading, writing and speech problems in children*, New York 1937; L.E. Travis, *Speech pathology*, Oxford 1931.

<sup>7</sup> Pierwsze nowoczesne operacje tego typu wykonano w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku w celu neutralizacji objawów nieuleczalnej innymi metodami, zagrażającej życiu, padaczki.

swoisty renesans dziewiętnastowiecznej koncepcji „dwu mózgów” w jednej głowie. Mimo licznych napomnień, sprostowań i wyjaśnień specjalistów w kulturze popularnej oraz w dyscyplinach stosowanych upowszechniła się, mająca niewiele wspólnego z rzeczywistością, fantastyczna wizja półkul mózgu jako tworów, z których każdy miałby być siedzibą osobnego, częściowo niezależnego systemu psychicznego: racjonalnego, językowego w lewej oraz intuicyjnego, wyobraźniowego w prawej. Wiele programów edukacyjnych i szkoleniowych proponuje swoim uczestnikom rozwijanie rzekomo niedocenianej przez naszą racjonalistyczną kulturę artystycznej, prawej półkuli. Nawet jeśli artystyczna część naszej natury zasługuje na więcej uwagi, nie da się obronić tezy, że za tę stronę naszej osobowości odpowiada prawa półkula mózgu. Sprzedawcy oferują nagrania dźwiękowe albo odpowiednio błyskające światłkami okulary, mające rzekomo powodować synchronizowanie aktywności obu połówek mózgu, co miałyby sprzyjać harmonii umysłu, a nawet... lewitacji<sup>8</sup>. Popularność podobnych paranaukowych nadinterpretacji niestety wyrządza wizerunkową krzywdę całemu obszarowi badań asymetrii i lateralizacji, zniechęcając wielu uczonych do podejmowania badań w tej dziedzinie<sup>9</sup>.

Centralne dla klasycznej wizji relacji czynnościowych między półkulami założenie systemowego charakteru półkul mózgowych nie znajduje potwierdzenia w dostępnych dzisiaj danych. Aktywność zlateralizowanych struktur dzięki gęstej sieci połączeń międzypółkulowych, łączących symetryczne punkty obu półkul, jest obustronna. Nawet w przypadku jednej z najbardziej asymetrycznych czynności – generowania mowy – obrazowanie aktywności pracującego mózgu wykazuje tylko ilościową przewagę aktywacji lewostronnych. Wzbudzone są także homologiczne ośrodki prawej półkuli. W wielu

---

Za badania intrygujących skutków psychologicznych tych operacji Roger Sperry (R.W. Sperry, *Hemisphere deconnection and unity in conscious awareness*, „American Psychologist” 1968, vol. 23 (10), s. 723–733) otrzymał w 1981 roku Nagrodę Nobla.

<sup>8</sup> Wprawdzie, jak samokrytycznie zauważają twórcy tej metody, żadnemu absolwentowi „jak na razie” nie udało się wyjść poza etap pierwszy, na którym lewitacja przypomina wykonywane w kucki żabie podskoki, ale docelowo zaawansowany program medytacji transcendentalnej TM Sidhi ma podobno prowadzić do opanowania przestworzy, któremu będzie towarzyszyć stan umysłu charakteryzujący się pełną synchronizacją międzypółkulową (F.T. Travis, D.W. Orme-Johnson, *EEG coherence and power during Yogic Flying*, „International Journal of Neuroscience” 1990, vol. 54, s. 1–12).

<sup>9</sup> M.C. Corballis, *Cerebral asymmetry: motoring on*, „Trends in Cognitive Sciences” 1998, vol. 2 (4), s. 152–157.

zadaniach aktywność ośrodków położonych po jednej stronie mózgu jest większa niż po drugiej. Nie dotyczy to jednak czynności całych półkul. Jeśli ktoś przypina zdjęcie lubianej osoby na korkowej tablicy, to pamięć jej imienia, programowanie i kontrola ruchu palców przypinających pinezkę oraz towarzyszący całej czynności pozytywny ton emocjonalny są związane silniej (ale nie wyłącznie) z aktywnością struktur położonych w lewej półkuli, a pamięć rysów twarzy, wybór właściwego miejsca na tablicy czy automatyczne przeniesienie uwagi w miejsce, gdzie spadła upuszczona pinezka, angażują silniej struktury położone w półkuli prawej. Chciałoby się powiedzieć, że w realizacji tej, tak jak i większości innych, czynności półkule mózgu ściśle współpracują, ale nawet i to zdanie idzie za daleko, bowiem to nie *półkule* współpracują ze sobą, tylko *sieci nerwowe*, z których każda ma elementy położone zarówno po lewej, jak po prawej stronie mózgu. Prosty podział anatomiczny nie odpowiada psychologicznym opozycjom intuicji i rozumu, słowa i obrazu czy emocji i myślenia. Stephen Kosslyn przekonuje, że jeśli już ktoś chciałby koniecznie szukać mózgowych odpowiedników podobnych biegunowych jakości psychologicznych, to grzbietowa i brzuszna część mózgu są lepszymi kandydatami niż jego lewa i prawa strona<sup>10</sup>.

Wbrew ugruntowanym przez dziesiątki lat poglądom ani asymetria czynnościowa mózgu, ani ręczność nie są cechami specyficznymi ludzkimi<sup>11</sup>. Bardzo ciekawe, niedawne badania preferencji kończyn przednich wśród torbaczy sugerują, że dwunożność sprzyja wykształceniu się gatunkowej preferencji stronnej bardziej niż pokrewieństwo ewolucyjne<sup>12</sup>. Można spekulować, że i w przypadku ludzi ręczność jest adaptacją związaną z możliwościami, jakie otwiera postawa wyprostowana, uwalniająca kończyny górne od konieczności wspomagania lokomocji. Preferencja strony może przeciwdziałać potencjalnemu konfliktowi kontrolujących precyzyjne ruchy ręki struktur mózgowych. Może też służyć ujednoczeniu przestrzennego układu odniesienia, gdy użycie narzędzi albo gestykulacja odbywają się w kontekście społecznym.

<sup>10</sup> S.M. Kosslyn, G.W. Miller, *Top brain, bottom brain: harnessing the power of the four cognitive modes*, New York 2015.

<sup>11</sup> L.J. Rogers, *Asymmetry of brain and behavior in animals: Its development, function, and human relevance*, „Genesis” 2014, 52 (6), s. 555–571.

<sup>12</sup> A. Giljov, K. Karenina, J. Ingram, Y. Malashichev, *Parallel Emergence of True Handedness in the Evolution of Marsupials and Placentals*, „Current Biology” 2015, vol. 25 (14), s. 1878–1884.

## JEDNA ASYMETRIA CZY WIELE ASYMETRII?

Prosta, dziewiętnastowieczna wizja dominacji lewej półkuli, której towarzyszy preferencja prawej ręki, nie znajduje potwierdzenia w faktach. Choć najważniejsze struktury mózgowie zaangażowane w produkcję mowy rzeczywiście są u większości ludzi zlokalizowane w lewej półkuli, taka sama, lewostronna lokalizacja mowy występuje także u większości osób leworęcznych. Ręczność nie jest jednak od lateralizacji językowej niezależna. W jednym z częściej cytowanych badań nietypową prawostronną lokalizację mowy zaobserwowano u 4% zdrowych osób silnie praworęcznych, 15% oburęcznych i 27% silnie leworęcznych<sup>13</sup>. Przyjmuje się, że związek ten ma podłoże genetyczne. Jego natura nie jest jednak jasna. Jak na ironię, autor jednego z najpopularniejszych modeli dziedziczenia ręczności, I.C. McManus, uzyskał niedawno wyniki dostarczające mocnego dowodu nieadekwatności modeli jednogenowych – właśnie takich jak jego własny<sup>14</sup>. Wyniki te podważają równie mocno także konkurencyjny do modelu McManusa<sup>15</sup> model M. Annett<sup>16</sup>. Niezależnie od tego, czy ręczność jest determinowana jedno- czy wielogenowo, szacuje się, że czynniki genetyczne odpowiadają za nie więcej niż jedną czwartą obserwowanego zróżnicowania ręczności<sup>17</sup>.

Nie tylko związek asymetrii mózgu z ręcznością jest niejasny. Wiele danych każe wątpić w zasadność klasycznego założenia o istnieniu tylko jednej, podstawowej asymetrii mózgu. Choć część badań sugeruje istnienie jednego czynnika asymetrii, co miałoby się przejawiać m.in. występowaniem związku – słabego, ale jednak – między zdolnościami przestrzennymi i językowymi<sup>18</sup>, nie wszystkie wyniki wspierają model jednoczynnikowy. Oparte na analizie spon-

<sup>13</sup> S. Knecht, B. Dräger, M. Deppe, L. Bobe, H. Lohmann, A. Floel, H. Henningsen, *Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans*, „Brain: A Journal of Neurology” 2000, vol. 123 (12), s. 2512–2518.

<sup>14</sup> J.A.L. Armour, A. Davison, I.C. McManus, *Genome-wide association study of handedness excludes simple genetic models*, „Heredity” 2013, s. 1–15.

<sup>15</sup> I.C. McManus, *Grappling with the hydra*, „Cortex” 2004, vol. 40 (1), s. 139–141.

<sup>16</sup> M. Annett, *Handedness and brain asymmetry: the right shift theory*, Hove–East Sussex 2002; New York 2002.

<sup>17</sup> S.E. Medland, D.L. Duffy, M.J. Wright, G.M. Geffen, D.A. Hay, F. Levy, D.I. Boomsma, *Genetic influences on handedness: Data from 25,732 Australian and Dutch twin families*, „Neuropsychologia” 2009, vol. 47 (2), s. 330–337.

<sup>18</sup> J.L. Powell, G.J. Kemp, M. García-Finaña, *Association between language and spatial laterality and cognitive ability: an fMRI study*, „Neuroimage” 2012, vol. 59 (2), s. 1818–1829.

tanicznej aktywności mózgu badania Liu sugerują, że ludzie różnią się siłą i kierunkiem nie jednej, ale aż czterech niezależnych mózgowych asymetrii czynnościowych – wzrokowej, uwagowej, językowej oraz tzw. sieci aktywności spoczynkowej<sup>19</sup>.

## KONCEPCJA ORTONA I TRAVISZA Z DZISIEJSZEJ PERSPEKTYWY

W praktyce wychowawczej i w poradnictwie nieco przerysowana wersja koncepcji upatrującej w skrzyżowanej lateralizacji źródła zaburzeń rozwoju poznawczego jest ciągle bardzo żywotna. Na naszym gruncie przyczyniła się do tego dodatkowo popularność prac zespołu Haliny Spionek, sugerujących istnienie związku niepowodzeń szkolnych z lateralizacją nieustaloną i skrzyżowaną<sup>20</sup>. Klasycznej koncepcji lateralizacji jako uwarunkowanej konstytucyjnie jednolitej preferencji prawej strony nie da się jednak utrzymać<sup>21</sup>. Według przeglądu obejmującego wyniki badania ok. 40 tys. osób nieokreślona ręczność charakteryzuje 14% dzieci w wieku 3–11 lat, a nieokreślona nożność aż 33% dzieci<sup>22</sup>. Inne badania pokazują, że preferencje oka i ucha są jeszcze słabiej wyrażone. Wyraźnie mniejsza jest też ich odziedziczalność: preferencje niezgodne z preferencjami rodziców obserwuje się w odniesieniu do oczności i nożności aż u ok. 30% dzieci<sup>23</sup>. Jedna z nowszych empirycznych ocen siły wpływu czynników genetycznych na kierunek preferencji stopy, oka i ucha przynosi bardzo umiarkowane wartości z przedziału od 11% do 17%<sup>24</sup>. Stronność jest wielowy-

<sup>19</sup> H. Liu, S.M. Stufflebeam, J. Sepulcre, T. Hedden, R.L. Buckner, *Evidence from intrinsic activity that asymmetry of the human brain is controlled by multiple factors*, „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America” 2009, vol. 106 (48), s. 20499–20503.

<sup>20</sup> A. Grabowska, *Neurobiologiczne podstawy leworęczności*, „Przegląd Psychologiczny” 1999, nr 42 (1–2), s. 57–72.

<sup>21</sup> C. Gabbard, S. Hart, *Examining the notion of foot dominance*, [w:] *Side bias: A neuropsychological perspective*, red. M.K. Mandal, M.B. Bulman-Fleming, G. Tiwari, Dortrecht–Boston 2000, s. 249–265.

<sup>22</sup> C. Gabbard, M. Iteya, *Foot laterality in children, adolescents, and adults*, „Laterality” 1996, vol. 1 (3), s. 199–205.

<sup>23</sup> C. Porac, S. Coren, *Individual and familial patterns in four dimensions of lateral preferences*, „Neuropsychologia” 1979, vol. 17 (5), s. 543–548.

<sup>24</sup> D.M. Warren, M. Stern, R. Duggirala, T.D. Dyer, L. Almasy, *Heritability and linkage analysis of hand, foot, and eye preference in Mexican Americans*, „Laterality” 2006, vol. 11 (6), s. 508–524.

miarowym konstruktem, mimo wielu lat badań ciągle niejasnym. Odstępstwa od typowej preferencji prawej strony obserwuje się wśród dzieci przejawiających zaburzenia rozwojowe częściej niż w populacji generalnej. Nie znaczy to jednak, że dzieci o atypowej lateralizacji powinny być traktowane jako zagrożone problemami rozwojowymi, najczęściej bowiem atypowa lateralizacja nie wiąże się z żadnymi nieprawidłowościami tego rodzaju<sup>25</sup>.

Dzisiejsze dane nie potwierdzają najważniejszego postulatu koncepcji Ortona i Trávisa, upatrującego przyczyn zaburzeń mowy i czytania w nieprawidłowym rozwoju lateralizacji. Część obserwacji oraz idei obu autorów okazuje się jednak zaskakująco trafna<sup>26</sup>.

W badaniach Siebnera i współpracowników<sup>27</sup> obrazowanie czynności mózgu w czasie odręcznego pisania wykazało odmienny od osób praworęcznych, bilateralny układ aktywacji w mózgowach osób przeuczanych na praworęczność. Badacze potwierdzili w ten sposób słuszność intuicji Ortona i Trávisa, którzy uważali, że przeuczanie nie prowadzi do wykształcenia organizacji mózgu typowej dla osób praworęcznych. Porac i Searleman badali w wielu wymiarach dobrostan psychiczny dużej próby osób prawo- i leworęcznych. Nie zaobserwowali żadnych związków z ręcznością, z jednym znaczącym wyjątkiem: poziom zadowolenia z życia wśród osób o przeuczanej ręczności był przeciętnie niższy<sup>28</sup>.

## SPECYFIKA ASYMETRII MÓZGU OSÓB JAKAJĄCYCH SIĘ

Choć atypowej lateralizacji nie można uznać za *przyczynę* zaburzeń czytania i mówienia, to jednak – zgodnie z obserwacjami Ortona i Trávisa – zaburzeniom tym, a zwłaszcza zaburzeniom płynności mówienia, faktycznie często

<sup>25</sup> D.V.M. Bishop, *Cerebral asymmetry and language development: cause, correlate, or consequence?*, „Science” 2013, vol. 340 (6138), s. 1230531; D.V. Bishop, G. Holt, A.J. Whitehouse, M. Groen, *No population bias to left-hemisphere language in 4-year-olds with language impairment*, „PeerJ” 2014, vol. 2 (3), s. 507–523.

<sup>26</sup> N. Geschwind, *Why Orton was right*, „Annals of Dyslexia” 1982, vol. 32 (1), s. 13–30; H.I. Kushner, *Retraining left-handers and the aetiology of stuttering: the rise and fall of an intriguing theory*, „Laterality” 2012, vol. 17 (6), s. 673–693.

<sup>27</sup> H.R. Siebner, C. Limmer, A. Peinemann, A. Drzezga, B.R. Bloem, M. Schwaiger, B. Conrad, *Long-term consequences of switching handedness: a positron emission tomography study on handwriting in converted left-handers*, „The Journal of Neuroscience” 2002, vol. 22 (7), s. 2816–2825.

<sup>28</sup> C. Porac, A. Searleman, *The effects of hand preference side and hand preference switch history on measures of psychological and physical well-being and cognitive performance in a sample of older adult right- and left-handers*, „Neuropsychologia” 2002, vol. 40, s. 2074–2083.



towarzyszą nietypowe preferencje stronne oraz odmienna asymetria czynnościowa i strukturalna mózgu.

Do niedawna badania aktywności mózgowej osób jąkających się obejmowały przede wszystkim osoby dorosłe<sup>29</sup>. Oprócz odchyłek od typowego wzorca asymetrii mózgowej zidentyfikowano wiele zarówno strukturalnych, jak i funkcjonalnych korelatów zaburzeń płynności, trudno jednak orzec, czy są one przyczyną jąkania, jego skutkiem, czy też mechanizmem kompensacyjnym<sup>30</sup>. Przyjęcie perspektywy rozwojowej może rzucić nieco światła na te kwestie. Choć liczba przeprowadzonych badań neuroobrazowych z udziałem dzieci jest niewielka, ich wyniki sugerują istnienie wyraźnych różnic między budową mózgu jąkających się dzieci i osób dorosłych<sup>31</sup>. W badaniach z wykorzystaniem rezonansu magnetycznego (MRI) przeprowadzonych w trzech grupach dzieci w wieku 9–12 lat (jąkających się, tych, które przestały się jąkać, i mówiących płynnie) Chang i inni<sup>32</sup> zaobserwowali – niewystępującą u dorosłych – mniejszą objętość istoty szarej (*Grey Matter Volume*, GMV) w obszarach dolnego zakrętu czołowego, górnego zakrętu skroniowego oraz skorupy. Podobne wyniki uzyskał Beal i inni<sup>33</sup>. Oprócz objętości istoty szarej w projekcie Chang i współpracowników badano także, przy użyciu metody obrazowania tensora dyfuzji (*Diffusion Tensor Imaging*, DTI), przebieg najważniejszych szlaków istoty białej. Zaobserwowano mniejszą gęstość połączeń nerwowych w okolicach lewej półkuli, związanych z kontrolą ruchów twarzy i krtani, przy czym zmiany te były obecne wyłącznie

<sup>29</sup> L.F. De Nil, D.S. Beal, *Brain imaging studies of developmental stuttering. A review*, [w:] *Routledge Handbook of Communication Disorders*, red. H.R. Bahr, E.R. Silliman, London–New York 2015, s. 46–55.

<sup>30</sup> Ibidem.

<sup>31</sup> D.S. Beal, V.L. Gracco, J. Brettschneider, R.M. Kroll, L.F. De Nil, *A voxel-based morphometry (VBM) analysis of regional grey and white matter volume abnormalities within the speech production network of children who stutter*, „Cortex” 2013, vol. 49 (8), s. 2151–2161; S.-E. Chang, D.C. Zhu, *Neural network connectivity differences in children who stutter*, „Brain” 2013, vol. 136 (12), s. 3709–3726; S.-E. Chang, D.C. Zhu, A.L. Choo, M. Angstadt, *White matter neuroanatomical differences in young children who stutter*, „Brain” 2015, vol. 138 (3), s. 694–711; A.L. Choo, S.-E. Chang, H. Zengin-Bolat kale, N.G. Ambrose, T.M. Loucks, *Corpus callosum morphology in children who stutter*, „Journal of Communication Disorders” 2012, vol. 45 (4), s. 279–289; S.-E. Chang, K.I. Erickson, N.G. Ambrose, M.A. Hasegawa-Johnson, C.L. Ludlow, *Brain anatomy differences in childhood stuttering*, „Neuroimage” 2008, vol. 39 (3), s. 1333–1344.

<sup>32</sup> S.-E. Chang, K.I. Erickson, N.G. Ambrose, M.A. Hasegawa-Johnson, C.L. Ludlow, *Brain anatomy differences in childhood stuttering*, s. 1333–1344.

<sup>33</sup> D.S. Beal, V.L. Gracco, J. Brettschneider, R.M. Kroll, L.F. De Nil, *A voxel-based morphometry (VBM) analysis...*, s. 2151–2161.

w grupie dzieci jąkających się (nie występowały w grupach dzieci, które przestały się jąkać, ani u dzieci płynnie mówiących). Podobne wyniki uzyskał u dorosłych Sommer i inni<sup>34</sup>, co może sugerować, że opisane zmniejszenie gęstości istoty białej jest specyficzne dla jąkania.

Chang<sup>35</sup> zwraca uwagę na brak u dzieci, obserwowanego u dorosłych<sup>36</sup>, relatywnego zmniejszenia lewego *planum temporale*, czy innych odchyłek od typowego wzorca asymetrii. U dorosłych badania z wykorzystaniem pozytonowej tomografii emisyjnej (PET) wykazują obecność nadaktywacji w obszarach związanych z ekspresją i planowaniem mowy. Nadaktywacje te występują obustronnie, ale szczególnie silne są w prawej półkuli mózgu oraz lewej półkuli mózdzku<sup>37</sup>.

W badaniach Foxa i współpracowników<sup>38</sup> zaobserwowano interesującą zależność dotyczącą samych momentów nie płynności i płynności – nie płynnej mowie towarzyszyły aktywacje prawostronne, natomiast stosowanie technik upłynniających mowę (takich jak chóralne mówienie) zwiększało aktywacje lewopółkulowe. To ważny wynik, bo skoro chwilowej poprawie płynności towarzyszy zanik charakterystycznej dla jąkania symetrii aktywacji i powrót do typowej dominacji lewopółkulowej, zatem obserwowane w jąkaniu odstępstwo od typowej asymetrii nie musi być – jak się często sądzi – jego przyczyną, ale może też być jego skutkiem.

Także badania morfologii spoidła wielkiego pokazują nieobecność u dzieci zmian typowych dla jąkających się dorosłych. U tych ostatnich objętość dziobu i płata spoidła jest większa niż u płynnie mówiących<sup>39</sup>.

<sup>34</sup> M. Sommer, M.A. Koch, W. Paulus, C. Weiller, C. Buchel, *Disconnection of speech-relevant brain areas in persistent developmental stuttering*, „The Lancet” 2002, vol. 360, s. 380–383.

<sup>35</sup> S.-E. Chang, K.I. Erickson, N.G. Ambrose, M.A. Hasegawa-Johnson, C.L. Ludlow, *Brain anatomy differences...*, s. 1333–1344.

<sup>36</sup> A.L. Foundas, A.M. Bollich, D.M. Corey, M. Hurley, K.M. Heilman, *Anomalous anatomy of speech – language areas in adults with persistent developmental stuttering*, „Neurology” 2001, vol. 57 (2), s. 207–215.

<sup>37</sup> P.T. Fox, R.J. Ingham, J.C. Ingham, J. Hirsch, J.H. Downs, C. Martin, P. Jerabek, *A PET study of the neural systems of stuttering*, „Nature” 1996, 382 (6587), s. 158–161; P.T. Fox, R.J. Ingham, J.C. Ingham, F. Zamarripa, J.H. Xiong, J.L. Lancaster, *Brain correlates of stuttering and syllable production. A PET performance – correlation analysis*, „Brain” 2000, vol. 123, s. 1985–2004.

<sup>38</sup> P.T. Fox, R.J. Ingham, J.C. Ingham, F. Zamarripa, J.H. Xiong, J.L. Lancaster, *Brain correlates of stuttering and syllable production...*, s. 1985–2004.

<sup>39</sup> A.L. Choo, S.J. Kraft, W. Olivero, N.G. Ambrose, H. Sharma, S.-E. Chang, T.M. Loucks, *Corpus callosum differences associated with persistent stuttering in adults*, „Journal of Communication Disorders” 2011, vol. 44 (4), s. 470–477.

Większą objętość tych części spoidła traktuje się często jako wskaźnik zwiększenia międzypółkulowej wymiany informacji, a poprzez wzrost łączności międzypółkulowej – zmniejszenia asymetrii czynnościowej<sup>40</sup>.

Badania Choo i współpracowników<sup>41</sup> prowadzone w grupach dzieci w wieku szkolnym (9–12 lat): jąkających się, tych, które przestały się jąkać, i niejąkających się, nie wykazały podobnych różnic w tej strukturze. Obecność zmian w mózгах dorosłych przy braku odstępstw od normy u dzieci badacze interpretują jako argument na rzecz wspomnianej wcześniej możliwości tego, że zmiany te nie są przyczyną, lecz konsekwencją jąkania.

Opisane wyżej wyniki podważają uproszczony model zakładający, że jąkanie jest skutkiem anomalii rozwojowych prowadzących do patologicznego rozwoju mózgu. Jednak choć znaczna część charakterystycznych dla jąkania zmian morfologicznych i czynnościowych zdaje się pojawiać dopiero w życiu dorosłym, mózg jąkających się dzieci wykazuje także pewną specyfikę. Niedawne badania DTI<sup>42</sup> przeprowadzone u dzieci w wieku 3–9 lat wykazały zredukowaną, w porównaniu z grupą kontrolną, łączność w obrębie połączeń struktur słuchowych i ruchowych, spoidła wielkiego oraz szlaków łączących obszary korowe ze strukturami podkorowymi. Widoczne były też zmiany rozwojowe w zakresie łączności.

U osób jąkających się objętość połączeń (FA, *fractional anisotropy*) między najważniejszymi strukturami okolicy bruzdy Sylwiusza stabilizowała się z wiekiem albo wykazywała własną specyfikę rozwojową<sup>43</sup>. Zaobserwowano także mniejszą objętość istoty białej w obrębie kleszczy czołowych mniejszych – części kolana spoidła wielkiego<sup>44</sup>.

Powyższy przegląd pokazuje, że mózgi jąkających się dzieci różnią się od mózgow jąkających się dorosłych. De Nil uważa, że rozwój części sieci nerwowych osób jąkających się wykazuje swoistą trajektorię rozwojową, widoczną

<sup>40</sup> F. Aboitiz, A. Ide, R. Olivares, *Corpus callosum morphology in relation to cerebral asymmetries in postmortem human*, [w:] *The parallel brain: The cognitive neuroscience of the corpus callosum*, red. E. Zaidel, M. Iacoboni, Cambridge 2003, s. 33–34.

<sup>41</sup> A.L. Choo, S.-E. Chang, H. Zengin-Bolat kale, N.G. Ambrose, T.M. Loucks, *Corpus callosum morphology in children...*, s. 279–289.

<sup>42</sup> S.-E. Chang, D.C. Zhu, A.L. Choo, M. Angstadt, *White matter neuroanatomical differences in young children who stutter*, s. 694–711.

<sup>43</sup> Ibidem.

<sup>44</sup> D.S. Beal, V.L. Gracco, J. Brettschneider, R.M. Kroll, L.F. De Nil, *A voxel-based morphometry (VBM) analysis...*, s. 2151–2161.

przez całe ich życie<sup>45</sup>. Obserwowane zmiany mogą być przejawem działania mechanizmu kompensacyjnego, efektem wysiłku związanego z mówieniem albo stanowić deficyt podstawowy. Mogą wreszcie być konsekwencją jąkania<sup>46</sup>. Obraz zmian neuropatologicznych zdaje się kluczowo zależeć od czasu upływającego od powstania zaburzenia<sup>47</sup>.

Przeprowadzone dotąd badania nie pozwalają jak na razie na wyciągnięcie jakichkolwiek kategoriycznych wniosków na temat natury obserwowanych zarówno u dzieci, jak i dorosłych mózgowych korelatów nie płynności mowy. Cennych danych na temat ich roli w genezie zaburzenia mogłyby dostarczyć obejmujące dłuższy okres badania podłużne. Interesujące mogą być wyniki przygotowywanych właśnie na Uniwersytecie w Sydney badań MR niemowląt obciążonych dziedzicznym ryzykiem jąkania<sup>48</sup>.

## WNIOSKI DLA PRAKTYKI PEDAGOGICZNEJ

W szeroko rozumianej praktyce pedagogicznej, a w szczególności w diagnostyce i terapii zaburzeń mowy oraz innych zaburzeń poznawczych, tradycyjnie przywiązuje się dużą wagę do preferencji stronnych. Wydaje się to zrozumiałe, zważywszy, że już od ponad stu lat badacze, terapeuci i wychowawcy obserwują częstsze występowanie atypowej lateralizacji w przypadkach zaburzeń rozwojowych. W Polsce świadomość istnienia omawianego związku wzmocniły dodatkowo wspomniane wcześniej badania zespołu Sponek<sup>49</sup>, a w odniesieniu do jąkania – demonstrują go m.in. badania Kurkowskiego i współpracowników<sup>50</sup>.

<sup>45</sup> L.F. De Nil, D.S. Beal, *Brain imaging studies of developmental stuttering...*, s. 46–55.

<sup>46</sup> A.L. Choo, S.-E. Chang, H. Zengin-Bolat kale, N.G. Ambrose, T.M. Loucks, *Corpus callosum morphology in children...*, s. 279–289.

<sup>47</sup> L.F. De Nil, D.S. Beal, *Brain imaging studies of developmental stuttering...*, s. 46–55.

<sup>48</sup> Grant: *Brain structure and function of neonates at risk for stuttering*; M. Onslow, A. Packman, J. Lagopoulos, R. Lowe (nee Thompson); Australian Research Council (ARC)/Discovery Projects (DP), <http://sydney.edu.au/health-sciences/research/child-stuttering-study.pdf> [dostęp: 15.02.2015].

<sup>49</sup> A. Grabowska, *Neurobiologiczne podstawy leworęczności*, s. 57–72.

<sup>50</sup> Z.M. Kurkowski, *Lateralizacja słuchowa a jąkanie*, „Audiofonologia” 2000, t. 28, s. 170–172; A. Rosińska, Z.M. Kurkowski, M. Lewandowska, K. Cieśla, M. Ganc, H. Skarżyński, *Wpływ Stymulacji Percepcji Słuchowej (SPS-S) – na płynność mowy oraz centralne funkcje słuchowe dzieci jąkających się*, „Nowa Audiofonologia” 2012, nr 1 (1), s. 87–93; A. Szkietkowska, J. Ratyńska, R. Markowska, Z.M. Kurkowski, H. Skarżyński, *Czynniki predysponujące do jąkania – charakterystyka grupy pacjentów z Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu w Warszawie*, „Audiofonologia” 2001, s. 99–104.

Tymczasem, jak staraliśmy się pokazać w naszym krótkim przeglądzie, natura związku między lateralizacją a zaburzeniami mowy jest dalece niejasna. Dorothy Bishop zwraca uwagę na osobliwy paradoks lateralizacji – o ile u osób z zaburzeniami mowy często obserwuje się nietypowy wzorzec asymetrii mózgu, o tyle u większości osób, które wyróżnia nietypowa asymetria, żadne deficyty poznawcze – w tym także zaburzenia mowy – nie występują<sup>51</sup>. Badania Wrońskiej<sup>52</sup> sugerują, że nawet dzieci zagrożone dysleksją nie różnią się od pozostałych częstością lateralizacji skrzyżowanej i nieustalonej. Wartość pomiaru lateralizacji w praktyce diagnostycznej, czy też w prewencji zaburzeń, jest więc dyskusyjna. Ów pomiar może się nawet okazać szkodliwy, jeśli zaalarmowany rzekomo „nieprawidłową” lateralizacją skrzyżowaną wychowawca uzna, iż dziecko jest zagrożone zaburzeniami rozwojowymi i na podstawie samej tylko obserwacji niezgodnej preferencji ręki i oka podejmie działania korekcyjne, co w przypadku normalnie rozwijającego się dziecka może przynieść więcej szkody niż pożytku. Również wielu znanych i wpływowych logopedów, specjalizujących się w terapii zaburzeń płynności mowy, nie uwzględniła w sugerowanych procedurach diagnostycznych badania preferencji stronnych<sup>53</sup>.

W interesującym eseju, opublikowanym niedawno w prestiżowym czasopiśmie „Science” Doroty Bishop wyróżnia i analizuje cztery możliwe modele relacji między lateralizacją a problemami językowymi. Najstarszy i najpopularniejszy, także w naszym kraju, jest model zakładający, że lateralizacja stanowi przyczynę zaburzeń językowych. Ów model Bishop nazywa endofenotypowym, według niego bowiem u podłoża zaburzeń leży specyfika budowy wewnętrznej mózgu, będąca skutkiem działania szczególnego układu czynników

<sup>51</sup> D.V.M. Bishop, *Cerebral asymmetry and language development: cause, correlate, or consequence?*, s. 1230531; D.V.M. Bishop, G. Holt, A.J. Whitehouse, M. Groen, *No population bias to left-hemisphere language in 4-year-olds with language impairment*, s. 507–523.

<sup>52</sup> J. Wrońska, *Dysleksja, lateralizacja i płęć*, „Psychologia Rozwojowa” 2005, t. 10, nr 3, s. 157–166.

<sup>53</sup> E. Kelman, A. Nicholas, *Praktyczna interwencja w jękanii wczesnodziecięcym. Podejście interakcyjne rodzic – dziecko – Palin PCI*, przeł. M. Kądzioła, Gdańsk 2013; M. Onslow, A. Packman, E. Harrison, *The Lidcombe Program of Early Stuttering Intervention. A clinician's guide*, Austin 2003; C.W. Dell, *Terapia jękania u dzieci w młodszym wieku szkolnym. Podręcznik dla logopedów*, przeł. L. Jankowska-Szafarska, Kraków 2008; S.J. Yarus, R. Quesal, *Overall Assessment of the Speaker's Experience of Stuttering (OASES). Manual*, Bloomington 2010; K. Węsierska, *Kompleksowa diagnoza jękania wczesnodziecięcego podstawą skutecznej terapii*, [w:] *Diagnoza różnicowa zaburzeń komunikacji językowej*, red. M. Michalik, A. Siudak, Z. Orłowska-Popek, Kraków 2012 (Nowa Logopedia, t. 3), s. 407–434.

dziedzicznych. Mimo swej popularności ów tradycyjny model znajduje – jak wspominaliśmy wyżej – najsłabsze wsparcie empiryczne. Model interakcyjny zakłada, że osłabiona lateralizacja jest dodatkowym czynnikiem ryzyka, który ma znaczenie tylko w obecności czynników genetycznych. W modelu pleiotropowym przyjmuje się, że te same geny odpowiadają i za wystąpienie zaburzeń językowych, i za osłabienie lateralizacji. Najciekawszy wydaje się model ostatni, neuroplastyczny, zakładający, że to genetycznie zdeterminowane zaburzenia językowe stanowią przyczynę słabej lateralizacji<sup>54</sup>. W świetle klasycznych wyobrażeń na temat lateralizacji ta możliwość wydaje się tak paradoksalna, że nigdy wcześniej nie podejmowano prób jej systematycznej weryfikacji. Tymczasem wiele badań, w tym także omówione wyżej badania<sup>55</sup> Choo oraz Foa<sup>56</sup>, skłania do jak najpoważniejszego rozważenia takiej ewentualności.

Z punktu widzenia praktyki oddziaływań wychowawczych i terapeutycznych lateralizacja zdaje się mieć ograniczoną wartość diagnostyczną. Leworęczność, słaba lub skrzyżowana lateralizacja nie są problemem same w sobie. Jeśli poza tym rozwój dziecka mieści się w typowych granicach, nie ma powodu do niepokoju czy koncentrowania się na lateralizacji. Także wtedy, gdy nietypowa lateralizacja towarzyszy zaburzeniom albo nieprawidłowościom rozwojowym, należy skupić się na owych zaburzeniach, a nie na lateralizacji. Czasem produktem ubocznym działań korekcyjnych może być również ustabilizowanie preferencji stronnej, np. wybór ręki przez dziecko czy, w wypadku dziecka leworęcznego, wypracowanie ergonomicznego chwytu narzędzia do pisania, niemniej celem korekty w tym ostatnim przypadku jest zwiększenie sprawności motorycznej, a nie korekta lateralizacji jako takiej.

<sup>54</sup> D.V.M. Bishop, *Cerebral asymmetry and language development: cause, correlate, or consequence?*, s. 1230531.

<sup>55</sup> A.L. Choo, S.-E. Chang, H. Zengin-Bolatkale, N.G. Ambrose, T.M. Loucks, *Corpus callosum morphology in children...*, s. 279–289; A.L. Choo, S.J. Kraft, W. Olivero, N.G. Ambrose, H. Sharma, S.-E. Chang, T.M. Loucks, *Corpus callosum differences associated with persistent stuttering...*, s. 470–477.

<sup>56</sup> P.T. Fox, R.J. Ingham, J.C. Ingham, F. Zamarripa, J.H. Xiong, J.L. Lancaster, *Brain correlates of stuttering and syllable production...*, s. 1985–2004.

## BIBLIOGRAFIA

- Aboitiz F., Ide A., Olivares R., *Corpus callosum morphology in relation to cerebral asymmetries in postmortem human*, [w:] *The parallel brain: The cognitive neuroscience of the corpus callosum*, red. E. Zaidel, M. Iacoboni, Cambridge 2003.
- Annett M., *Handedness and brain asymmetry: the right shift theory*, Hove–East Sussex 2002; New York 2002.
- Armour J.A.L., Davison A., McManus I.C., *Genome-wide association study of handedness excludes simple genetic models*, „Heredity” 2013.
- Beal D.S., Gracco V.L., Brettschneider J., Kroll R.M., De Nil L.F., *A voxel-based morphometry (VBM) analysis of regional grey and white matter volume abnormalities within the speech production network of children who stutter*, „Cortex” 2013, vol. 49 (8).
- Bishop D.V.M., *Cerebral asymmetry and language development: cause, correlate, or consequence?*, „Science” 2013, vol. 340 (6138), s. 1230531–1230531.
- Bishop D.V.M., Holt G., Whitehouse A.J.O., Groen M., *No population bias to left-hemisphere language in 4-year-olds with language impairment*, „PeerJ” 2014, vol. 2 (3).
- Chang S.-E., Zhu D.C., *Neural network connectivity differences in children who stutter*, „Brain” 2013, vol. 136 (12), s. 3709–3726.
- Chang S.-E., Erickson K.I., Ambrose N.G., Hasegawa-Johnson M.A., Ludlow C.L., *Brain anatomy differences in childhood stuttering*, „NeuroImage” 2008, vol. 39 (3).
- Chang S.-E., Zhu D.C., Choo A.L., Angstadt M., *White matter neuroanatomical differences in young children who stutter*, „Brain” 2015, vol. 138 (3).
- Choo A.L., Chang S.-E., Zengin-Bolatkale H., Ambrose N.G., Loucks T.M., *Corpus callosum morphology in children who stutter*, „Journal of Communication Disorders” 2012, vol. 45 (4).
- Choo A.L., Kraft S.J., Olivero W., Ambrose N.G., Sharma H., Chang S.-E., Loucks T.M., *Corpus callosum differences associated with persistent stuttering in adults*, „Journal of Communication Disorders” 2011, vol. 44 (4).
- Corballis M.C., *Cerebral asymmetry: motoring on*, „Trends in Cognitive Sciences” 1998, vol. 2 (4).
- De Nil L.F., Beal D.S., *Brain imaging studies of developmental stuttering. A review*, [w:] *Routledge Handbook of Communication Disorders*, red. H.R. Bahr, E.R. Silliman, London–New York 2015.
- Dell C.W., *Terapia jąkania u dzieci w młodszym wieku szkolnym. Podręcznik dla logopedów*, przeł. L. Jankowska-Szafarska, Kraków 2008.
- Foundas A.L., Bollich A.M., Corey D.M., Hurley M., Heilman K.M., *Anomalous anatomy of speech – language areas in adults with persistent developmental stuttering*, „Neurology” 2001, vol. 57 (2), s. 207–215.
- Fox P.T., Ingham R.J., Ingham J.C., Hirsch J.C., Downs J.H., Martin C., Jerabek P., *A PET study of the neural systems of stuttering*, „Nature” 1996, 382 (6587).

- Fox P.T., Ingham R.J., Ingham J.C., Zamarripa F., Xiong J.H., Lancaster J.L., *Brain correlates of stuttering and syllable production. A PET performance – correlation analysis*, „Brain” 2000, vol. 123.
- Gabbard C., Itaya M., *Foot laterality in children, adolescents, and adults*, „Laterality” 1996, vol. 1 (3).
- Gabbard C., Hart S., *Examining the notion of foot dominance*, [w:] *Side bias: A neuropsychological perspective*, red. M.K. Mandal, M.B. Bulman-Fleming, G. Tiwari, Dordrecht–Boston 2000.
- Geschwind N., *Why Orton was right*, „Annals of Dyslexia” 1982, vol. 32 (1).
- Giljov A., Karenina K., Ingram J., Malashichev Y., *Parallel Emergence of True Handedness in the Evolution of Marsupials and Placentals*, „Current Biology” 2015, vol. 25 (14).
- Grabowska A., *Neurobiologiczne podstawy leworęczności*, „Przegląd Psychologiczny” 1999, nr 42 (1–2).
- Harrington A., *Models of mind and the double brain: Some historical and contemporary reflections*, „Cognitive Neuropsychology” 1986, 3 (4).
- Harrington A., *Unfinished business: Models of laterality in the nineteenth century*, [w:] *Brain Asymmetry*, red. R.J. Davidson, K. Hugdahl, Cambridge, Massachusetts 1995.
- Harris L.J., *Cultural Influences on Handedness: Historical and Contemporary Theory and Evidence*, [w:] *Left-Handedness: Behavioral Implications and Anomalies*, red. S. Coren, Vancouver 1990.
- Judd D., *King George VI*, London 2012.
- Kelman E., Nicholas A., *Praktyczna interwencja w jąkaniiu wczesnodziecięcym. Podejście interakcyjne rodzic – dziecko – Palin PCI*, przeł. M. Kądzioła, Gdańsk 2013.
- Knecht S., Drager B., Deppe M., Bobe L., Lohmann H., Floel A., Henningsen H., *Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans*, „Brain: A Journal of Neurology” 2000, vol. 123 (12).
- Kosslyn S.M., Miller G.W., *Top brain, bottom brain: harnessing the power of the four cognitive modes*, New York 2015.
- Kurkowski Z.M., *Lateralizacja słuchowa a jąkanie*, „Audiofonologia” 2000, t. 28.
- Kushner H.I., *Cesare Lombroso and the pathology of left-handedness*, „The Lancet” 2011, vol. 377 (9760).
- Kushner H.I., *Retraining left-handers and the aetiology of stuttering: the rise and fall of an intriguing theory*, „Laterality” 2012, vol. 17 (6).
- Liu H., Stufflebeam S.M., Sepulcre J., Hedden T., Buckner R.L., *Evidence from intrinsic activity that asymmetry of the human brain is controlled by multiple factors*, „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America” 2009, vol. 106 (48).
- McManus I.C., *Grappling with the hydra*, „Cortex” 2004, vol. 40 (1).



- McManus I.C., *Right hand, left hand: the origins of asymmetry in brains, bodies, atoms, and cultures*, London 2003.
- Medland S.E., Duffy D.L., Wright M.J., Geffen G.M., Hay D.A., Levy F., Boomsma D.I., *Genetic influences on handedness: Data from 25,732 Australian and Dutch twin families*, „Neuropsychologia” 2009, vol. 47 (2).
- Onslow M., Packman A., Harrison E., *The Lidcombe Program of Early Stuttering Intervention. A clinician's guide*, Austin 2003.
- Orton S.T., *Reading, writing and speech problems in children*, New York 1937.
- Porac C., Coren S., *Individual and familial patterns in four dimensions of lateral preferences*, „Neuropsychologia” 1979, vol. 17 (5).
- Porac C., Searleman A., *The effects of hand preference side and hand preference switch history on measures of psychological and physical well-being and cognitive performance in a sample of older adult right-and left-handers*, „Neuropsychologia” 2002, vol. 40.
- Powell J.L., Kemp G.J., García-Finaña M., *Association between language and spatial laterality and cognitive ability: an fMRI study*, „NeuroImage” 2012, vol. 59 (2).
- Rogers L.J., *Asymmetry of brain and behavior in animals: Its development, function, and human relevance*, „Genesis” 2014, vol. 52 (6) s. 555–571.
- Rosińska A., Kurkowski Z.M., Lewandowska M., Cieśla K., Ganc M., Skarżyński H., *Wpływ Stymulacji Percepcji Słuchowej (SPS-S) – na płynność mowy oraz centralne funkcje słuchowe dzieci jąkających się*, „Nowa Audiofonologia” 2012, nr 1 (1).
- Siebner H.R., Limmer C., Peinemann A., Drzezga A., Bloem B.R., Schwaiger M., Conrad B., *Long-term consequences of switching handedness: a positron emission tomography study on handwriting in converted left-handers*, „The Journal of Neuroscience” 2002, vol. 22 (7).
- Sommer M., Koch M.A., Paulus W., Weiller C., Buchel C., *Disconnection of speech-relevant brain areas in persistent developmental stuttering*, „The Lancet” 2002, vol. 360.
- Sperry R.W., *Hemisphere deconnection and unity in conscious awareness*, „American Psychologist” 1968, vol. 23 (10).
- Szkielkowska A., Ratyńska J., Markowska R., Kurkowski Z.M., Skarżyński H., *Czynniki predysponujące do jąkania – charakterystyka grupy pacjentów z Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu w Warszawie*, „Audiofonologia” 2001, t. 20.
- Travis F.T., Orme-Johnson D.W., *EEG coherence and power during Yogic Flying*, „International Journal of Neuroscience” 1990, vol. 54.
- Travis L.E., *Speech pathology*, Oxford 1931.
- Warren D.M., Stern M., Duggirala R., Dyer T.D., Almasy L., *Heritability and linkage analysis of hand, foot, and eye preference in Mexican Americans*, „Laterality” 2006, vol. 11 (6).

- Węsierska K., *Kompleksowa diagnoza jąkania wczesnodziecięcego podstawą skutecznej terapii*, [w:] *Diagnoza różnicowa zaburzeń komunikacji językowej*, red. M. Michalik, A. Siudak, Z. Orłowska-Popek, Kraków 2012 (Nowa Logopedia, t. 3).
- Wrońska J., *Dysleksja, lateralizacja i płęć*, „Psychologia Rozwojowa” 2005, t. 10, nr 3.
- Yaruss S.J., Quesal R., *Overall Assessment of the Speaker's Experience of Stuttering (OASES). Manual*, Bloomington 2010.
- 

## ASYMETRIA MÓZGU I LATERALIZACJA W JĄKANIU

**Streszczenie:** W diagnozie zaburzeń rozwojowych – w tym także zaburzeń płynności mowy – tradycyjnie przywiązuje się dużą wagę do atypowej lateralizacji. Artykuł zawiera pobieżny przegląd literatury, pokazujący, że choć jąkanie, podobnie jak inne zaburzenia sprawności językowej, faktycznie wiąże się z nietypową asymetrią mózgu, to natura tego związku pozostaje wciąż niejasna, a wartość diagnostyczna badania lateralizacji budzi wątpliwości.

**Słowa kluczowe:** asymetria, lateralizacja, mowa, jąkanie, neuroobrazowanie, logopedia

## BRAIN ASYMMETRY, LATERALITY AND STUTTERING

**Summary:** The diagnosis of developmental disorders – including those of speech fluency – have traditionally emphasized the meaning of atypical laterality. In the present paper we review briefly the literature showing that, even though stuttering, along with other language deficiencies, is indeed related to atypical brain asymmetry, the exact nature of this relation remains elusive, and the diagnostic utility of laterality measurement seems disputable.

**Keywords:** brain asymmetry, laterality, speech, neuroimaging, speech therapy