

Czy istnieje odrębność przetwarzania „muzycznych” aspektów mowy?

Muzyka i mowa należą do szczególnych form komunikacji człowieka, wykorzystujących dźwięk jako nośnik informacji. Jak wskazują wyniki analiz, organizacja materiału akustycznego w obu tych mediach wykazuje wiele cech wspólnych. Powstaje więc pytanie: czy podobieństwo to ma swoje odzwierciedlenie w rzeczywistości mentalnej człowieka, czy też zjawiska fizycznie podobne są różnie kategoryzowane, w zależności od medium, w którym zostały użyte? Innymi słowy, jest to pytanie o odrębność przetwarzania niektórych cech akustycznych mowy i muzyki. Odpowiedź stanowiłaby istotną wskazówkę co do prób rekonstrukcji ewolucyjnej historii powstania zarówno zdolności muzycznych, jak i językowych człowieka, a także zrozumienia funkcjonowania skomplikowanych mechanizmów przetwarzania mowy i muzyki.

Aby zrozumieć przyczyny ewentualnej odrębności lub zbieżności przetwarzania niektórych aspektów mowy i muzyki, należy uzmysłowić sobie, na czym polega pokrewieństwo muzyki i języka naturalnego. W tym celu warto dokonać na wstępie porównania obu tych zjawisk z kilku istotnych dla dalszych rozważań perspektyw. Jedną z ważnych cech wspólnych obu tych mediów jest fakt powszechności ich występowania. Muzyka oraz mowa należą do jednych z nielicznych zjawisk obserwowanych we wszystkich znanych nam kulturach ludzkich, zarówno współczesnych, jak i tych, o których mamy wiedzę historyczną [Suppan 1984, s. 28]. Oczywiście trudno jest stwierdzić z całą pewnością, od jakiego momentu w historii naszego gatunku obecna była mowa i muzyka. Kwestia ta pozostaje przedmiotem wielu spekulacji i często sprzecznych hipotez, przede wszystkim z uwagi na brak bezpośrednich materialnych źródeł mogących świadczyć w sposób niezbity o posługiwaniu się mową lub aktywności muzycznej człowieka w odległej przeszłości. Pośrednie źródła archeologiczne, takie jak pierwsze instrumenty muzyczne, na przykład liczące sobie ponad 30 000 lat kościane flety lub gliniane tabliczki z pierwszymi formami pisma [d’Errico, Henshilwood, Lawson, Vanhaeren, Tillier, Soressi, Bresson, Maureille, Nowell, Lakarra, Backwell i Julien 2003], sugerują wprawdzie obecność obu tych zjawisk w danym przedziale czasowym, ale nie mówią nam nic o faktycznych początkach ludzkiej mowy i muzyczności, ponieważ zarówno mowa, jak i śpiew – jedna z najprostszych form ekspresji muzycznej – nie wymagają ani pisma, ani użycia jakiegokolwiek instrumentarium muzycznego. O ile jednak zamierchłość mowy człowieka wspiera niemal powszechnie akceptowalna teza o występowaniu genetycznie uwarunkowanego „instynktu językowego” [Pinker 1994], o tyle kwestia biologicznej adaptacyjności muzyki ma liczne grono zarówno zwolenników [Miller 2000; Mithen 2006; Peretz 2001], jak i przeciwników [Molino 2000; Patel 2008; Pinker 1998].

Innym ważnym podobieństwem pomiędzy muzyką i mową jest łatwa i niewymagająca żadnych form czynnej edukacji rozpoznawalność przez człowieka mowy ojczyźnej i muzyki charakterystycznej dla danej kultury spośród innych zjawisk dźwiękowych dostępnych ludzkiemu poznaniu. Jest to możliwe dzięki bardzo wczesnemu i instynktownemu nabywaniu kompetencji językowych i muzycznych przez dzieci. Nabywanie owych kompetencji wydaje się mieć ponadto na wczesnym etapie rozwoju dziecka pewne wspólne elementy [McMullen i Saffran 2004]. Pozorna różnica między stopniem rozwoju kompetencji językowych a muzycznych obserwowanych wśród przedstawicieli społeczności o wysokim poziomie cywilizacyjnym, i dotycząca mniejszej powszechności czynnych umiejętności muzycznych, ma, jak się wydaje, swe przyczyny w coraz bardziej rozdrobnionym podziale ról społecznych charakterystycznym dla tego rodzaju społeczeństw. Biorąc jednak pod uwagę specyficzny charakter funkcji muzyki traktowanej często jako rodzaj wysublimowanej sztuki dźwięków, nasze wymagania stawiane ekspresjom muzycznym są nieporównywalnie większe niż te, które stawiamy naszym rozmówcom, gdy głównym celem konwersacji staje się wymiana potrzebnych nam informacji o otaczającym nas świecie. Wymagania te każą także selekcjonować jednostki najbardziej zdolne muzycznie i poświęcać przez nie godziny ćwiczeń na doskonalenie umiejętności muzycznych. Sytuacja ta jest porównywalna jedynie z kształceniem się i praktyką zawodowych mówców, takich jak aktorzy czy prelegenci, których umiejętności oratorskie różnią się w znaczącym stopniu od tych charakteryzujących przeciętnego człowieka. Także coraz mniejsze zaangażowanie w aktywność muzyczną przeciętnych ludzi i zastępowanie jej powszechną dziś dostępnością do nagrań muzycznych przyczyniają się do ograniczenia rozwoju potencjalnych czynnych zdolności muzycznych wśród społeczeństwa. Nie zmienia to jednak faktu, iż muzyka i język naturalny stanowią odrębną klasę zjawisk. Taka separacja poznawcza bodźców muzycznych i mownych od innych zjawisk dźwiękowych sugeruje istnienie odrębnych modułów mózgowych, przetwarzających w sposób niezależny różne rodzaje informacji, co znajduje potwierdzenie w badaniach osób zarówno cierpiących na deficyty poznawcze [Patel, Wong, Foxtan, Lochy, Peretz 2008; Stewart, Kriegstein, Dalla Bella, Warren, Griffiths 2009], jak i neuroobrazowych [Zatorre, Belin, Penhune 2002; Zatorre, Bouffard, Belin 2004].

Podobieństwa między muzyką i językiem nie ograniczają się wyłącznie do zakresu występowania społecznego i sposobów rozwoju umiejętności. Tym, co przykuwa naszą największą uwagę pod tym względem, jest organizacja materiału dźwiękowego obu tych mediów. Podobieństwa te dotyczą wykorzystania zarówno niektórych zjawisk akustycznych, zasad leżących u podstaw organizacji ich elementarnych składowych systemów dźwiękowych, jak i reguł rządzących zestawianiem tych składowych. Jeśli chodzi o wykorzystanie tych samych zjawisk akustycznych w obu mediach, wskazać należy przede wszystkim na elementy organizacji suprasegmentalnej języka, takie jak: kontur intonacyjny [Patel 2008, s. 194–196] (w terminologii lingwistycznej nazywany niekiedy również prozodycznym, w terminologii muzykologicznej będący zjawiskiem homologicznym konturu melodycznego), grupowanie rytmiczne, fraza [Patel 2008, s. 173–174] czy akcent.

U podstaw organizacji systemów dźwiękowych zarówno każdej muzyki, jak i języka leżą niepodzielne jednostki zwane w terminologii lingwistycznej fonemami [Bie-

lawski 1969]. O ile jednak cechy dystynktywne fonemów mowy należą do kategorii wrażenia barwy dźwięku, o tyle w muzyce funkcje te pełnią wrażenie wysokości dźwięku oraz czasu trwania (ibid.). Podobieństwo między omawianymi mediami dotyczy tutaj zatem wyłącznie zasady organizacyjnej, która polega na użyciu niepodzielnych kategorii dźwiękowo-poznawczych jako podstawowych elementów konstrukcyjnych, wykorzystując jednak do tego celu całkowicie różne cechy wyróżniające te kategorie. Ważną cechą wspólną muzyki i języka naturalnego jest ponadto generatywny charakter organizacji struktury przebiegów muzycznych [Lerdahl i Jackendoff 1983] i wypowiedzi językowych [Chomsky 1982, 2005; Jackendoff 1999]. Także w tym wypadku obserwuje się jednak wyłącznie podobieństwo stosowania reguł organizacyjnych. Wprawdzie w obu przypadkach kompetentny słuchacz lub użytkownik danego języka jest w stanie ocenić bez większego wysiłku, czy dany przebieg jest poprawny, czy też nie, bez konieczności świadomości reguł rządzących organizacją strukturalną przebiegów muzycznych albo wypowiedzi, to jednak funkcja generatywności w języku wykracza daleko poza tę dającą się zaobserwować w muzyce. Jest to związane głównie z zasadniczymi różnicami dotyczącymi możliwości komunikacyjnych i rodzaju znaczenia, jakie są zdolne przekazywać oba te media. Muzyce brak jest przede wszystkim charakterystycznej cechy języka, jaką jest kompozycjonalność znaczenia [Mithen 2006, s. 3], polegająca na tworzeniu nowych znaczeń za pomocą łączenia istniejących niezależnie elementów leksykalnych.

Inną ważną różnicą pomiędzy możliwościami komunikacyjnymi muzyki i języka jest fakt, że przekazywanie informacji w muzyce ma, w przeciwieństwie do języka naturalnego, charakter jednokierunkowy, to znaczy, iż nie są możliwe na podstawie takiego rodzaju oddziaływania tzw. zwrotne sprzężenia komunikacyjne [Grucza 1993, s. 153]. Także treści komunikatów muzycznych i językowych mają zgoła odmienny charakter. Wprawdzie możliwe jest przekazywanie arbitralnych treści za pomocą pewnych muzycznych symboli dźwiękowych, czego przykładem mogą być zjawiska wykorzystujące niektóre cechy systemów muzycznych, takie jak np. „język bębnow afrykańskich” czy „język gwizdany” używany na Wyspach Kanaryjskich, a także wagnerowski *leitmotiv* – wszystkie one posługują się jednak kategorią znaczenia w ograniczony sposób specyficzny dla sztucznych systemów komunikacyjnych o charakterze kodu. W muzyce nie mamy natomiast do czynienia z automatyzmem użycia znaczenia przypisanego do danej kategorii dźwiękowej, która w języku staje się w sposób naturalny nośnikiem wyabstrahowanej treści związanej z hierarchią pojęciową reprezentującą model ontologiczny – wizję świata, jaki mają użytkownicy danego języka [Chlewiński 1999, s. 276–282]. Mimo że badania neuroobrazowe sugerują istnienie pewnych wspólnych mechanizmów poznawczych zarówno dla operacji syntaktycznych [Maess, Koelsch, Gunter, Friederici 2001; Patel 1998], jak i znaczeniowych [Koelsch, Kasper, Sammler, Schulze, Gunter, Friederici 2004] podczas słuchania muzyki i mowy, wskazane tu różnice strukturalne i funkcjonalne między tymi mediami nie pozwalają traktować ani językowych zjawisk generatywnych, ani tych obecnych na segmentalnym poziomie organizacji mowy jako całkowicie wspólnych z muzycznymi.

Inaczej ma się rzecz, jeśli chodzi o wspomniane elementy organizacji suprasegmentalnej mowy, gdzie obserwuje się występowanie tych samych własności akustycznych, które współtworzą wraz z innymi muzycznie specyficznymi cechami, takimi

jak tonalność czy izometria, organizację suprasegmentalną przebiegów muzycznych, często pełniąc podobne funkcje w obu mediach, jak np. ekspresja emocji. Według poznawczego modułowego modelu przetwarzania muzyki zarówno kontur melodyczny, jak i zjawiska rytmiczne są przetwarzane w ramach odrębnych submodułów [Peretz i Coltheart 2003]. Badania osób cierpiących na amuzje sugerują ponadto, iż mechanizmy poznawcze dla przetwarzania wzorców melicznych i rytmicznych w mowie i muzyce są wspólne [Patel, Peretz, Tramo, Labrecque 1998; Nicholson, Baum, Kilgour, Koh, Munhall, Cuddy 2003; Patel 2006].

Jak wskazują jednak niektóre badania, lokalizacja korowa przetwarzania konturu melodycznego/intonacyjnego może być uzależniona od funkcji, jaką pełni ta cecha w ramach danego medium. Na przykład u osób władających ojczystym językiem tonalnym przetwarzanie konturu intonacyjnego charakterystycznego dla rodzimych wypowiedzi mownych odbywa się w lewej półkuli mózgu, a nie w prawej, tak jak ma to przeważnie miejsce u osób posługujących się ojczystym językiem nietonalnym [Xu, Gandour, Talavage, Wong, Dziedzic, Tong, Li, Lowe 2006]. Dzieje się tak prawdopodobnie dlatego, że w językach tonalnych kontur intonacyjny odgrywa istotną rolę jako jeden z elementów, obok doboru fonemów, determinujących leksykalne znaczenie wyrazu, a czasem także znaczenie gramatyczne [Wängler 1983]. Cecha konturu, jaką jest zmiana bądź utrzymanie kierunku przebiegu melodii mowy, staje się w tym wypadku czymś w rodzaju fonematycznej cechy dystynktywnej na segmentalnym poziomie organizacji wypowiedzi. Funkcja ta, nieobecna w językach nietonalnych, wymusza korelację analizy konturu z przetwarzaniem znaczenia leksykalnego lub/i relacji gramatycznych, które są przetwarzane zwykle w lewej półkuli mózgu. Bliska lokalizacja obszarów, w których odbywa się analiza konturu oraz relacji syntaktycznych i znaczeniowych, sprzyja niewątpliwie szybkości przetwarzania głównej informacji językowej, jaką jest znaczenie konceptualne.

W odróżnieniu od języków tonalnych, w językach nietonalnych kontur intonacyjny jest jedynie nośnikiem informacji o różnicach semantycznych między wypowiedziami oznajmującymi a wykrzyknikowymi, rozkazującymi i pytającymi oraz – wraz z innymi cechami prozodycznymi, takimi jak pauzy, akcenty, siła głosu czy iloczas – nośnikiem ekspresji emocji. Ponieważ informacja zarówno o trybie zdania, jak i jego zabarwieniu emocjonalnym wydaje się mieć charakter przedkonceptualny i ogólny w porównaniu ze szczegółowym znaczeniem leksykalnym pojęć języka, lokalizacja przetwarzania konturu intonacyjnego w prawej półkuli mózgu, tradycyjnie wiązanej z analizą holistyczną bodźców i odpowiedzialnej m.in. za rozumienie emocjonalnej warstwy języka [Grabowska 1997], ułatwia sprawność analizy tego rodzaju informacji u użytkowników języków nietonalnych. Należy jednak podkreślić, że przetwarzanie prozodii mowy angażuje zawsze aktywność obu półkul [Gandour, Tong, Wong, Talavage, Dziedzic, Xu, Li, Lowe 2004], głównie dlatego iż prozodia zawiera elementy istotne zarówno dla struktury fonologicznej, jak i ekspresywnej frazy.

Biorąc pod uwagę prawdopodobną zbieżność mechanizmów przetwarzających część informacji prozodycznej w mowie oraz niektórych cech melodycznych muzyki, pojawia się pytanie: czy mechanizmy te powstały jako adaptacje związane z rozwojem ludzkiego języka, czy stanowią odrębne specjalizacje? Jest to też pytanie o historię ewolucyjną intonacji mowy. Ważną wskazówką pod tym względem mogą być obserwacje

sposobów komunikacji wokalne innych gatunków zwierząt, szczególnie współcześnie żyjących naczelnych oraz innych ssaków. Ponieważ w procesie ewolucji mózgu młodsze ewolucyjnie struktury były nadbudowywane ponad istniejące starsze ewolucyjnie struktury, wiele „dobrze sprawdzonych” funkcji obecnych u niższych zwierząt w linii ewolucyjnej *Homo sapiens* zostało zachowanych także u współczesnego człowieka [Roederer 2003]. Jedną z głównych funkcji młodszych struktur mózgowia jest, poza nowymi sposobami przetwarzania informacji, powstrzymywanie lub dopuszczanie (uwalnianie) schematów działania wynikłych z przetworzenia informacji przez starsze filogenetycznie regiony mózgu. Owa hierarchiczna konstrukcja systemu poznawczego człowieka sugeruje, że także w komunikacji dźwiękowej ludzi obecne powinny być pewne elementy wspólne szerszej grupie organizmów zwierzęcych.

Być może zatem niektóre elementy prozodyczne w komunikacji wokalne mają starszą genezę ewolucyjną niż muzyka i język naturalny. Faktycznie niektóre ze szczególnych form ekspresji dźwiękowej człowieka, jak tak zwana „mowa skierowana do zwierząt” (ang. *pet-directed speech*), pozwalają na komunikowanie się z innymi gatunkami, a wiele reakcji człowieka na bodźce dźwiękowe wykazuje daleko idące podobieństwo do reakcji zwierząt. Jedną z charakterystycznych cech wspomnianej „mowy do zwierząt” jest obecność w niej elementów prozodycznych, a mianowicie: konturu melodycznego, grupowania rytmicznego, frazy, a także akcentu. Wszystkie te elementy zdają się też pełnić istotną funkcję w komunikacji dźwiękowej niektórych, blisko spokrewnionych z człowiekiem gatunków zwierząt. Sposób, w jaki małpy wykorzystują przebiegi dźwiękowe do komunikacji różnych rodzajów emocji w różnych kontekstach społecznych, wydaje się bardzo zbliżony do tego, w jaki sposób ludzie używają cech prozodycznych podczas rozmów. Świadczą o tym m.in. wyniki eksperymentów, w których osobom badanym były prezentowane wokalizacje makaków (*Macaca arctoides*), nagrane w specyficznych okolicznościach społecznych i związanych z określonymi stanami emocjonalnymi małp. Okazało się, że osoby badane bez większych trudności wykonują skutecznie zadanie polegające na rozpoznaniu informacji emocjonalnej tych wokalizacji [Leinonen, Linnankoski, Laakso, Aulanko 1991].

Sugeruje to istnienie wspólnych wrodzonych form wokalne ekspresji emocjonalnej obecnych zarówno u małp, jak i u człowieka, która obecna jest także w mowie i muzyce pod postacią wspomnianych elementów melodycznych/intonacyjnych [Jabłoński i Podlipniak 2008]. Wiele z nich stanowi część tzw. ekspresywnej dynamiki [ang. *expressive dynamics*; Merker 2003, s. 405]. Takie muzyczne zjawiska, jak *crescenda* czy *acceleranda* należą do komunikatów zrozumiałych nie tylko dla wszystkich ludzi, lecz także dla niektórych zwierząt. Sugeruje to, iż zjawiska intonacyjne były prawdopodobnie częścią przedjęzykowej komunikacji wokalne naszych przodków i zostały włączone w rozbudowane skomplikowane systemy komunikacyjne, jakimi są muzyka i język naturalny. Wspólne mechanizmy przetwarzania wspomnianych niektórych „muzycznych” cech mowy mają zatem swoje prawdopodobne przyczyny w ewolucyjnej genezie zarówno muzyki, jak i języka i świadczą o głębokim pokrewieństwie nie tylko tych dwóch mediów, lecz także komunikacji wokalne człowieka z innymi formami komunikacji dźwiękowej naszych krewnych w świecie zwierząt.

BIBLIOGRAFIA

- Bielawski L. (1968). *Muzyka jako system fonologiczny*. „Res Facta” 3, s. 166–171.
- Chomsky N. (2005). *O naturze i języku*. Poznań: Axis.
- Chomsky N. (1982). *Zagadnienia teorii składni*. Wrocław: Ossolineum.
- Chlewiński Z. (1999). *Umysł. Dynamiczna organizacja pojęć*. Warszawa: PWN.
- d’Errico F., Henshilwood Ch., Lawson G., Vanhaeren M., Tillier A.M., Soressi M., Bresson F., Maureille B., Nowell A., Lakarra J., Backwell L., Julien M. (2003). *Archaeological evidence for the emergence of language, symbolism, and music – an alternative multidisciplinary perspective*. „Journal of World Prehistory” 17/1, s. 1–70.
- Gandour J., Tong Y., Wong D., Talavage T., Dziedzic M., Xu Y., Li X., Lowe M. (2004). *Hemispheric roles in the perception of speech prosody*. „Neuroimage” 23, s. 344–357.
- Grabowska A. (1997). *Asymetria półkul mózgowych* [w:] T. Górka, A. Grabowska, J. Zagrodzka (red.), *Mózg a zachowanie*. Warszawa: PWN, s. 400–428.
- Grucza F. (1993). *Język, ludzkie właściwości językowe, językowa zdolność ludzi* [w:] J. Piontek, A. Wiercińska (red.), *Człowiek w perspektywie ujęć biokulturowych* (s. 151–174). Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.
- Jabłoński M., Podlipniak P. (2008). *Music as a medium of communication. Two visions of musicology*. „Interdisciplinary Studies in Musicology” 7, s. 16–34.
- Jackendoff R. (1999). *Czym jest pojęcie, że człowiek może je uchwycić* [w:] Z. Chlewiński (red.), *Modele umysłu* (s. 100–143). Warszawa: PWN.
- Koelsch S., Kasper E., Sammler D., Schulze K., Gunter Th., Friederici A.D. (2004). *Music, language and meaning: brain signatures of semantic processing*. „Nature Neuroscience” 7/3, s. 302–307.
- Leinonen L., Linnankoski I., Laakso M.-L., Aulanko R. (1991). *Vocal communication between species: Man and macaque*. „Language & Communication” 11, s. 241–262.
- Lerdahl F., Jackendoff R. (1983). *A Generative Theory of Tonal Music*. London: MIT Press.
- Maess B., Koelsch S., Gunter Th., Friederici A.D. (2001). *Musical syntax is processed in Broca’s area: an MEG study*. „Nature Neuroscience” 4/5, s. 540–545.
- McMullen E., Saffran J.R. (2004). *Music and Language: A Developmental Comparison*. *Music Perception*, 21/3, s. 289–311.
- Merker B. (2003). *Is there a biology of music, and why does it matter?* [w:] R. Kopiez, A.C. Lehmann, I. Wolther, C. Wolf (red.), *Proceedings of the 5th Triennial ESCOM Conference* (s. 402–405).
- Miller G. (2000). *Evolution of Human Music Through Sexual Selection* [w:] N.L. Wallin, B. Merker, S. Brown (red.), *The Origins of Music* (s. 329–360). London: MIT Press.
- Mithen S. (2006). *The Singing Neanderthals. The Origin of Music, Language, Mind, and Body*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Molino J. (2000). *Toward an evolutionary theory of music and language* [w:] N.L. Wallin, B. Merker, S. Brown (red.), *The Origins of Music* (s. 165–176). London: MIT Press.
- Nicholson K.G., Baum Sh., Kilgour A., Koh Ch.K., Munhall K.G., Cuddy L.L. (2003). *Impaired processing of prosodic and musical patterns after right hemisphere damage*. „Brain and Cognition” 52, s. 382–389.
- Patel A.D. (2008). *Music, Language, and the Brain*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Patel A.D. (2006). *Musical rhythm, linguistic rhythm, and human evolution*. „Music Perception” 24, s. 99–104.
- Patel A.D. (1998). *Syntactic processing in language and music: different cognitive operations, similar neural resources?* „Music Perception” 16/1, s. 27–42.
- Patel A.D., Peretz I., Tramo M., Labrecque R. (1998). *Processing prosodic and musical patterns: a neuropsychological investigation*. „Brain and Language” 61, s. 123–144.

- Patel A.D., Wong M., Foxton J., Lochy A., Peretz I. (2008). *Speech intonation perception deficits in musical tone deafness (Congenital Amusia)*. „Music Perception” 25/4, s. 357–368.
- Peretz I. (2001). *The biological foundations of music* [w:] E. Dupoux (red.), *Language, Brain, and Cognitive Development* (s. 435–445). London: MIT Press.
- Peretz I., Coltheart M. (2003). *Modularity of music processing*. „Nature Neuroscience” 6, s. 688–691.
- Pinker S. (1998). *How the Mind Works*. London: Penguin Books.
- Pinker S. (1994). *The Language Instinct*. London: Allen Lane.
- Roederer J. (2003). *On the Concept of Information and Its Role in Nature*. „Entropy” 5/1, s. 3–33.
- Stewart L., von Kriegstein K., Dalla Bella S., Warren J.D., & Griffiths T.D. (2009). *Disorders of musical cognition* [w:] S. Hallam, I. Cross, M. Thaut (red), *Oxford Handbook of Music Psychology* (s. 184–196). New York: Oxford University Press.
- Suppan W. (1984). *Der musizierende Mensch. Eine Anthropologie der Musik*. Mainz – London – New York – Tokyo: Schott.
- Wängler H.H. (1983). *Über Beziehungen zwischen gesprochenen und gesungenen Tonhöhen in afrikanischen Tonsprachen* [w:] A. Simon (red.), *Musik in Afrika*. Berlin: Reiter-Druck.
- Xu Y., Gandour J., Talavage T., Wong D., Dziedzic M., Tong Y., Li X., Lowe M. (2006). *Activation of the Left Planum Temporale in Pitch Processing Is Shaped by Language Experience*. „Human Brain Mapping” 27, s. 173–183.
- Zatorre R.J., Belin P., Penhune V.B. (2002). *Structure and function of auditory cortex: music and speech*. „Trends in Cognitive Sciences” 6/1, s. 37–46.
- Zatorre R.J., Bouffard M., Belin P. (2004). *Sensitivity to auditory object features in human temporal neocortex*. „The Journal of Neuroscience” 24(14), s. 3637–3642.